

ОТВЕТЫ

Глава 1. Числа и числовые выражения

1.1. Целые числа и степени с натуральным показателем

Уровень А

A1. а) 704; б) 325. **A2.** а) 50; б) 243. **A3.** а) 8; б) 125. **A4.** а) 9; б) 8. **A5.** а) 197; б) 170. **A6.** а) 49; б) 16. **A7.** а) $987 \cdot 876 - 765 \cdot 654$; б) $888 \cdot 777 + 555 \cdot 222$. **A8.** а) $6^{36} > 36^{17}$; б) $49^{27} = 7^{54}$. **A9.** а) Да; б) да. **A10.** а) Да; б) да.

Уровень В

B1. а) 1194; б) 1518. **B2.** а) 1416; б) 1060. **B3.** а) 1; б) -1. **B4.** а) -13 890; б) 59920. **B5.** а) 0; б) 0. **B6.** а) $2^{99} < 3^{66}$; б) $2^{96} < 3^{64}$. **B7.** а) 8; б) 6. **B8.** а) Нет; б) нет. **B9.** а) 3307; б) 2969. **B10.** а) 61; б) 56.

Уровень С

C1. а) 300; б) 200. **C2.** а) 321; б) 417. **C3.** а) $87 \cdot 88 \cdot 89 < 891\,384$; б) $95 \cdot 96 \cdot 97 < 974\,640$. **C4.** а) нет; б) нет. **C5.** а) Верно; б) верно. **C6.** а) 9; б) 4. **C7.** а) 2; б) 3. **C8.** а) 71; б) 139. **C9.** а) 206; б) 219. **C10.** а) $x = 7$; $y = 18$; б) $x = 5$; $y = 16$

1.2. Дроби и степени с целым показателем

Уровень А

A1. а) 13,3; б) 14,3. **A2.** а) 3,95; б) 1,03. **A3.** а) 8; б) 10. **A4.** а) 456; б) 678. **A5.** а) 7,5; б) 3,25. **A6.** а) 27; б) 8. **A7.** а) 16; б) 9. **A8.** а) $0,987 \cdot 1,345 - 0,765$; б) $9,876 \cdot 6,543 + 0,123$. **A9.** а) D; б) C. **A10.** а) $\frac{3}{17}$; б) $\frac{11}{23}$.

Уровень В

B1. а) 1; б) 100. **B2.** а) -11; б) 52. **B3.** а) 910 000; б) 230. **B4.** а) $(3 \cdot 10^{-2})^3 = 0,000027$; б) $(11 \cdot 10^{-3})^2 = 0,000121$. **B5.** а) $\frac{2}{5} \cdot \frac{11}{9} \cdot \frac{29}{37} > \frac{11}{37} \cdot \frac{29}{5} \cdot \frac{2}{19}$; б) $\frac{2}{7} \cdot \frac{11}{7} \cdot \frac{23}{37} > \frac{11}{37} \cdot \frac{23}{7} \cdot \frac{2}{17}$. **B6.** а) $\frac{577}{696} < \frac{578}{695}$; б) $\frac{457}{772} > \frac{456}{773}$.

B7. а) $\frac{169}{174} \cdot \frac{171}{175} < \frac{170}{173} \cdot \frac{172}{174}$; б) $\frac{271}{276} \cdot \frac{273}{277} < \frac{272}{275} \cdot \frac{274}{276}$. **B8.** а) Нет; б) нет.

B9. а) А; б) А. **B10.** а) $\frac{928}{927} > \frac{929}{928}$; б) $\frac{509}{508} > \frac{510}{509}$.

Уровень С

B1. а) Нет; б) нет. **B2.** а) Да; б) да. **B3.** а) Нет; б) нет. **B4.** а) $0,3916 \cdot 0,619 < 0,2824004$; б) $0,4257 \cdot 0,752 > 0,2701264$. **B5.** а) $7^{-952} > 50^{-476}$;

б) $6^{-530} > 37^{-265}$. **B6.** а) $\frac{1}{382} \cdot \frac{1}{383} \cdot \frac{1}{384} < \frac{1}{26481504}$;

б) $\frac{1}{497} \cdot \frac{1}{498} \cdot \frac{1}{499} < \frac{1}{63205494}$. **B7.** а) $\frac{1}{372} + \frac{2}{373} + \frac{3}{374} + \frac{4}{375} < \frac{1}{37}$;

б) $\frac{1}{482} + \frac{2}{483} + \frac{3}{484} + \frac{4}{485} < \frac{1}{48}$. **B8.** а) Верно; б) верно. **B9.** а) Первая дробь

больше; б) первая дробь меньше.

1.3. Корни и степени с дробным показателем

Уровень А

A1. а) А; б) D. **A2.** а) 4; б) 3. **A3.** а) 2; б) 2. **A4.** а) 7; б) 9. **A5.** а) 8; б) -6. **A6.** а) 4; б) 5. **A7.** а) 60; б) 44. **A8.** а) 0,4; б) 0,5. **A9.** а) 25; б) 27. **A10.** а) 3; б) 4.

Уровень В

B1. а) 0; б) 0. **B2.** а) 0; б) 0. **B3.** а) 8; б) 4. **B4.** а) $\frac{1}{3}$;

б) 7. **B5.** а) $\frac{7\sqrt{6}}{2}$; б) $3\sqrt{6}$. **B6.** а) $\frac{9-\sqrt{7}}{2}$; б) $\frac{8+\sqrt{6}}{2}$. **B7.** а)

$\sqrt{152 \cdot 155} - 132 > \sqrt{154 \cdot 151} - 134$; б) $\sqrt{216 \cdot 222} - 187 > \sqrt{221 \cdot 215} - 189$. **B8.** а)

Нет; б) нет. **B9.** а) $\frac{1}{119} + \frac{1}{125} + \frac{1}{137} < \frac{1}{\sqrt{119}} + \frac{1}{\sqrt{125}} + \frac{1}{\sqrt{137}}$;

б) $\frac{1}{125} + \frac{1}{133} + \frac{1}{145} < \frac{1}{\sqrt{125}} + \frac{1}{\sqrt{133}} + \frac{1}{\sqrt{145}}$. **B10.** а) 55; б) 39.

Уровень С

- C1.** а) $\sqrt{15} + \sqrt{2}$; б) $\sqrt{13} + \sqrt{3}$. **C2.** а) $25 - \sqrt{46}$; б) $8 - \sqrt{15}$. **C3.** а) 9; б) 7. **C4.** а) $5^{\frac{1}{2}} + 7^{\frac{1}{2}} < 26^{\frac{1}{2}}$; б) $6^{\frac{1}{2}} + 11^{\frac{1}{2}} < 37^{\frac{1}{2}}$. **C5.** а) $\sqrt{19} + \sqrt{15} > \sqrt{13} + \sqrt{21}$; б) $\sqrt{17} + \sqrt{15} > \sqrt{13} + \sqrt{19}$. **C6.** а) $\sqrt{1,6} - \sqrt{8,1} + \sqrt{6,4} = \frac{3\sqrt{10}}{10}$; б) $\sqrt{8,1} - \sqrt{6,4} + \sqrt{1,6} = \frac{\sqrt{10}}{2}$. **C7.** а) 1 и 2; б) 3 и 4. **C8.** а) (-9;3) б) (2;4). **C9.** а) (-3;1); б) (-1;-3).

1.4. Тригонометрические выражения

Уровень А

- A1.** а) 6; б) -7. **A2.** а) -3; б) 3. **A3.** а) 5; б) 1,5. **A4.** а) -21; б) 24. **A5.** а) -10; б) -21. **A6.** а) -18; б) -14. **A7.** а) -63; б) 22. **A8.** а) 108; б) 2. **A9.** а) 92; б) -80. **A10.** а) -6; б) 8.

Уровень В

- B1.** а) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{2}$, $\sin \alpha = \frac{1}{\sqrt{5}}$, $\cos \alpha = \frac{2}{\sqrt{5}}$; б) $\operatorname{tg} \alpha = -\frac{1}{4}$, $\sin \alpha = -\frac{1}{\sqrt{17}}$, $\cos \alpha = \frac{4}{\sqrt{17}}$. **B2.** а) $\frac{\sqrt{3}}{2}$; б) $-\frac{\sqrt{7}}{5}$. **B3.** а) $-\frac{\sqrt{17}}{11}$; б) $-\frac{\sqrt{17}}{15}$. **B4.** а) 2; б) 2. **B5.** а) $-2\sqrt{3}$; б) 2. **B6.** а) $\frac{\sqrt{3}}{2}$; б) $\sqrt{2}$. **B7.** а) 1; б) 1. **B8.** а) $\frac{\sqrt{2}}{2}$; б) 1. **B9.** а) 1; б) 1. **B10.** а) $\sqrt{1,5}$; б) 1.

Уровень С

- C1.** а) 1; б) 1. **C2.** а) 0; б) 0. **C3.** а) 1,75; б) 1,5. **C4.** а) $\cos 14^\circ \cos 74^\circ < \frac{1}{2}$; б) $\cos 10^\circ \cos 40^\circ < \frac{\sqrt{3}}{2}$. **C5.** а) $\sin^2 37^\circ + \cos^2 38^\circ < \cos^2 37^\circ + \sin^2 38^\circ$;

б) $\sin^2 6^\circ + \cos^2 9^\circ < \cos^2 6^\circ + \sin^2 9^\circ$. **C6.** а) $\frac{\sin 112^\circ}{16 \sin 7^\circ} = \cos 7^\circ \cos 14^\circ \cos 28^\circ \cos 56^\circ$;

б) $\frac{\sin 256^\circ}{16 \sin 16^\circ} = \cos 16^\circ \cos 32^\circ \cos 64^\circ \cos 128^\circ$. **C7.** а) $\frac{\sin 12^\circ + \sin 10^\circ}{\sin 12^\circ - \sin 10^\circ} = \frac{\operatorname{tg} 11^\circ}{\operatorname{tg} 1^\circ}$;

б) $\frac{\sin 32^\circ + \sin 22^\circ}{\sin 32^\circ - \sin 22^\circ} = \frac{\operatorname{tg} 27^\circ}{\operatorname{tg} 5^\circ}$. **C8.** а) $\frac{\cos 17^\circ - \cos 29^\circ}{\cos 17^\circ + \cos 29^\circ} > \operatorname{tg} 23^\circ \sin 6^\circ$;

б) $\frac{\cos 6^\circ - \cos 8^\circ}{\cos 6^\circ + \cos 8^\circ} > \operatorname{tg} 7^\circ \sin 1^\circ$. **C9.** а) $\sin(\cos 11^\circ) < \cos(\sin 11^\circ)$;

б) $\sin(\sin 13^\circ) > \cos(\cos 13^\circ)$. **C10.** а) $\sin^{27}\left(\operatorname{tg} \frac{8\pi}{13}\right) + \cos^{17}\left(\operatorname{tg} \frac{8\pi}{13}\right) < 1,08$;

б) $\sin^{23}\left(\operatorname{tg} \frac{4\pi}{11}\right) + \cos^9\left(\operatorname{tg} \frac{4\pi}{11}\right) < 1,04$.

1.5. Показательные выражения и степени с действительным показателем

Уровень А

A1. а) 25; б) 169. **A2.** а) 0,008; б) 0,01. **A3.** а) 3; б) 8. **A4.** а) 441; б) 400. **A5.** а) 121; б) 25. **A6.** а) 18; б) 23. **A7.** а) 3; б) 2. **A8.** а) 225; б) 289. **A9.** а) 81; б) 144. **A10.** а) 7; б) 6.

Уровень В

B1. а) 8; б) 5. **B2.** а) $2 \cdot 7^{\sqrt{7}} - 3$; б) $2 \cdot 5^{\sqrt{5}} - 4$. **B3.** а) 8; б) 11. **B4.** а) 18; б) 50. **B5.** а) 0; б) 0. **B6.** а) $3^{\sqrt{3}} < 9$; б) $2^{\sqrt{5}} > 4$. **B7.** а) 100; б) -100. **B8.** а) $\sqrt{10}^{\sqrt{10}} > 27$; б) $\sqrt{15}^{\sqrt{15}} < 256$. **B9.** а) $3^{\sqrt{10}} + 7^{\sqrt{5}} > 76$; б) $2^{\sqrt{15}} + 5^{\sqrt{3}} < 41$. **B10.** а) 42; б) 101.

Уровень С

C1. а) 1; б) 1. **C2.** а) 9; б) 7. **C3.** а) 6; б) 50. **C4.** а) $2^{10(1-2\sqrt{5})}$; б) $2^{39} \cdot 3^{-33}$.

C5. а) 8; б) $2^{\frac{39\sqrt{42}}{2}-82}$. **C6.** а) $5^{(2\sqrt{3}-1)^2} \cdot (5^{\sqrt{12}})^2 > 5^{12}$; б) $\frac{6^{(3\sqrt{2}+1)^2}}{(6^{\sqrt{18}})^2} > 6^{18}$.

C7. а) $2^{\sqrt{3}} < 3^{\sqrt{2}}$; б) $2^{\sqrt{5}} < 5^{\sqrt{2}}$. **C8.** а) $\sqrt{3}^{\sqrt{5}} < \sqrt{5}^{\sqrt{3}}$; б) $\sqrt{2}^{\sqrt{7}} < \sqrt{7}^{\sqrt{2}}$.

C9. а) $8^{\sqrt{60}} \cdot \left(\frac{(8^{\sqrt{3}})^2}{8^{\sqrt{5}}} \right)^{2\sqrt{3}} < 8^{12} + 8$; б) $\frac{\left((9^{\sqrt{2}})^3 \cdot (9^{\sqrt{7}})^2 \right)^{\sqrt{2}}}{9^{\sqrt{56}}} < 3^{12} + 3$. **C10.** а) нет;

б) нет.

1.6. Логарифмы и логарифмические выражения

Уровень А

A1. а) 2; б) 3. **A2.** а) 2; б) 3. **A3.** а) -1; б) 2,5. **A4.** а) -5; б) -6. **A5.** а) 14; б) 5. **A6.** а) 16; б) 0,04. **A7.** а) 2; б) 3. **A8.** а) 0,75; б) 180. **A9.** а) 2; б) 1. **A10.** а) 2; б) 3.

Уровень В

B1. а) $\frac{5}{3}$; б) $\frac{7}{5}$. **B2.** а) $\frac{81}{25}$; б) $\frac{64}{9}$. **B3.** а) $\frac{31}{8}$; б) $\frac{71}{8}$. **B4.** а) 2; б) 27.

B5. а) 2; б) 2. **B6.** а) 4; б) 3. **B7.** а) 126; б) 128. **B8.** а) $\frac{1}{45}$; б) $\frac{1}{47}$. **B9.** а) $\frac{25}{16}$;

б) $\frac{25}{9}$. **B.10.** а) $3\log_8 35 < 2\log_{\frac{1}{2}} \frac{1}{6}$; б) $5\log_{32} 26 > 2\log_{\frac{1}{2}} \frac{1}{5}$.

Уровень С

C1. а) -24; б) -24. **C2.** а) 0; б) 0. **C3.** а) 10; б) 4. **C4.** а) 1; б) 1. **C5.** а) 2; б) 4. **C6.** а) 1; б) 1. **C7.** а) 1; б) 1. **C8.** а) 1; б) 2. **C9.** а) 2; б) 2. **C10.** а) 1; б) 1

Глава 2. Алгебраические выражения

2.1. Целые алгебраические выражения

Уровень А

A1. а) $(b + 4)(b - 2)$; б) $(b - 7)(b - 4)$. **A2.** а) 290; б) 231. **A3.** а) -3460 ; б) -4780 . **A4.** а) 640; б) 150. **A5.** а) 31 200; б) 9800. **A6.** а) 0,2; б) 0,02. **A7.** а) 96; б) 320. **A8.** а) 22 400; б) 30 600. **A9.** а) 18; б) 24. **A10.** а) 224; б) 28.

Уровень В

B1. а) $(x - 7)(x - 1)$; б) $(x + 6)(x + 2)$. **B2.** а) $(2t + 3)(t + 1)$; б) $(4t + 5)(t + 1)$. **B3.** а) $(1 - 2x)(3x + 4)$; б) $(1 - 2x)(5x + 2)$. **B4.** а) $(12a - 11b + 5)(x - y)$; б) $(10a - 13b - 7)(x - y)$. **B5.** а) $x^6(x - 2)(x - 3)$; б) $x^4(x + 4)(x + 5)$. **B6.** а) $8a + 35$; б) $7b + 47$. **B7.** а) -4 ; б) -1 . **B8.** а) -23 ; б) 12. **B9.** а) 0; б) 0. **B10.** а) $12y^3 + y^2 - 24y + 5$; б) $15y^3 + 8y^2 - 7y + 12$.

Уровень С

C1. а) $(3x + y)(x - 4y)$; б) $(6y - x)(y + 2x)$. **C2.** а) $(5; -2)$; б) $(-1; -2)$. **C3.** а) Нет; 0; б) нет; 0. **C4.** а) Нет; б) нет. **C5.** а) 14; б) 54. **C6.** а) 3; б) 2. **C7.** а) $(6w - 5)(w + 1)(w - 1)(6w + 5)$; б) $(w - 1)(w + 1)(5w - 8)(5w + 8)$. **C8.** а) $\frac{29}{7}$; б) $\frac{27}{2}$. **C9.** а) -16 ; б) 13. **C10.** а) -5050 ; б) 2370.

2.2. Дробно-рациональные алгебраические выражения

Уровень А

A1. а) $4x + 5$; б) $7x - 4$. **A2.** а) $3x + y$; б) $5x - y$. **A3.** а) 0,05; б) 196. **A4.** а) 64; б) 400. **A5.** а) $-0,75$; б) $-0,8$. **A6.** а) 1,8; б) 1,4. **A7.** а) 21; б) 84. **A8.** а) -129 ; б) -45 . **A9.** а) 63; б) 60. **A10.** а) 0,004; б) 0,0007.

Уровень В

B1. а) x^8y^{22} ; б) x^7y^{19} . **B2.** а) x^4y^{12} ; б) x^9y^5 . **B3.** а) $x^2 + 5xy + 25y^2$; б) $36x^2 + 6xy + y^2$. **B4.** а) $-x^2 - 4xy - 16y^2$; б) $-9x^2 - 3xy - y^2$. **B5.** а) $3x + 2y$; б) $2x + 5y$. **B6.** а) $\frac{7z}{6yx}$;

б) $\frac{4}{5xyz}$. **B7.** а) $\frac{7y}{7x+y}$; б) $\frac{5y}{2x-y}$. **B8.** а) 4; б) 7. **B9.** а) 1; б) -2. **B10.** а) $4x$; б) $8y$.

Уровень С

C1. а) $\frac{5y-3}{3y+1}$; б) $\frac{3y+2}{2y+1}$. **C2.** а) $-x - 2y$; б) $-2x - y$. **C3.** а) $2x + y - 7$; б) $6x - y - 6$. **C4.** а) 32; б) 14. **C5.** а) 7; б) 15. **C6.** а) $-\frac{1}{4}; \frac{2}{5}$; б) $\frac{1}{3}; 4$. **C7.** а) 1,5; б) 1; $\frac{3}{5}$. **C8.** а) $\{-7; -2; -1; 4\}$; б) $\{-2; -1\}$. **C9.** а) 19; б) 7. **C10.** а) 4 при $x = -1; y = 1$; б) 5 при $x = 1; y = -3$.

2.3. Иррациональные алгебраические выражения

Уровень А

A1. а) $\sqrt{5a}$; б) $\sqrt{7a}$. **A2.** а) $\sqrt{x} - 14$; б) $\sqrt{x} + 16$. **A3.** а) 49; б) 36. **A4.** а) 2; б) 3. **A5.** а) 1,2; б) 1,2. **A6.** а) 10; б) 2,8.

A7. а)

A	B	C	D
1	4	2	3

 б)

A	B	C	D
2	3	1	4

A8. а)

A	Б	В	Г
4	2	1	3

 б)

A	Б	В	Г
3	1	2	4

A9. а) 8; б) 12. **A10.** а) 42; б) 66.

Уровень В

B1. а) $\frac{z^2(2w-1)^2}{25} - v$; б) $u - \frac{z^2(5w-3)^2}{9}$. **B2.** а) $6a - 5\sqrt{b}$; б) $7a - 4\sqrt{b}$. **B3.** а) $\sqrt{-y-5}$; б) $\sqrt{-y-4}$. **B4.** а) $\sqrt{-4a-9}$; б) $\sqrt{-8a-3}$. **B5.** а) $6 + \sqrt{-x}$; б) $8 + \sqrt{-x}$. **B6.** а) $11 - \sqrt{-x}$; б) $13 - \sqrt{-x}$. **B7.** а) 11; б) 12. **B8.** а) $-\sqrt{34x}$; б) $-\sqrt{46x}$. **B9.** а) \sqrt{x} ; б) \sqrt{x} . **B10.** а) -4; б) 1.

Уровень С

- C1.** а) 4; б) 6. **C2.** а) \sqrt{x} ; б) $-\sqrt{y}$. **C3.** а) $-\frac{1}{xy}$; б) $-\frac{1}{xy}$. **C4.** а) 4; б) 6 (задание должно быть сформулировано следующим образом: упростите $\sqrt{(4-x)^2} + \sqrt{(10-x)^2}$, если $5 \leq x \leq 9$). **C5.** а) 1; б) 1. **C6.** а) $25a^2 + 36b^2$; б) $4a^2 + 49b^2$. **C7.** а) 8; б) 9. **C8.** а) 5; б) 11. **C9.** а) 12; б) 9. **C10.** а) 1; б) -1.

2.4. Тригонометрические выражения

Уровень А

- A1.** а) 0,75; б) 0,4. **A2.** а) 1,5; б) -0,5. **A3.** а) 0,8; б) -0,6. **A4.** а) -0,96; б) $\frac{5}{13}$. **A5.** а) $9 \cos \beta$; б) $\sin \beta$. **A6.** а) $-2 \operatorname{tg} \alpha$; б) $4 \operatorname{tg} \beta$. **A7.** а) -0,56; б) 0,98. **A8.** а) 20; б) 36. **A9.** а) 14; б) 3. **A10.** а) 0,5; б) 0,1.

Уровень В

- B1.** а) $2 \cos \alpha$; б) $\sin \alpha$. **B2.** а) $\cos \alpha - \sin \alpha$; б) $-\cos \alpha - \sin \alpha$. **B3.** а) -0,1; б) -0,3. **B4.** а) 0,25; б) 0,2. **B5.** а) 0,7; б) -0,6. **B6.** а) 1; б) 1. **B7.** а) 1; б) 1. **B8.** а) 1; б) -1. **B9.** а) $\sin \alpha + \cos \alpha$; б) $\sin \alpha - \cos \alpha$. **B10.** а) 2; б) -1.

Уровень С

- C1.** а) $-\cos 2\alpha$; б) $\frac{1}{\cos 2\alpha}$. **C2.** а) $\frac{3}{8}$; б) $-\frac{4}{9}$. **C3.** а) $-\frac{1}{8}$; б) $\frac{1}{9}$. **C4.** а) -1,8; б) $\frac{7}{6}$. **C5.** а) $\frac{23}{32}$; б) $\frac{49}{81}$. **C6.** а) $\frac{37}{64}$; б) $\frac{83}{108}$. **C7.** а) $\frac{\sqrt{2}}{13}$; б) $\frac{1}{23}$. **C8.** а) 1; б) -1. **C9.** а) 2; б) 2. **C10.** а) $\frac{18}{5}$; б) $-\frac{12}{5}$.

2.5. Показательные выражения

Уровень А

- A1.** а) 0,75; б) 1,25. **A2.** а) 0,1; б) -90. **A3.** а) 1; б) 45. **A4.** а) 27; б) 64. **A5.** а) -108; б) -49. **A6.** а) 3; б) 4. **A7.** а) 200; б) 192. **A8.** а) 40 (задание должно

быть сформулировано следующим образом: найдите значение выражения $5^{3x+2} : 125^x : x$ при $x = \frac{5}{8}$; б) 120. **A9.** а) x ; б) x^2 . **A10.** а) 49; б) 4.

Уровень В

B1. а) $8^x - 6$; б) $9^x - 2$. **B2.** а) $5^x - 4^x$; б) $7^x - 3^x$. **B3.** а) 13^x ; б) 12^x . **B4.** а) 4^x ; б) 8^x . **B5.** а) 3^x ; б) 2^x . **B6.** а) $(0,75)^x$; б) $(0,8)^x$. **B7.** а) $(0,6)^x$; б) $\left(\frac{4}{7}\right)^x$. **B8.** а) $-\frac{1}{3}$; б) -1 . **B9.** а) $\frac{1}{4}$; б) $\frac{1}{7}$. **B10.** а) 1; б) -1 .

Уровень С

C1. а) $2^x + 3^x$; б) $2^x + 5^x$. **C2.** а) $5^x + 3^x$; б) $8^x + 7^x$ (задание должно быть сформулировано следующим образом: сократите дробь $\frac{64^x + 4 \cdot 56^x + 3 \cdot 49^x}{8^x + 3 \cdot 7^x}$). **C3.** а) 64; б) $\frac{1}{27}$. **C4.** а) $\frac{5}{4}$; б) 1. **C5.** а) $f(160) < g(240)$; б) $f(270) < g(450)$. **C6.** а) $f(61) > g(76)$; б) $f(33) > g(41)$. **C7.** а) $f(44)$, $g(33)$, $h(22)$; б) $h(30)$, $g(45)$, $f(60)$. **C8.** а) 185; б) 148 (задание должно быть сформулировано следующим образом: найдите значение выражения $(4 + 2^{2x})^2 \cdot 2^{-x} + (4 + 2^{-2x})^2 \cdot 2^x$). **C9.** а) 0; б) 0. **C10.** а) $f\left(-\frac{4}{5}\right) > f\left(-\frac{7}{9}\right)$; б) $f\left(-\frac{7}{12}\right) > f\left(-\frac{2}{7}\right)$.

2.6. Логарифмические выражения

Уровень А

A1. а) 18; б) 9. **A2.** а) 11; б) 56. **A3.** а) 400; б) 441. **A4.** а) -97 ; б) -52 . **A5.** а) 4,5; б) 2. **A6.** а) 2,5; б) 3,5. **A7.** а) -1 ; б) -1 . **A8.** а) 5; б) 9. **A9.** а) 17; б) 43. **A10.** а) -56 ; б) -28 .

Уровень В

B01. а) 15; б) 15. **B2.** а) 64; б) 81. **B3.** а) $\frac{32}{27}$; б) $\frac{27}{16}$. **B4.** а) 0,5; б) 0,25.

B5. а) 0,75; б) 1,25. **B6.** а) $\frac{10}{49}$; б) 44,1. **B7.** а) 0,75; б) 16. **B8.** а) 1,5; б) 0,75.

B9. а) $\frac{1}{3}$; б) $\frac{1}{2}$. **B10.** а) $f(2) < g(2)$; б) $f(4) > g(4)$.

Уровень С

C1. а) 8; б) 7. **C2.** а) 1; б) 1. **C3.** а) $5\log_c(-a-b)$; б) $7\log_c(b-a)$. **C4.** а) 0; б) 0.
C5. а) 0; б) 0. **C6.** а) 15; б) 12,5. **C7.** а) 1; б) 1. **C8.** (Задание должно быть сформулировано следующим образом: найдите наименьшее возможное значение выражения при $a > 1$, $b > 1$.) а) 27; б) 25. **C9.** а) 3 при $a = 10$, $b = 5$; б) 3 при $a = 6$, $b = -12$. **C10.** а) 5 при $a = 2,5$, $b = 0,4$ (задание должно быть сформулировано следующим образом: найдите наибольшее возможное значение выражения $\log_{4a^2-20a+27} 8 + \log_{25b^2-20b+9} 25$); б) 5 при $a = 1,5$, $b = 0,75$.

Глава 3. Уравнения

3.1. Целые уравнения

Уровень А

A1. а) -0,5; б) -3,5. **A2.** а) 7; б) 8. **A3.** а) -2; 2; б) -7; 7. **A4.** а) 9; б) 7. **5.** а) -4,5; б) 2. **A6.** а) 15; 26; б) 8; 17. **A7.** а) 1,5; б) -5. **A8.** а) 5; б) 7. **A9.** а) $-\frac{11}{4}$; $\frac{1}{4}$; б) $-\frac{3}{2}$; $-\frac{1}{6}$. **A10.** а) 1; 2; 3; б) 2; 3; 4.

Уровень В

B1. а) -2,5; 0; 2,5; б) -1,75; 0; 1,75. **B2.** а) 2; б) -4. **B3.** а) -3; -1; 1; 3; б) -3; -2; 2; 3. **B4.** а) $-\sqrt{\frac{\sqrt{13}-3}{2}}$; $\sqrt{\frac{\sqrt{13}-3}{2}}$; б) $-\frac{1}{3}$; $\frac{1}{3}$. **B5.** а) 14; б) 1. **B6.** а) -2; 2; б) -3; 3. **B7.** а) $\left[-\frac{2}{5}; 1\right]$; б) $\left[-\frac{3}{4}; 1\right]$. **B8.** а) -1; б) -7. **B9.** а) -3; -1; 2; 4; б) -3; -2; 1; 2. **B10.** а) 3; б) 1.

Уровень С

- С1.** а) $-5; -4; -1; 0$; б) $-6; -5; -1; 0$. **С2.** а) $2; -1$; б) $-2; 1$. **С3.** а) $-3; 5; -1$; б) $-5; 0; 1$. **С4.** а) $-\frac{42}{11}; \frac{-7}{2}; -2$; б) $3\frac{3}{11}; 4; \frac{3}{2}$. **С5.** а) $(-\infty; -3] \cup [3; +\infty)$; б) $(-\infty; -4] \cup [4; +\infty)$. **С6.** а) $1; -2\frac{1}{2}$; б) $-1; -\frac{1}{2}$. **С7.** а) $0; -7$; б) $0; -10$. **С8.** а) 5 ; б) 5 . **С9.** а) $(1; 1); \left(-\frac{9}{2}; \frac{15}{4}\right)$; б) $(1; 1); \left(\frac{2}{3}; \frac{8}{9}\right)$. **С10.** а) $(0; -3); (0; -1); (2; -3); (2; -1)$; б) $(2; 3); (2; 1); (4; 3); (4; 1)$.

3.2. Дробно-рациональные уравнения

Уровень А

- А1.** а) -5 ; б) 2 . **А2.** а) -1 ; б) -3 . **А3.** а) $-0,4; 0,4$; б) $-0,75; 0,75$. **А4.** а) 10 ; б) -11 . **А5.** а) $-1; 7$; б) $-5; 3$. **А6.** а) 2 ; б) -4 . **А7.** а) $1; 5$; б) $-2; 1$. **А8.** а) 2 ; б) 4 . **А9.** а) 3 ; б) $-4; -2$.

Уровень В

- В1.** а) -3 ; б) -5 . **В2.** а) $\frac{5}{2}; -1$; б) $-\frac{6}{5}; 1$. **В3.** а) 1 ; б) 4 . **В4.** а) 6 ; б) 4 . **В5.** а) $\frac{1}{2}; 2$; б) $-\frac{8}{5}; -1$. **В6.** а) $-3; -2,5$; б) $-2; \frac{7}{3}$. **В7.** а) 1 ; б) 0 . **В8.** а) $-\frac{5}{4}; -\frac{10}{9}$ (задание

должно быть сформулировано следующим образом: решите уравнение

$$2\left(\frac{7x+5}{x}\right)^2 - 11 \cdot \frac{7x+5}{x} + 15 = 0; \quad \text{б) } -\frac{7}{5}; -\frac{35}{18} \quad (\text{задание должно быть}$$

сформулировано следующим образом: решите уравнение

$$5\left(\frac{4x+7}{x}\right)^2 - 3 \cdot \frac{4x+7}{x} - 2 = 0). \quad \text{В9. а) } -\frac{3}{2}; 1; \text{ б) } \frac{3}{2}; 3. \quad \text{В10. а) } 1; 2; 3; 4; \text{ б) } 1; 2;$$

$3; 4$.

Уровень С

- С1.** а) -1 ; б) -1 . **С2.** а) 5 ; б) 4 . **С3.** а) $-4; 3$; б) $-2; 3$. **С4.** а) $-1; 2$;

$\frac{1+\sqrt{17}}{2}; \frac{1-\sqrt{17}}{2}$; б) $-3; -2; 3; 4$. **C5.** а) 0 (задание должно быть

сформулировано следующим образом: решите уравнение

$$\left(\frac{3x-2}{4x+3}\right)^2 + \left(\frac{3x+2}{4x-3}\right)^2 = 2 \cdot \frac{9x^2-4}{16x^2-9}; \quad \text{б) } 0 \quad (\text{задание должно быть}$$

сформулировано следующим образом: решите уравнение

$$\left(\frac{2x-3}{3x+4}\right)^2 + \left(\frac{2x+3}{3x-4}\right)^2 = 2 \cdot \frac{4x^2-9}{9x^2-16}. \quad \text{C6. а) } -1; -\frac{2}{7}; 1; \text{ б) } -1; -\frac{3}{5}; 1. \quad \text{C7. а) } -3;$$

б) -3 . **C8.** а) 0; б) 0. **C9.** а) 0; б) 0. **C10.** а) -20 ; б) -7 .

3.3. Иррациональные уравнения

Уровень А

A1. а) 64; б) 36. **A2.** а) 9; б) -1 . **A3.** а) 116; б) 30. **A4.** а) 26; б) 16. **A5.** а) -2 ; б) -4 . **A6.** а) $-6; 4$; б) $-8; 5$. **A7.** а) 2; б) 1. **A8.** а) $-6; 3$; б) $-5; 2$. **A9.** а) 1; 9; б) 3; 7; 13. **A10.** а) 0; 3; б) 0,5; 3.

Уровень В

B1. а) -6 ; б) -8 . **B2.** а) 18; б) 12. **B3.** а) 2,5; б) 2,25. (задание должно быть сформулировано следующим образом: решите уравнение $\sqrt{9-4x} = 4x-9$).

B4. а) $\frac{1}{16}$; 1; б) $\frac{4}{9}$; 1. **B5.** а) 3; б) 2. **B6.** а) 5; б) 8. **B7.** а) 3; б) 2. **B8.** а) -1 ; б) 4.

B9. а) 5; б) 3. **B10.** а) -14 ; б) -6 .

Уровень С

C1. а) $-\frac{1}{2}; \frac{1}{2}; \frac{5}{2}$; б) $-\frac{5}{3}; -\frac{1}{3}; \frac{1}{3}$. **C2.** а) -2 ; б) -3 . **C3.** а) 4; б) 3. **C4.** а) -4 ; 3;

б) -5 ; 4. **C5.** а) $\sqrt{3}$; б) $-\sqrt{2}$. **C6.** а) $-\frac{10}{7}$; б) $-\frac{18}{31}$. **C7.** а) 4; б) 5. **C8.** а) 1; б) 2.

C9. а) -1 ; б) -2 . **C10.** а) 2; б) 3.

3.4. Тригонометрические уравнения

Уровень А

A1. а) $\frac{\pi}{3} + 2\pi k; \frac{2\pi}{3} + 2\pi n, k, n \in \mathbf{Z}$; б) $\frac{\pi}{4} + 2\pi k; \frac{3\pi}{4} + 2\pi n, k, n \in \mathbf{Z}$.

A2. а) $\pm \frac{\pi}{4} + 2\pi k, k \in \mathbf{Z}$; б) $\pm \frac{\pi}{3} + 2\pi k, k \in \mathbf{Z}$. **A3.** а) $-\frac{\pi}{4} + 2\pi k; -\frac{3\pi}{4} + 2\pi n,$

$k, n \in \mathbf{Z}$; б) $-\frac{\pi}{6} + 2\pi k; -\frac{5\pi}{6} + 2\pi n, k, n \in \mathbf{Z}$. **A4.** а) $\pm \frac{5\pi}{6} + 2\pi k, k \in \mathbf{Z}$;

б) $\pm \frac{3\pi}{4} + 2\pi k, k \in \mathbf{Z}$. **A5.** а) $\frac{\pi}{3} + \pi k, k \in \mathbf{Z}$; б) $\frac{\pi}{6} + \pi k, k \in \mathbf{Z}$. **A6.** а) $-\frac{\pi}{4} + \pi k,$

$k \in \mathbf{Z}$; б) $-\frac{\pi}{3} + \pi k, k \in \mathbf{Z}$. **A7.** а) $1,5 + 3k, k \in \mathbf{Z}$; б) $3 + 12k, k \in \mathbf{Z}$.

A8. а) $\frac{\pi}{6} + 2\pi k; \frac{5\pi}{6} + 2\pi n, k, n \in \mathbf{Z}$; б) $\pm \frac{2\pi}{3} + 2\pi k, k \in \mathbf{Z}$. **A9.** а) $\frac{5\pi}{8}$; б) $\frac{5\pi}{11}$.

A10. а) $-\frac{\pi}{2} + 2\pi k, k \in \mathbf{Z}$; б) $\pi + 2\pi k, k \in \mathbf{Z}$.

Уровень В

B1. а) 6; б) 1. **B2.** а) 0,25; б) -3. **B3.** а) 5; б) -3. **B4.** а) $-\frac{\pi}{36} + \frac{\pi k}{3}; -\frac{5\pi}{36} + \frac{\pi n}{3},$

$k, n \in \mathbf{Z}$; б) $-\frac{\pi}{16} + \frac{\pi k}{2}; -\frac{3\pi}{16} + \frac{\pi n}{2}, k, n \in \mathbf{Z}$. **B5.** а) $\pm \frac{3\pi}{16} + \frac{\pi k}{2}, k \in \mathbf{Z}$;

б) $\pm \frac{5\pi}{36} + \frac{\pi k}{3}, k \in \mathbf{Z}$. **B6.** а) $2\pi k, k \in \mathbf{Z}$; б) $\frac{\pi}{2} + 2\pi k, k \in \mathbf{Z}$. **B7.** а) $2\pi k, k \in \mathbf{Z}$;

б) $\frac{\pi}{2} + 2\pi k, k \in \mathbf{Z}$. **B8.** а) $\pm \frac{2\pi}{3} + 2\pi n, k \in \mathbf{Z}$; б) $-\frac{\pi}{6} + 2\pi k; -\frac{5\pi}{6} + 2\pi n, k, n \in \mathbf{Z}$.

B9. а) $\frac{\pi}{3} + 2\pi k; \frac{2\pi}{3} + 2\pi n; \frac{\pi}{2} + \pi m, k, m, n \in \mathbf{Z}$; б) $\pm \frac{2\pi}{3} + 2\pi k; \pi n, k, n \in \mathbf{Z}$.

B10. а) $\arccos \frac{1}{6} + 2\pi k, k \in \mathbf{Z}$; б) $\arcsin \frac{2}{5} + 2\pi k, k \in \mathbf{Z}$.

Уровень С

C1. а) $\frac{\pi}{12} + \pi k; \frac{5\pi}{12} + \pi n, k, n \in \mathbf{Z}$; б) $-\frac{\pi}{12} + \pi k; -\frac{5\pi}{12} + \pi n, k, n \in \mathbf{Z}$.

C2. а) $\frac{53\pi}{288} + \frac{\pi k}{2}$; $\frac{37\pi}{144} + \pi k$, $k \in \mathbf{Z}$; б) $-\frac{\pi}{120} + \frac{\pi k}{2}$; $-\frac{71\pi}{60} + \pi k$, $k \in \mathbf{Z}$.

C3. а) 1) $x = \frac{\pi}{2} + \pi n$, $n \in \mathbf{Z}$; $x = -\frac{\pi}{3} + 2\pi k$, $k \in \mathbf{Z}$; $x = -\frac{2\pi}{3} + 2\pi m$, $m \in \mathbf{Z}$;

2) $-\frac{11\pi}{2}$; б) 1) $x = \frac{\pi}{2} + \pi n$, $n \in \mathbf{Z}$; $x = -\frac{\pi}{4} + 2\pi k$, $k \in \mathbf{Z}$; $x = -\frac{3\pi}{4} + 2\pi m$, $m \in \mathbf{Z}$;

2) $-\frac{7\pi}{2}$. **C4.** а) 1) $x = \frac{\pi}{2} + 2\pi n$, $n \in \mathbf{Z}$; $x = \pm\frac{3\pi}{4} + 2\pi k$, $k \in \mathbf{Z}$; 2) $\frac{5\pi}{4}$; $\frac{5\pi}{2}$;

б) 1) $x = -\frac{\pi}{2} + 2\pi n$, $n \in \mathbf{Z}$; $x = \pm\frac{\pi}{3} + 2\pi k$, $k \in \mathbf{Z}$; 2) $\frac{3\pi}{2}$; $\frac{5\pi}{3}$; $\frac{7\pi}{3}$.

C5. а) 1) $x = \pm\frac{2\pi}{3} + 2\pi k$, $k \in \mathbf{Z}$; 2) $-\frac{4\pi}{3}$; б) 1) $x = -\frac{\pi}{6} + 2\pi n$, $n \in \mathbf{Z}$;

$x = -\frac{5\pi}{6} + 2\pi k$, $k \in \mathbf{Z}$; 2) $\frac{7\pi}{6}$; $\frac{11\pi}{6}$. **C6.** а) 1) $\frac{\pi}{2} + 2\pi n$, $n \in \mathbf{Z}$; 2) $\frac{5\pi}{2}$;

б) 1) $x = \pi + 2\pi n$, $n \in \mathbf{Z}$; 2) -3π . **C7.** а) 1) $x = \pm\frac{\pi}{3} + 2\pi n$, $n \in \mathbf{Z}$; 2) $-2\frac{1}{3}\pi$.

б) 1) $x = \pm\frac{2\pi}{3} + 2\pi k$, $k \in \mathbf{Z}$; 2) $3\frac{1}{3}\pi$. **C8.** а) 1) $x = \pm\frac{\pi}{3} + \pi n$, $n \in \mathbf{Z}$;

2) $-\frac{13\pi}{3}$; $-\frac{11\pi}{3}$; $-\frac{10\pi}{3}$; б) 1) $x = \pm\frac{\pi}{4} + \pi n$, $n \in \mathbf{Z}$; 2) $-\frac{13\pi}{4}$; $-\frac{11\pi}{4}$; $-\frac{9\pi}{4}$.

C9. а) 1) $x = \pm\frac{5\pi}{6} + 2\pi k$, $k \in \mathbf{Z}$; 2) $-\frac{7\pi}{6}$; б) 1) $\frac{3\pi}{4} + 2\pi k$, $k \in \mathbf{Z}$; $x = -\frac{3\pi}{4} + 2\pi m$,

$m \in \mathbf{Z}$; 2) $\frac{11\pi}{4}$; $\frac{13\pi}{4}$. **C10.** а) 1) $x = 2\pi n$, $n \in \mathbf{Z}$; 2) -4π ; б) 1) $x = \frac{\pi}{6} + 2\pi n$,

$n \in \mathbf{Z}$; $x = \frac{5\pi}{6} + 2\pi k$, $k \in \mathbf{Z}$; 2) $-\frac{7\pi}{6}$.

3.5. Показательные уравнения

Уровень А

A1. а) -3 ; б) -2 . **A2.** а) 1; б) 3. **A3.** а) 2; б) 3. **A4.** а) 5; б) -4 . **A5.** а) $-0,5$; б) 4.

A6. а) 1; б) корней нет. **A7.** а) $0,5$; б) -3 . **A8.** а) 1; б) 1. **A9.** а) 2; б) 4. **A10.** а) 4;

б) 7.

Уровень В

B1. а) -2 ; б) -4 . **B2.** а) $0,8$; $1,25$; б) $1,4$; $-\frac{5}{7}$. **B3.** а) -2 ; б) -1 . **B4.** а) 3 ; б) 1 . **B5.** а) -3 ; б) -4 . **B6.** а) 3 ; б) 2 . **B7.** а) $\frac{1}{2}$; б) $\frac{3}{2}$. **B8.** а) 6 ; б) 4 . **B9.** а) 1 ; б) 1 . **B10.** а) 0 ; б) 0 .

Уровень С

C1. а) 1 ; б) 1 . **C2.** а) -1 ; 1 ; б) -1 ; 1 . **C3.** а) $\sqrt{10}$; $-\sqrt{10}$; б) $\sqrt{7}$; $-\sqrt{7}$. **C4.** а) -3 ; $-2,75$; б) 2 ; 3 . **C5.** а) $\frac{5}{2}$; б) $\frac{3}{2}$. **C6.** а) $\frac{1}{2}$; б) $\frac{1}{2}$. **C7.** а) 2 ; б) 2 . **C8.** а) 3 ; б) 2 . **C9.** а) $\frac{\pi}{2} + \pi k$, $k \in \mathbf{Z}$; б) $\frac{\pi}{2} + \pi k$, $k \in \mathbf{Z}$. **C10.** а) 1) $x = \frac{\pi}{4} + \pi n$, $n \in \mathbf{Z}$; 2) $-\frac{11\pi}{4}$; $-\frac{7\pi}{4}$; б) 1) $x = -\frac{\pi}{4} + \pi n$, $n \in \mathbf{Z}$; 2) $-\frac{13\pi}{4}$.

3.6. Логарифмические уравнения

Уровень А

A1. а) 6 ; б) 5 . **A2.** а) 5 ; б) -13 . **A3.** а) -3 ; б) 9 . **A4.** а) -13 ; б) 3 . **A5.** а) 3 ; б) 4 . **A6.** а) 16 ; б) 5 . **A7.** а) 1 ; б) -5 . **A8.** а) 5 ; б) 3 . **A9.** а) 5 ; б) 1 . **A10.** а) 8 ; б) -1 .

Уровень В

B1. а) $0,2$; 5 ; б) $0,25$; 4 . **B2.** а) 4 ; 16 ; б) $0,125$; $0,5$. **B3.** а) 2 ; б) 4 . **B4.** а) 2 ; б) 3 . **B5.** а) -2 ; 6 ; б) -12 ; 6 . **B6.** а) 4 ; -1 ; б) -5 ; -2 . **B7.** а) $1,5$; б) $-\frac{7}{5}$. (задание

должно быть сформулировано следующим образом: решите уравнение

$\log_{\frac{1}{7}}(7^{3x} - 5x - 7) = -3x$). **B8.** а) -5 ; $\frac{29}{5}$; б) 3 ; $\frac{23}{5}$. **B9.** а) 16 ; б) 27 . **B10.** а) $-\frac{5}{18}$;

б) $-\frac{11}{8}$.

Уровень С

C1. а) -2 ; б) -1 . **C2.** а) -22 ; б) -23 . **C3.** а) -7 ; -3 ; б) -2 ; -5 . **C4.** а) -5 ; 59 ;

б) -5 ; 187. **C5.** а) $\frac{\sqrt[4]{3}-1}{5}$; 16; б) 21; $\frac{\sqrt[3]{4}-1}{3}$. **C6.** а) 11; б) 2. **C7.** а) 4; б) 9.

C8. а) 8; б) -3 ; 10. **C9.** а) 1; б) 3. **C10.** а) 1) $x = \frac{\pi}{2} + \pi m$, $m \in \mathbf{Z}$; $x = \frac{7\pi}{6} + 2\pi k$,

$k \in \mathbf{Z}$; $x = -\frac{\pi}{6} + 2\pi n$, $n \in \mathbf{Z}$; 2) $\frac{3\pi}{2}$; $\frac{11\pi}{6}$; $\frac{5\pi}{2}$; б) 1) πn , $n \in \mathbf{Z}$; $\pm \frac{2\pi}{3} + 2\pi k$,

$k \in \mathbf{Z}$; 2) -4π ; $-\frac{10\pi}{3}$; -3π ; $-\frac{8\pi}{3}$.

Глава 4. Системы уравнений

4.1. Системы целых уравнений

Уровень А

A1. а) $(-1; 3)$; б) $(4; 1)$. **A2.** а) $\left(\frac{13}{8}; \frac{7}{2}\right)$; б) $\left(\frac{14}{9}; -\frac{5}{3}\right)$. **A3.** а) $\left(\frac{3}{4}; -3\right)$; б) $\left(\frac{5}{3}; 4\right)$.

A4. а) $\left(-\frac{11}{9}; -\frac{4}{3}\right)$; б) $\left(\frac{16}{21}; \frac{5}{3}\right)$. **A5.** а) $\left(\frac{2}{5}; -2\right)$; б) $\left(-\frac{3}{2}; -5\right)$. **A6.** а) $(4; 4)$;

б) $(4; 2)$. **A7.** а) $(-1; -4)$; б) $(-2; 1)$. **A8.** а) $\left(\frac{20}{11}; \frac{3}{11}\right)$; б) $\left(-\frac{23}{7}; -\frac{11}{7}\right)$.

A9. а) $(1; -2)$; б) $(-1; 2)$. **A10.** а) $(10; 10)$; б) $(14; 14)$.

Уровень В

B1. а) $\left(-\sqrt{3}; \frac{1}{\sqrt{5}}\right)$; б) $\left(-\sqrt{3}; \frac{3}{\sqrt{2}}\right)$. **B2.** а) $(-1; 1)$; $(1; 1)$; б) $(-1; 1)$; $(1; 1)$.

B3. а) $(0; 0)$, $\left(\frac{1}{3}; \frac{1}{3}\right)$; б) $(0; 0)$, $\left(\frac{1}{4}; \frac{1}{4}\right)$. **B4.** а) $(5; 1)$, $(6; 2)$, $(-6; -10)$; б) $(-3; 1)$,

$(2; -4)$, $(-2; 0)$. **B5.** а) $(2; 7)$, $(7; 2)$; б) $(3; 5)$, $(5; 3)$. **B6.** а) $(9; 2)$, $(-2; -9)$; б) $(7;$

$3)$, $(-3; -7)$. **B7.** а) $(4; 4)$, $\left(\frac{10}{3}; \frac{24}{5}\right)$; б) $(5; 5)$, $\left(\frac{20}{3}; \frac{15}{4}\right)$. **B8.** а) $(2; 5)$, $(5; 2)$,

$(-2; -5)$, $(-5; -2)$; б) $(3; 4)$, $(4; 3)$, $(-3; -4)$, $(-4; -3)$. **B9.** а) $(4; -1)$, $\left(\frac{17}{2}; \frac{19}{8}\right)$; б)

$\left(\frac{10}{3}; \frac{10}{9}\right)$, $\left(\frac{9}{5}; -\frac{14}{15}\right)$. **B10.** а) $(0; -5)$, $(16; -37)$; б) $(7; 0)$, $(9; -1)$.

Уровень С

- C1.** а) $\left(-\frac{3}{2}; \frac{1}{2}\right), \left(\frac{1}{2}; -\frac{3}{2}\right)$; б) $\left(\frac{7}{2}; \frac{3}{2}\right), \left(-\frac{3}{2}; -\frac{7}{2}\right)$. **C2.** а) (2; 1), $\left(-4; -\frac{1}{2}\right)$;
 б) (-3; 2), $\left(-4; \frac{3}{2}\right)$. **C3.** а) (3; 5), (5; 3); б) (5; 3), (-3; -5). **C4.** а) (2; 1), (-2; -1);
 б) (-3; -1), (3; 1). **C5.** а) $\left(\frac{3}{2}; \frac{2}{3}\right), (1; 1)$; б) (2; 1), $\left(\frac{5}{3}; \frac{6}{5}\right)$. **C6.** а) (6; 6), (-6; -6);
 б) (7; 7), (-7; -7). **C7.** а) (24; -12), (-24; 12), (36; -12), (-36; 12); б) (12; 4),
 (-12; -4), (4; -4), (-4; 4). **C8.** а) $\left(\frac{9}{2}; -\frac{1}{2}\right), \left(-\frac{9}{2}; -\frac{3}{2}\right), \left(\frac{3}{2}; -\frac{3}{2}\right), \left(-\frac{3}{2}; -\frac{1}{2}\right)$;
 б) $\left(-\frac{40}{11}; \frac{16}{11}\right), \left(\frac{40}{11}; \frac{6}{11}\right), \left(\frac{15}{11}; \frac{16}{11}\right), \left(-\frac{15}{11}; \frac{6}{11}\right)$. **C9.** а) (4; 1; -3); б) (-1; 1; -3).
C10. а) (12; 28; 4); б) (12; 18; 3).

4.2. Системы, содержащие дробно-рациональные уравнения

Уровень А

- A1.** а) (3; -1); б) (2; -5). **A2.** а) (-2; 2); б) (-3; 4). **A3.** а) (1; -1); б) (1; -1).
A4. а) (7; 2); б) (7; 1). **A5.** а) (-1; 1); б) (-1; 1); **A6.** а) (6; 4); б) (8; 2).
A7. а) (11; 13); б) (5; 9). **A8.** а) (2; 2); б) (3; 3). **A9.** а) (25; -24); б) (24; 23).
A10. а) (7; -29); б) (9; -55).

Уровень В

- B1.** а) (5; 5); б) (3; 3). **B2.** а) (-1; 3,5); б) (5; -3,75). **B3.** а) (-14; 14), (14; -12);
 б) (-12; 12), (12; -10). **B4.** а) (5; -7); б) (-5; 4). **B5.** а) (5; 6), (7; -6); б) (4; 5),
 (6; -5). **B6.** а) (1; -1); б) (-1; 1). **B7.** а) (± 5 ; 5); б) (± 6 ; 6).
B8. а) $\left(-\frac{1}{12}; -\frac{1}{18}\right), \left(-\frac{5}{8}; \frac{5}{12}\right)$; б) $\left(-\frac{5}{18}; \frac{5}{12}\right), \left(\frac{1}{12}; \frac{1}{8}\right)$. **B9.** а) $\left(\frac{5-\sqrt{13}}{3}; \frac{5-\sqrt{13}}{4}\right)$,
 $\left(\frac{5+\sqrt{13}}{3}; \frac{5+\sqrt{13}}{4}\right)$; б) (4; 5), $\left(\frac{8}{15}; \frac{2}{3}\right)$. **B10.** а) (32; 1); б) (33; 1)

Уровень С

- C1.** а) $\left(-\frac{24}{5}; -1\right), \left(-6\frac{1}{5}; 6\right)$; б) $\left(-\frac{35}{6}; -1\right), \left(-7\frac{1}{6}; 7\right)$. **C2.** а) $\left(\frac{11}{5}; -\frac{11}{5}\right)$,

$$\left(-\frac{11}{5}; \frac{11}{5}\right); \text{ б) } \left(\frac{13}{6}; -\frac{13}{6}\right), \left(-\frac{13}{6}; \frac{13}{6}\right). \text{ C3. а) } \left(\frac{3}{4}; \frac{1}{4}\right), \left(\frac{4}{5}; \frac{1}{5}\right); \text{ б) } \left(\frac{7}{8}; \frac{1}{8}\right),$$

$$\left(\frac{2}{3}; \frac{1}{3}\right). \text{ C4. а) } (2; 3), (3; 2); \text{ б) } \left(\frac{16}{5}; \frac{17}{5}\right), \left(\frac{96}{29}; \frac{95}{29}\right). \text{ C5. а) } \left(0; -\frac{9}{4}\right), \left(-\frac{9}{5}; 0\right),$$

$$(-1; -1); \text{ б) } \left(0; \frac{7}{3}\right), \left(\frac{7}{4}; 0\right), (1; 1). \text{ C6. а) } (9; 0); \text{ б) } (7; 0). \text{ C7. а) } (4; 3); \text{ б) } (3; 2).$$

C8. а) (9; 8; 6) (задание должно быть сформулировано следующим образом:

решите систему уравнений
$$\begin{cases} \frac{2}{(2x-3z)^2+1} + \frac{3}{(3y-4z)^2+1} = 5, \\ 2x+3y+4z=66 \end{cases}; \text{ б) } (16; 15; 12).$$

C9. а) (6; 4); б) (5; 3). C10. а) (-2; -7); б) (2; 7).

4.3. Системы, содержащие иррациональные уравнения

Уровень А

**A1. а) (2; 1); б) (3; 1). A2. а) (16; 1); б) (9; 1). A3. а) (6; 2); б) (10; 1).
A4. а) (24; -18); б) (9; -6). A5. а) (6; 5); б) (8; 4). A6. а) (1; 1); б) (1; 1).
A7. а) (-1; 1); б) (-1; 1); A8. а) (28; 0); б) (63; -18). A9. а) (3; 5); б) (7; 2).
A10. а) (2; 12); б) (1; 15).**

Уровень В

**B1. а) (1; 2); б) (1,44; 3). B2. а) (5; 1); б) (0; 1). B3. а) (3; 4); б) (4; 7).
B4. а) (-4; 25); б) (-4; 9). B5. а) (1; 3); б) (2; 6). B6. а) (25; 0); б) (16; 0).
B7. а) (9; 10); б) (16; 17). B8. а) (2; 62); б) (2; 34). B9. а) (36; 4); б) (400; 324).
B10. а) (-2; 5), (12; -5); б) (4; 3), (20; -3).**

Уровень С

**C1. а) $\left(\frac{9}{16}; 9\right)$; б) $\left(\frac{16}{121}; 4\right)$. C2. а) (36; 4), (32; 8); б) (40; 10), (49; 1).
C3. а) (94; 25); б) (25; 71). C4. а) (36; 1); б) (25; 1). C5. а) (15; -36); б) (40; 6).
C6. а) (-4; -9); б) (-4; -25). C7. а) (-5; -2), (-2; -5); б) (-5; -3), (-3; -5).**

C8. а) (41; 0), (9; 32); б) (61; 7), (-2; 70). **C9.** а) (-100; -1); б) (-64; -1).

C10. а) $\left(\frac{5}{2}; \frac{4}{3}; 1\right)$; б) $\left(\frac{7}{4}; \frac{3}{2}; 1\right)$.

4.4. Системы, содержащие тригонометрические уравнения

Уровень А

A1. а) $(2\pi k; -1)$, $k \in \mathbf{Z}$; б) $(2\pi k; 1)$, $k \in \mathbf{Z}$. **A2.** а) $(2; \pi k)$, $k \in \mathbf{Z}$; б) $(3; \pi k)$, $k \in \mathbf{Z}$.

A3. а) $\left(\frac{3\pi}{4} + \pi k; -3\right)$, $k \in \mathbf{Z}$; б) $\left(\frac{\pi}{4} + \pi k; 3\right)$, $k \in \mathbf{Z}$. **A4.** а) $\left(\frac{\pi}{2} + 2\pi k; \frac{\pi}{2} + 2\pi n\right)$,

$k, n \in \mathbf{Z}$; б) $(\pi + 2\pi k; \pi + 2\pi n)$, $k, n \in \mathbf{Z}$. **A5.** а) $\left(\frac{\pi}{4} + \pi n; (-1)^k \frac{\pi}{6} + \pi k\right)$, $k, n \in \mathbf{Z}$;

б) $\left(\frac{3\pi}{4} + \pi n; \pm \frac{2\pi}{3} + 2\pi k\right)$, $k, n \in \mathbf{Z}$. **A6.** а) $\left(3; \frac{\pi}{2} + 2\pi k\right)$, $k \in \mathbf{Z}$; б) $\left(2; -\frac{\pi}{2} + 2\pi k\right)$,

$k \in \mathbf{Z}$. **A7.** а) $(\pi k; 1)$, $k \in \mathbf{Z}$; б) $(\pi k; 2)$, $k \in \mathbf{Z}$. **A8.** а) $\left(\frac{9\pi}{2}; \frac{\pi}{2} + \pi k\right)$, $k \in \mathbf{Z}$;

$(\pi n; -4\pi)$, $n \in \mathbf{Z}$; б) $\left(\frac{5\pi}{2}; \frac{\pi}{2} + \pi k\right)$, $k \in \mathbf{Z}$; $(\pi n; -6\pi)$, $n \in \mathbf{Z}$. **A9.** а) $(\pi + 2\pi k; -3)$,

$k \in \mathbf{Z}$; б) $\left(\frac{3\pi}{2} + 2\pi k; 2\right)$, $k \in \mathbf{Z}$. **A10.** а) $\left(\pm \frac{2\pi}{3} + 2\pi k; \pi + 2\pi n\right)$, $k, n \in \mathbf{Z}$;

б) $\left(\pm \frac{2\pi}{3} + 2\pi k; 2\pi n\right)$, $k, n \in \mathbf{Z}$.

Уровень В

B1. а) $\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi k}{2}; \pm \frac{\pi}{3} + \pi n\right)$, $k, n \in \mathbf{Z}$; б) $\left(\pi k; \frac{\pi}{2} + \pi n\right)$, $k, n \in \mathbf{Z}$.

B2. а) $\left(-\frac{\pi}{2} + 2\pi n; 2\pi k\right)$, $n, k \in \mathbf{Z}$; б) $\left(-\frac{\pi}{2} + 2\pi n; 2\pi k\right)$, $n, k \in \mathbf{Z}$.

B3. а) $\left(\frac{\pi}{6} + \frac{\pi n}{3}; -\frac{\pi}{4} + \frac{\pi k}{2}\right)$, $n, k \in \mathbf{Z}$; б) $\left(\frac{\pi}{8} + \frac{\pi n}{4}; \frac{\pi}{10} - \frac{\pi k}{5}\right)$, $n, k \in \mathbf{Z}$.

B4. а) $(-\pi; 5\pi)$; б) $(\pi; 0)$. **B5.** а) $\left(-13; -\frac{\pi}{2} + 2\pi n\right)$, $n \in \mathbf{Z}$; б) $\left(-9; -\frac{\pi}{2} + 2\pi n\right)$,

$$\begin{aligned}
& n \in \mathbf{Z}. \mathbf{B6.} \text{ а) } \left(-3; \frac{3\pi}{2} + 2\pi k\right); \text{ б) } (-5; \pi + 2\pi k). \mathbf{B7.} \text{ а) } \left(\frac{3\pi}{4} + 3\pi n; \frac{\pi}{2} + 2\pi k\right), \\
& \left(\frac{\pi}{2} + 2\pi m; -\frac{\pi}{3} - \frac{4\pi l}{3}\right), \quad k, l, m, n \in \mathbf{Z}; \text{ б) } \left(\frac{7\pi}{20} + \frac{7\pi k}{5}; \frac{7\pi}{8} + \frac{7\pi l}{2}\right), \\
& \left(\frac{9\pi}{20} + \frac{9\pi m}{5}; -\frac{9\pi}{8} - \frac{9\pi n}{2}\right), \quad k, l, m, n \in \mathbf{Z}. \mathbf{B8.} \text{ а) } (4; -1 + 4n), (2k; -5), \quad n, k \in \mathbf{Z}; \\
& \text{б) } (6; -1 + 4n), \left(\arccos \frac{1}{3} + 2\pi k; -11\right), \left(-\arccos \frac{1}{3} + 2\pi k; -11\right), \quad n, k \in \mathbf{Z}. \\
& \mathbf{B9.} \text{ а) } \left(\pi + 2\pi n; -\frac{7}{5}\right), \quad n \in \mathbf{Z}; \text{ б) } (\pi + 2\pi n; -1), \quad n \in \mathbf{Z}. \mathbf{B10.} \text{ а) } \left(-1; \frac{\pi}{2} + 2\pi n\right), \\
& n \in \mathbf{Z}; \text{ б) } \left(-5; \frac{\pi}{2} + 2\pi n\right), \quad n \in \mathbf{Z}.
\end{aligned}$$

Уровень С

$$\begin{aligned}
& \mathbf{C1.} \text{ а) } \left(3; \frac{\pi}{4} + \pi n\right), \quad n \in \mathbf{Z}; \text{ б) } \left(3; -\frac{\pi}{12} + \frac{\pi n}{3}\right), \quad n \in \mathbf{Z}. \mathbf{C2.} \text{ а) } \left(\arctg \frac{1}{2} + \pi n; \frac{9}{2}\right), \\
& \left(-\frac{\pi}{4} + \pi k; 3\right), \quad n, k \in \mathbf{Z}; \text{ б) } \left(\arctg \frac{1}{2} + \pi n; -\frac{3}{2}\right), \left(-\frac{\pi}{4} + \pi k; -3\right), \quad n, k \in \mathbf{Z}. \\
& \mathbf{C3.} \text{ а) } \left(-\sqrt{3}; -\frac{\pi}{3} + \pi n\right), \left(\sqrt{3}; \frac{\pi}{3} + \pi k\right), \quad n, k \in \mathbf{Z}; \text{ б) } \left(-3\sqrt{3}; -\frac{\pi}{3} + \pi n\right), \\
& \left(3\sqrt{3}; \frac{\pi}{3} + \pi k\right), \quad n, k \in \mathbf{Z}. \mathbf{C4.} \text{ а) } \left((-1)^k 3\sqrt{2}; \frac{3\pi}{4} + \pi k\right), \quad k \in \mathbf{Z}; \\
& \text{б) } \left((-1)^{k+1} 5\sqrt{2}; \frac{3\pi}{4} + \pi k\right), \quad k \in \mathbf{Z}. \mathbf{C5.} \text{ а) } x_1 = \frac{\pi}{2} + \pi n, y_1 = \frac{5\pi}{6} + 2\pi k, \quad n \in \mathbf{Z}, \\
& k \in \mathbf{Z}; x_2 = \pi m, y_2 = -\frac{\pi}{3} + 2\pi l, \quad m \in \mathbf{Z}, l \in \mathbf{Z}; \text{ б) } x_1 = -\frac{\pi}{6} + 2\pi n, y_1 = \pi k, \quad n \in \mathbf{Z}, \\
& k \in \mathbf{Z}; x_2 = \frac{2\pi}{3} + 2\pi m, y_2 = \frac{\pi}{2} + \pi l, \quad m \in \mathbf{Z}, l \in \mathbf{Z}. \mathbf{C6.} \text{ а) } x = \pi n, \quad y = 2\pi k, \quad n \in \mathbf{Z}, \\
& k \in \mathbf{Z}; \text{ б) } x = \pi n, \quad y = \frac{\pi}{2} + 2\pi k, \quad n \in \mathbf{Z}, k \in \mathbf{Z}. \mathbf{C7.} \text{ а) } (\pi + 2\pi n; 5), \left(\frac{\pi}{2} + 2\pi k; 6\right),
\end{aligned}$$

$n, k \in \mathbf{Z}$; б) $(\pi+2\pi n; -2)$, $\left(\frac{\pi}{2}+2\pi k; -1\right)$, $n, k \in \mathbf{Z}$. **C8.** а) $x=2$, $y=(-1)^n \frac{\pi}{4} + \pi n$,

$n \in \mathbf{Z}$; б) $x=-2$, $y=\pm\frac{5\pi}{6} + \pi n$, $n \in \mathbf{Z}$. **C9.** а) $x=-\frac{3\pi}{4} + 2\pi n$, $n \in \mathbf{Z}$; $y=7$;

б) $x=-\frac{\pi}{3} + 2\pi n$, $n \in \mathbf{Z}$; $y=-3$. **C10.** а) $x=-\frac{3\pi}{4} + 2\pi n$, $n \in \mathbf{Z}$; $y=-3$;

б) $x=\frac{5\pi}{6} + 2\pi n$, $n \in \mathbf{Z}$; $y=9$.

4.5. Системы, содержащие показательные уравнения

Уровень А

A1. а) (2; 1); б) (2; 1). **A2.** а) (1; 2); б) (3; 1). **A3.** а) (1; 1); б) (1; 1).
A4. а) (-2; 2); б) (-1; 2). **A5.** а) (1; 2); б) (2; 1). **A6.** а) (1; 1); б) (1; 2).
A7. а) (-2; -2); б) (-2; -1). **A8.** а) (2; 1); б) (3; 1). **A9.** а) (-7; 10); б) (6; 9).
A10. а) (3; 8); б) (1; 4).

Уровень В

B1. а) (-5; 0); б) (-4; 0). **B2.** а) (2; 9); (6; 5); б) (2; -5); (-2; -1). **B3.** а) (3; 1);
 б) (2; 1). **B4.** а) (1; ± 4); б) (1; ± 2). **B5.** а) (11; 15); б) (15; 9). **B6.** а) (2; 1); б) (4;
 2). **B7.** а) (-1; -2); (-13; 0); б) (-1; -2); (-21; 0). **B8.** а) (1; 4); б) (2; 3). **B9.** а) (1;
 4); б) (3; 2). **B10.** а) (1; 4); б) (4; 1).

Уровень С

C1. а) (4; 2), $(2\log_2 3; 4\log_3 2)$; б) (2; 3), $(\log_5 8; 2\log_2 5)$. **C2.**
 а) (1; 3), $(\log_7 8; \log_2 7)$; б) (1; 2); $(\log_2 3; 2\log_3 2)$. **C3.** а) (4; 1);
 б) (9; 1). **C4.** а) (-4; 1); б) (5; 1). **C5.** а) (1; 1); б) (1; 1). **C6.** а) (4; 2); б) (1; 4).
C7. а) (0; -2); б) (-2; 3). **C8.** а) (2; 1); б) (2; 5). **C9.** а) (3; 12); б) (0; 6).
 (задание должно быть сформулировано следующим образом: решите систему

уравнений $\begin{cases} 16^{x-1} + 63 \cdot 4^{x+1-0,5y} = 4^{-x+1} \\ y - x = 6 \end{cases}$). **C10.** а) (3; 4); б) (1; 2).

4.6. Системы, содержащие логарифмические уравнения

Уровень А

A1. а) (3; 1); б) (1; 3). **A2.** а) (10; 1); б) (9; 1). **A3.** а) (-6; 7); б) (6; 25).
A4. а) (2; -2); б) (25; 2). **A5.** а) (11; 6); (6; 11); б) (8; 5); (5; 8). **A6.** а) (7; 9);
 б) (7; 5). **A7.** а) $\left(\frac{1}{27}; 3\right)$; б) $\left(\frac{1}{25}; 5\right)$. **A8.** а) (6; 4); б) (4; 12). **A9.** а) (7; 69);
 б) (4; 41). **A10.** а) (8; 5); б) $\left(6; \frac{25}{11}\right)$, (10; 3).

Уровень В

B1. а) (-8,5; -1); б) (4; 1). **B2.** а) $\left(\frac{1}{3}; \frac{1}{49}\right)$, (9; 7); б) $\left(7; \frac{1}{2}\right)$, (49; 4).
B3. а) (2; 2); б) (6; 36). **B4.** а) (6; 8); б) (3; 3). **B5.** а) (3; 2); б) (2; 3).
B6. а) (1; -1); б) (1; 1). **B7.** а) (4; 7); б) (5; 9). **B8.** а) (3; 8); $\left(27; \frac{1}{32}\right)$; б) $\left(7; \frac{1}{2}\right)$;
 (49; 4). **B9.** а) $\left(0; -\frac{5}{3}\right)$; б) $\left(0; -\frac{3}{7}\right)$. **B10.** а) (5; 8); б) (16; 6).

Уровень С

C1. а) (255; -3); б) (245; -1). **C2.** а) (-1; -4); б) (-1; -16). **C3.** а) (4; 3); (2; 9);
 б) $\left(4; \frac{1}{81}\right)$; $\left(\frac{1}{16}; 9\right)$. **C4.** а) (25; 3); $\left(\frac{1}{25}; -1\right)$; б) (32; 11); $\left(\frac{1}{32}; 1\right)$.
C5. а) (6; 36); б) (3; 9). **C6.** а) (32; 1); (1; 32); б) (36; 1); (1; 36). **C7.** а) (3; 1);
 (1; 3); б) (1; 2); (2; 1). **C8.** а) (-2; -3); б) (1; -5). **C9.** а) (1; 5); б) (1; 4).
C10. а) (16; 256); б) (4; 16).

Глава 5. Неравенства и системы неравенств

5.1. Целые неравенства и системы неравенств

Уровень А

A1. а) $(-\infty; -1]$; б) $(-\infty; -1]$. **A2.** а) $(-\infty; 1,5]$; б) $(-\infty; 1,6]$. **A3.** а) (2; $+\infty$);
 б) (1; $+\infty$). **A4.** а) $(-2; +\infty)$; б) $(-2; +\infty)$. **A5.** а) $[1,5; +\infty)$; б) $\left[-\infty; \frac{1}{3}\right]$. **A6.** а) 1;

б) -2 . **A7.** а) $(-\infty; 2)$; б) $(-\infty; -1)$. **A8.** а) $\left[-\frac{6}{7}; +\infty\right)$; б) $\left[-\frac{15}{4}; +\infty\right)$.
A9. а) $\left[-3; \frac{1}{3}\right)$; б) $\left[-4; \frac{1}{4}\right)$. **A10.** а) $(-7; 0)$; б) $(-5; 0)$.

Уровень В

B1. а) $[-0,7; 0]$; б) $\left[0; \frac{8}{3}\right]$. **B2.** а) $\left(-\infty; -\frac{5}{6}\right] \cup \left[\frac{5}{6}; +\infty\right)$;
 б) $\left(-\infty; -\frac{4}{7}\right] \cup \left[\frac{4}{7}; +\infty\right)$. **B3.** а) $(-0,5; 5)$; б) $(-2; 0,2)$.
B4. а) $\left(-\infty; -\frac{8}{3}\right) \cup (3; +\infty)$; б) $\left(-\infty; -\frac{5}{3}\right) \cup (1,5; +\infty)$. **B5.** а) $(1; 4)$; б) $(1; 2)$.
B6. а) $\{1\} \cup [2; +\infty)$; б) $\{-2\} \cup [6; +\infty)$. **B7.** а) $\{-3\} \cup [1; 5]$; б) $\{-2\} \cup$
 $\cup [1; 4]$. **B8.** а) 1) $(-3; 0,8)$; 2) $[-2; 0,8]$; 3) $0,8$; б) 1) $[-3,5; 3]$; 2) $(-3,5; 1)$;
 3) $\{-3,5\} \cup [1; 3]$. **B9.** а) 100 ; б) 110 . **B10.** а) $2,5$; б) 5 .

Уровень С

C1. а) $(-\infty; -4] \cup \{-3\} \cup [-2; -1]$; б) $(-\infty; -6] \cup \{-5\} \cup [-2; -1]$.
C2. а) $\left(-\infty; \frac{1}{3}\right] \cup \left\{\frac{2}{3}\right\} \cup \left[\frac{3}{2}; +\infty\right)$; б) $(-\infty; 0,5] \cup \{2\} \cup [2,5; +\infty)$.
C3. а) $\left[-\frac{1}{6}; \frac{1}{6}\right]$; б) $\left[-\frac{1}{7}; \frac{1}{7}\right]$. **C4.** а) $\left(-1; -\frac{1}{3}\right) \cup \left(1; \frac{5}{3}\right)$;
 б) $(-4,5; -3,5) \cup (-0,5; 0,5)$. **C5.** а) $[-1; 1]$; б) $[-2; 2]$. **C6.** а) $(-\infty; -1] \cup [2; +\infty)$;
 б) $(-\infty; -2] \cup [4; +\infty)$. **C7.** а) $\{-11; -4\}$; б) $\{-12; -3\}$. **C8.** а) $[-2; -1,5] \cup \{-1\}$;
 б) $\left[-3; -\frac{7}{3}\right] \cup \{-2\}$. **C9.** а) $(-2; 1)$; б) $(-3; -2) \cup (2; +\infty)$. **C10.** а) $m > 3, k > 3,$
 $n < 3$; б) $x < 5, y < 5, z < 5$.

**5.2. Дробно-рациональные неравенства и системы,
содержащие дробно-рациональные неравенства**

Уровень А

- A1.** а) $\left(-\infty; -\frac{2}{3}\right)$; б) $\left(-\frac{3}{2}; +\infty\right)$. **A2.** а) $\left(\frac{1}{2}; +\infty\right)$; б) $\left(-\infty; \frac{2}{3}\right)$. **A3.** а) $\left(-\infty; \frac{2}{3}\right)$; б) $\left(\frac{3}{2}; +\infty\right)$. **A4.** а) $\left(-\frac{5}{4}; \frac{8}{3}\right)$; б) $\left(-\frac{7}{3}; \frac{5}{2}\right)$. **A5.** а) $(2; 2,5)$; б) $\left(-5; \frac{2}{3}\right)$. **A6.** а) $\left(-\infty; \frac{19}{30}\right]$; б) $\left(-\infty; \frac{4}{5}\right)$. **A7.** а) $\left(\frac{5}{6}; 1\right)$; б) $\left(\frac{3}{8}; 1\right)$. **A8.** а) $\left(\frac{2}{5}; 4\right)$; б) $(3; +\infty)$. **A9.** а) $\left(-\infty; \frac{3}{2}\right]$; б) $\left[\frac{2}{3}; +\infty\right)$. **A10.** а) $\left(-\infty; -\frac{3}{4}\right)$; б) $\left(\frac{4}{5}; +\infty\right)$.

Уровень В

- B1.** а) $\left(-\infty; -\frac{3}{2}\right) \cup \left(\frac{3}{2}; +\infty\right)$; б) $\left(-\frac{2}{3}; \frac{2}{3}\right)$. **B2.** а) $\left(-\infty; -\frac{3}{4}\right)$; б) $\left(-\infty; -\frac{5}{2}\right)$. **B3.** а) $(-\infty; 3) \cup [5; +\infty)$; б) $(-\infty; 4) \cup [7; +\infty)$. **B4.** а) $\left(-\infty; -\frac{7}{3}\right) \cup \{0\}$; б) $\left(-\infty; -\frac{5}{2}\right) \cup \{0\}$. **B5.** а) $\{-4\} \cup (-3; 3)$; б) $\{-7\} \cup (-6; 6)$. **B6.** а) $(0; 57) \cup \{67\}$; б) $(0; 79) \cup \{89\}$. **B7.** а) $(4; 5) \cup (7; 9)$; б) $(5; 6) \cup (9; 11)$. **B8.** а) $(-11; -4)$; б) $(-12; -6)$. **B9.** а) 91; б) 200. **B10.** а) 5; б) $7\frac{17}{19}$.

Уровень С

- C1.** а) $(-2; 4)$; б) $(-4; 3)$. **C2.** а) $(-4; -3) \cup \left[-\frac{7}{3}; 1\right)$; б) $(-\infty; -5) \cup \left(-4; -\frac{19}{6}\right] \cup (6; +\infty)$. **C3.** а) $(-\infty; 1] \cup (2; 3)$; б) $(-\infty; 1] \cup (4; 6)$. **C4.** а) $\{-4\}$; б) $\{-5\}$. **C5.** а) $\left(-\infty; \frac{6}{13}\right) \cup \left(\frac{13}{6}; +\infty\right)$; б) $\left(-\infty; \frac{5}{12}\right) \cup \left(\frac{12}{5}; +\infty\right)$. **C6.** а) $\{-5\}$; б) $-1 - \sqrt{19}$. **C7.** а) $(-\infty; -5) \cup (-5; -3] \cup \{-2\} \cup [-1; 1) \cup (1; +\infty)$; б) $(-\infty; -5) \cup (-5; -4] \cup \{-3\} \cup [-2; -1) \cup (-1; +\infty)$. **C8.** а) $[-9; -1] \cup \{1; 5; 9\}$; б) $[-7; -1] \cup \{1; 4; 7\}$. **C9.** а) $\{0\}$; б) $\{0\}$. **C10.** а) $b < 0$; б) $b < 0$.

**5.3. Иррациональные неравенства и системы,
содержащие иррациональные неравенства**

Уровень А

- A1.** а) $[2,25; +\infty)$; б) $(-\infty; 1,75]$. **A2.** а) $(-\infty; 2,5)$; б) $(-3,5; +\infty)$. **A3.** а) $(-\infty; -1,8]$; б) $[1,2; +\infty)$. **A4.** а) $(-2,75; +\infty)$; б) $(-\infty; 3,25)$. **A5.** а) $\left[\frac{8}{7}; +\infty\right)$; б) $\left(-\infty; -\frac{3}{7}\right]$. **A6.** а) $\left(-\infty; \frac{7}{6}\right)$; б) $\left(-\frac{8}{9}; +\infty\right)$. **A7.** а) $\left\{-\frac{5}{3}\right\}$; б) $\left\{\frac{11}{6}\right\}$. **A8.** а) $\left[\frac{1}{7}; +\infty\right)$; б) $\left(-\infty; \frac{1}{9}\right]$. **A9.** а) $(-\infty; 11)$; б) $(-13; +\infty)$. **A10.** а) $\{14\}$; б) $\{15\}$.

Уровень В

- B1.** а) $(-\infty; -3) \cup (8; +\infty)$; б) $(-\infty; -5) \cup (9; +\infty)$. **B2.** а) $\left(-\infty; \frac{5}{3}\right] \cup [3; +\infty)$; б) $\left(-\infty; \frac{13}{4}\right] \cup [4; +\infty)$. **B3.** а) $[-13; -12] \cup [12; 13]$; б) $[-13; -5] \cup [5; 13]$. **B4.** а) $(-4; -3] \cup [5; 6)$; б) $(-3; -1] \cup [5; 7)$. **B5.** а) $\{3\}$; б) $\{4\}$. **B6.** а) $(-\infty; 3]$; б) $(-\infty; 2]$. **B7.** а) $\left[-5; -\frac{13}{8}\right]$; б) $\left[-5; \frac{4}{3}\right]$. **B8.** а) $(-\infty; -0,6] \cup [6; +\infty)$; б) $\left(-\infty; -\frac{38}{3}\right] \cup [2; +\infty)$. **B9.** а) 240 000; б) 180 000. **B10.** а) 12; б) 27.

Уровень С

- C1.** а) $\left[\frac{1}{6}; 4\right)$; б) $\left[-\frac{3}{8}; 1\right)$. **C2.** а) $[0,45; 1,25) \cup (2,25; +\infty)$; б) $\left[\frac{5}{12}; 0,75\right) \cup (1,75; +\infty)$. **C3.** а) $(-\infty; -1] \cup \left[\frac{1}{3}; 1\right)$; б) $(-\infty; -0,5] \cup \left[\frac{1}{6}; 0,5\right)$. **C4.** а) $\left[-0,2; -\frac{1}{6}\right] \cup [0,25; 0,5]$; б) $\left[-2; -\frac{5}{3}\right] \cup [2,5; 5]$. **C5.** а) $[-1; 0]$; б) $[1; 2]$. **C6.** а) $\left\{-2; \frac{2}{3}\right\}$; б) $\{1; 2\}$. **C7.** а) $[0; 2] \cup (2,5; 7)$; б) $[0; 3] \cup (3,5; 6)$. **C8.** а) $\left[-\frac{1}{7}; 0\right] \cup \{5\}$; б) $\left[-\frac{4}{7}; 0\right] \cup \{3\}$. **C9.** а) $\left(-\infty; \frac{1}{3}\right] \cup (5; +\infty)$;

б) $(-\infty; -3] \cup (1,25; +\infty)$. **C10.** а) $\{-2\} \cup [14; +\infty)$; б) $\{-3\} \cup [33; +\infty)$.

5.4. Тригонометрические неравенства и системы, содержащие тригонометрические неравенства

Уровень А

A1. а) $\frac{\pi}{2} + 2\pi n, n \in \mathbf{Z}$; б) $-\frac{\pi}{2} + 2\pi n, n \in \mathbf{Z}$. **A2.** а) $\left(-\frac{5\pi}{6} + 2\pi n; -\frac{\pi}{6} + 2\pi n\right), n \in \mathbf{Z}$;

б) $\left(-\frac{3\pi}{4} + 2\pi n; -\frac{\pi}{4} + 2\pi n\right), n \in \mathbf{Z}$. **A3.** а) $\left[-\frac{5\pi}{4} + 2\pi n; \frac{\pi}{4} + 2\pi n\right], n \in \mathbf{Z}$;

б) $\left[-\frac{7\pi}{6} + 2\pi n; \frac{\pi}{6} + 2\pi n\right], n \in \mathbf{Z}$. **A4.** а) $x \neq \pi + 2\pi n, n \in \mathbf{Z}$; б) $x \neq 2\pi n, n \in \mathbf{Z}$.

A5. а) $\left[\frac{\pi}{4} + 2\pi n; \frac{7\pi}{4} + 2\pi n\right], n \in \mathbf{Z}$; б) $\left[\frac{\pi}{6} + 2\pi n; \frac{11\pi}{6} + 2\pi n\right], n \in \mathbf{Z}$.

A6. а) $\left[-\frac{2\pi}{3} + 2\pi n; \frac{2\pi}{3} + 2\pi n\right], n \in \mathbf{Z}$; б) $\left[-\frac{3\pi}{4} + 2\pi n; \frac{3\pi}{4} + 2\pi n\right], n \in \mathbf{Z}$.

A7. а) $\left[-\frac{\pi}{3} + \pi n; \frac{\pi}{2} + \pi n\right], n \in \mathbf{Z}$; б) $\left[-\frac{\pi}{6} + \pi n; \frac{\pi}{2} + \pi n\right], n \in \mathbf{Z}$.

A8. а) $\left(-\frac{\pi}{2} + \pi n; -\frac{\pi}{4} + \pi n\right], n \in \mathbf{Z}$; б) $\left(-\frac{\pi}{2} + \pi n; \frac{\pi}{4} + \pi n\right], n \in \mathbf{Z}$.

A9. а) $\left(-\frac{\pi}{6} + 2\pi n; \frac{\pi}{3} + 2\pi n\right] \cup \left[\frac{2\pi}{3} + 2\pi n; \frac{7\pi}{6} + 2\pi n\right), n \in \mathbf{Z}$; б) $\left(-\frac{\pi}{3} + 2\pi n; \frac{\pi}{6} + 2\pi n\right] \cup$

$\cup \left[\frac{5\pi}{6} + 2\pi n; \frac{4\pi}{3} + 2\pi n\right), n \in \mathbf{Z}$. **A10.** а) $\left[\frac{\pi}{4} + 2\pi n; \frac{\pi}{3} + 2\pi n\right] \cup \left(\frac{\pi}{2} + 2\pi n; \frac{4\pi}{3} + 2\pi n\right) \cup$

$\cup \left(\frac{3\pi}{2} + 2\pi n; \frac{7\pi}{4} + 2\pi n\right], n \in \mathbf{Z}$; б) $\left[\frac{\pi}{6} + 2\pi n; \frac{\pi}{4} + 2\pi n\right] \cup \left(\frac{\pi}{2} + 2\pi n; \frac{5\pi}{4} + 2\pi n\right) \cup$

$\cup \left(\frac{3\pi}{2} + 2\pi n; \frac{11\pi}{6} + 2\pi n\right], n \in \mathbf{Z}$.

Уровень В

B1. а) $\left[\frac{\pi n}{2}; \frac{\pi}{3} + \frac{\pi n}{2}\right], n \in \mathbf{Z}$; б) $\left[-\frac{\pi}{6} + \frac{2\pi n}{3}; \frac{\pi}{3} + \frac{2\pi n}{3}\right], n \in \mathbf{Z}$. **B2.** а) $\left(\pi n; \frac{3\pi}{4} + \pi n\right),$

$n \in \mathbf{Z}$; б) $\left(\frac{2\pi n}{5}; \frac{\pi}{3} + \frac{2\pi n}{5}\right), n \in \mathbf{Z}$. **B3.** а) $\left(\frac{2\pi}{9} + \frac{2\pi n}{3}; \frac{\pi}{3} + \frac{2\pi n}{3}\right), n \in \mathbf{Z}$;

- б) $\left(\frac{\pi}{2} + \pi n; \frac{3\pi}{4} + \pi n\right)$, $n \in \mathbf{Z}$. **B4.** а) $\left[\frac{\pi}{4} + \frac{\pi n}{2}; \frac{\pi}{3} + \frac{\pi n}{2}\right]$, $n \in \mathbf{Z}$; б) $\left[\frac{2\pi}{5} + \frac{2\pi n}{5}; \frac{8\pi}{15} + \frac{2\pi n}{5}\right]$, $n \in \mathbf{Z}$. **B5.** а) $\left[-\frac{2\pi}{3} + \frac{\pi n}{2}; -\frac{\pi}{3} + \frac{\pi n}{2}\right]$, $n \in \mathbf{Z}$; б) $\left[\frac{\pi}{2} + \frac{\pi n}{3}; \frac{7\pi}{9} + \frac{\pi n}{3}\right]$, $n \in \mathbf{Z}$.
- B6.** а) $\left(\frac{8\pi}{15} + \frac{\pi n}{5}; \frac{2\pi}{3} + \frac{\pi n}{5}\right)$, $n \in \mathbf{Z}$; б) $\left(-\frac{9\pi}{40} + \frac{\pi n}{10}; -\frac{3\pi}{20} + \frac{\pi n}{10}\right)$, $n \in \mathbf{Z}$.
- B7.** а) $\left[-\frac{\pi}{2} + \frac{\pi n}{2}; -\frac{\pi}{12} + \frac{\pi n}{2}\right]$, $n \in \mathbf{Z}$; б) $\left[\frac{8\pi}{9} + \frac{\pi n}{3}; \frac{10\pi}{9} + \frac{\pi n}{3}\right]$, $n \in \mathbf{Z}$.
- B8.** а) $\left[\frac{\pi}{4} + \pi n; \frac{3\pi}{4} + \pi n\right]$, $n \in \mathbf{Z}$; б) $\left[\frac{\pi}{3} + \pi n; \frac{2\pi}{3} + \pi n\right]$, $n \in \mathbf{Z}$.
- B9.** а) $\left[-\frac{\pi}{12} + \pi n; \frac{\pi}{12} + \pi n\right]$, $n \in \mathbf{Z}$; б) $\left[-\frac{\pi}{8} + \pi n; \frac{\pi}{8} + \pi n\right]$, $n \in \mathbf{Z}$.
- B10.** а) $\left[-\frac{3\pi}{8} + \pi n; \frac{3\pi}{8} + \pi n\right]$, $n \in \mathbf{Z}$; б) $\left[-\frac{5\pi}{12} + \pi n; \frac{5\pi}{12} + \pi n\right]$, $n \in \mathbf{Z}$.

Уровень C

- C1.** а) $\left[\frac{\pi}{3} + \pi n; \frac{7\pi}{6} + \pi n\right]$, $n \in \mathbf{Z}$; б) $\left[-\frac{\pi}{3} + \pi n; -\frac{\pi}{6} + \pi n\right]$, $n \in \mathbf{Z}$.
- C2.** а) $\left[\frac{\pi}{3} + 2\pi n; \frac{5\pi}{3} + 2\pi n\right]$, $n \in \mathbf{Z}$; б) $\left[\frac{2\pi}{3} + 2\pi n; \frac{4\pi}{3} + 2\pi n\right]$, $n \in \mathbf{Z}$.
- C3.** а) $\left[-\frac{\pi}{60} + \frac{\pi n}{5}; \frac{\pi}{60} + \frac{\pi n}{5}\right]$, $n \in \mathbf{Z}$; б) $\left[\frac{\pi}{12} + \frac{\pi n}{5}; \frac{7\pi}{60} + \frac{\pi n}{5}\right]$, $n \in \mathbf{Z}$.
- C4.** а) $\left(-\frac{\pi}{15} + \frac{2\pi n}{5}; \frac{\pi}{15} + \frac{2\pi n}{5}\right)$, $n \in \mathbf{Z}$; б) $\left(-\frac{2\pi}{21} + \frac{2\pi n}{7}; \frac{2\pi}{21} + \frac{2\pi n}{7}\right)$, $n \in \mathbf{Z}$.
- C5.** а) $(-0,5 \arccos 0,3 + \pi n; 0,5 \arccos 0,3 + \pi n)$, $n \in \mathbf{Z}$; б) $(-0,2 \arccos 0,2 + 0,4\pi n; 0,2 \arccos 0,2 + 0,4\pi n)$, $n \in \mathbf{Z}$. **C6.** а) $\left(\frac{\pi}{16} + \frac{\pi n}{2}; \frac{5\pi}{16} + \frac{\pi n}{2}\right)$, $n \in \mathbf{Z}$;
- б) $\left(-\frac{3\pi}{8} + \pi n; \frac{\pi}{8} + \pi n\right)$, $n \in \mathbf{Z}$. **C7.** а) $\left(\frac{4\pi}{3} + 2\pi n; \frac{7\pi}{3} + 2\pi n\right)$, $n \in \mathbf{Z}$;
- б) $\left(\frac{\pi}{6} + 2\pi n; \frac{7\pi}{6} + 2\pi n\right)$, $n \in \mathbf{Z}$. **C8.** а) $\left[2\pi n; \frac{\pi}{2} + 2\pi n\right]$, $n \in \mathbf{Z}$; б) $\left[\frac{\pi}{2} + 2\pi n; \pi + 2\pi n\right]$,

$$n \in \mathbf{Z}. \text{ C9. a) } \left[\frac{13\pi}{12} + 2\pi n; \frac{31\pi}{12} + 2\pi n \right], n \in \mathbf{Z}; \text{ б) } \left[\frac{\pi}{12} + 2\pi n; \frac{7\pi}{12} + 2\pi n \right], n \in \mathbf{Z}.$$

$$\text{C10. a) } \left[-\frac{\pi}{20} + \frac{\pi n}{5}; \frac{\pi}{20} + \frac{\pi n}{5} \right], n \in \mathbf{Z}; \text{ б) } \left[\frac{\pi}{28} + \frac{\pi n}{7}; \frac{3\pi}{28} + \frac{\pi n}{7} \right], n \in \mathbf{Z}.$$

**5.5. Показательные неравенства и системы,
содержащие показательные неравенства**

Уровень А

A1. а) $(-\infty; 2]$; б) $(-\infty; 3]$. **A2.** а) $[-2; +\infty)$; б) $[-1; +\infty)$. **A3.** а) $(-\infty; 1,5)$; б) $(-\infty; 1,5)$. **A4.** а) $\left(\frac{2}{3}; +\infty\right)$; б) $\left(\frac{2}{3}; +\infty\right)$. **A5.** а) $(-0,5; +\infty)$; б) $(-0,25; +\infty)$. **A6.** а) $(0; +\infty)$; б) $(0; +\infty)$. **A7.** а) $(-\infty; -1)$; б) $(-\infty; -1)$. **A8.** а) $(-\infty; -2]$; б) $(-\infty; -2]$. **A9.** а) $[1; 2]$; б) $[-2; -1]$. **A10.** а) $(-\infty; 2]$; б) $(-\infty; 2]$.

Уровень В

B1. а) $(-\infty; -0,5) \cup (1; +\infty)$; б) $\left(-\infty; -\frac{2}{3}\right) \cup (1; +\infty)$. **B2.** а) $(-3; 3)$; б) $(-4; 4)$. **B3.** а) $(-\infty; 2)$; б) $(-\infty; 2)$. **B4.** а) $(-\infty; -3] \cup [1; +\infty)$; б) $(-\infty; -3] \cup [1; +\infty)$. **B5.** а) $[19; +\infty)$; б) $[16; +\infty)$. **B6.** а) $[-3; +\infty)$; б) $[10; +\infty)$. **B7.** а) $(-7; -4]$; б) $(-7; -2]$. **B8.** а) $[4; +\infty)$; б) $[3; +\infty)$. **B9.** а) 8; б) 45. **B10.** а) 1,5; б) 0,5.

Уровень С

C1. а) $(-\infty; 3]$; б) $(-\infty; 4]$. **C2.** а) $(2; +\infty)$; б) $(-2; +\infty)$. **C3.** а) $(3,5; +\infty)$; б) $(-\infty; 2,5)$. **C4.** а) $(-6; -2) \cup [2; +\infty)$; б) $(-6; 1) \cup [2; +\infty)$. **C5.** а) $[-2; 3]$; б) $[-3; 1]$. **C6.** а) $(1; 2)$; б) $(0; 3)$. **C7.** а) $(-\infty; -2) \cup (1; 2)$; б) $(-\infty; -3) \cup (1; 3)$. **C8.** а) $\{1\} \cup (2; \log_2 7]$; б) $\{1\} \cup (3; \log_2 9]$. **C9.** а) $\{1\} \cup (3; \log_2 9]$; б) $\{1\} \cup (2; \log_2 7]$. **C10.** а) $\{1\} \cup (2; \log_2 5]$; б) $\{1\} \cup (4; \log_2 17]$.

**5.6. Логарифмические неравенства и системы,
содержащие логарифмические неравенства**

Уровень А

A1. а) $(0; 25)$; б) $(0; 64)$. **A2.** а) $(0; 27]$; б) $(0; 32]$. **A3.** а) $[0,5; +\infty)$; б) $[0,2; +\infty)$.
A4. а) $[1; +\infty)$; б) $[1; +\infty)$. **A5.** а) $\left(0; \frac{1}{49}\right)$; б) $\left(0; \frac{1}{64}\right)$. **A6.** а) $(0; 25]$; б) $(0; 50]$.
A7. а) $(-1,25; 30)$; б) $(2,5; 43)$. **A8.** а) $(25; +\infty)$; б) $(25; +\infty)$. **A9.** а) $[3; +\infty)$;
 б) $[0,8; +\infty)$. **A10.** а) $(10; +\infty)$; б) $(40; +\infty)$.

Уровень В

B1. а) $(-\infty; -1) \cup (5; +\infty)$; б) $(-\infty; -1) \cup (6; +\infty)$. **B2.** а) $(-1; 0) \cup (8; 9)$;
 б) $(-1; 0) \cup (3; 4)$. **B3.** а) $(-6; -4) \cup (2; 4)$; б) $(-3; -1) \cup (5; 7)$. **B4.** а) $(3,25; 15]$;
 б) $(3,4; 18]$. **B5.** а) $[-1; -0,4) \cup (0,4; 1]$; б) $[-1; -0,75) \cup (0,75; 1]$. **B6.** а) $(2,5; 5]$;
 б) $(3,5; 7]$. **B7.** а) $[5; 6)$; б) $[5; 8)$. **B8.** а) $(2; 3] \cup \{6\}$; б) $(3; 4] \cup \{7\}$.
B9. а) $\left[\frac{8}{3}; 3\right]$; б) $(4,5; 5]$. **B10.** а) $7,6$; б) $9,6$.

Уровень С

C1. а) $(0; 2]$; б) $(6; 9]$. **C2.** а) $[-2; -0,5) \cup (-0,5; 0) \cup (0; 0,5) \cup (0,5; 2]$;
 б) $[-5; -0,2) \cup (-0,2; 0) \cup (0; 0,2) \cup (0,2; 5]$. **C3.** а) $(-2,5; -2] \cup (1; 2]$;
 б) $(-5,5; -5] \cup (-2; -1]$. **C4.** а) $(-2; -1] \cup [4; 8)$; б) $(-3; -2] \cup [3; 7)$.
C5. а) $(4; 5) \cup (5; 10]$; б) $(1; 2) \cup (2; 3]$. **C6.** а) $[-3; 0) \cup [3; 20)$; б) $[-2; 0) \cup$
 $\cup [2; 15)$. **C7.** а) $[-1; 0) \cup (0; 3]$; б) $[-1; 0) \cup (0; 4]$. **C8.** а) $\left[-\frac{8}{7}; -\frac{1}{7}\right) \cup (1; 2]$;
 б) $\left[-\frac{9}{4}; -\frac{1}{4}\right) \cup (1; 3]$. **C9.** а) $(-1; 0] \cup (2; 3)$; б) $(-3; -2] \cup (0; 1)$.
C10. а) $(-1,4; -1,2) \cup [2; 6)$; б) $(-2,4; -2,2) \cup [1; 5)$.

Глава 6. Задачи с текстовым условием

6.1. Арифметические задачи с практическим содержанием

Уровень А

A1. а) 808; б) 356. **A2.** а) 91; б) 53. **A3.** а) 5; б) 6. **A4.** а) 16; б) 22. **A5.** а) 21; б) 4. **A6.** а) 12:15; б) 14:25. **A7.** а) 10; б) 15. **A8.** а) 4; б) 9. **A9.** а) 655,2; б) 672,6. **A10.** а) 211,2; б) 231. **A11.** а) 4; б) 7. **A12.** а) 8; б) 10. **A13.** а) 20; б) 15. **A14.** а) 6; б) 5. **A15.** а) 7; б) 9. **A16.** а) 109 200; б) 134 400. **A17.** а) 134; б) 96. **A18.** а) 16 200; б) 15 840. **A19.** а) 30; б) 12. **A20.** а) 17; б) 16.

6.2. Задачи на оптимальный выбор

Уровень А

A1. а) 12; б) 14. **A2.** а) 600; б) 665. **A3.** а) 17 220; б) 7760. **A4.** а) 25 690; б) 20 980. **A5.** а) 5; б) 5.

Уровень В

B1. а) 480; б) 630. **B2.** а) 235, 245. б) 136. **B3.** а) 125; 36; б) 2300. **B4.** а) 13; 256; б) 15; 236. **B9.** а) 0,008; б) 0,004.

Уровень С

C1. а) 15,9; б) 19,29. **C2.** а) 125 000; б) 86 000. **C3.** а) 693 600 р.; б) 810 000 р. **C4.** а) 12, 7, 43000; б) 6, 2, 41000. **C5.** а) На первый объект нужно направить 7 рабочих, на второй объект — 23 рабочих, либо на первый объект нужно направить 8 рабочих, на второй объект — 22 рабочих; зарплата составит 676 у.е. б) На первый объект нужно направить 3 рабочих, на второй объект — 18 рабочих, либо на первый объект нужно направить 4 рабочих, на второй объект — 17 рабочих; зарплата составит 369 у.е.

6.3. Задачи на движение

Уровень А

A1. а) 5; б) 4. **A2.** а) 5; б) 6. **A3.** а) 45 (задание должно быть сформулировано следующим образом: из одной точки круговой трассы, длина которой равна 15 км, одновременно в одном направлении стартовали два автомобилиста.

Скорость первого автомобилиста равна 60 км/ч, скорость второго автомобилиста равна 80 км/ч. Сколько минут пройдёт, прежде чем второй автомобилист будет опережать первого ровно на 1 круг?); б) 48. **A4.** а) 1; б) 4. **A5.** а) 70. б) 90. **A6.** а) 67,2; б) 86,4. **A7.** а) 500; б) 400. **A8.** а) $2\sqrt{13}$; б) $3\sqrt{13}$. **A9.** а) 12; б) 9. **A10.** а) 220; б) 225.

Уровень В

B1. а) 3 км; б) 3 км. **B2.** а) 12 км/ч; б) 16 км/ч. **B3.** а) 120 км; б) 140 км. **B4.** а) 4 км/ч; б) 4 км/ч. **B5.** а) 9 км; б) 6 км. **B6.** а) 10 км/ч; б) 7 км/ч. **B7.** а) 22 км/ч; б) 16 км/ч. **B8.** а) 12 км/ч; б) 12 км/ч. **B9.** а) 84 км/ч; б) 72 км/ч. **B10.** а) 24; б) 1200.

Уровень С

C1. а) 3; б) 4. **C2.** а) 14; б) 12. **C3.** а) 64; б) 78. **C4.** а) 5; б) 2. **C5.** а) 24; б) 60. **C6.** а) 10 км/ч, 12 км/ч; б) 15 км/ч, 18 км/ч. **C7.** а) 20 км/ч, 20 км; б) 20 км/ч, 29 км. **C8.** а) 40 км; б) 60 км. **C9.** а) 56; б) 77. **C10.** а) 42; б) 48.

6.4. Задачи на производительность и работу

Уровень А

A1. а) 2; б) 3. **A2.** а) 40; б) 72. **A3.** а) 15; б) 30. **A4.** а) 2,2; б) 5,5. **A5.** а) 20; б) 40. **A6.** а) 10; б) 30. **A7.** а) 30; б) 30. **A8.** а) 1,5; б) 32. **A9.** а) 55; б) 77. **A10.** а) 2; б) 1.

Уровень В

B1. а) 48; б) 14. **B2.** а) 12; б) 7. **B3.** а) 8; б) 5. **B4.** а) 10; б) 20. **B5.** а) 160; б) 320. **B6.** а) 55; б) 110. **B7.** а) 40 страниц в день; б) 25 страниц в день. **B8.** а) 28 мин; б) 6 мин. **B9.** а) 30 мин; б) 30 мин. **B10.** а) 4 мин; б) 4 мин.

Уровень С

C1. а) 15; б) 20. **C2.** а) 15; б) 24. **C3.** а) 4 ч; б) 7 ч (задание должно быть сформулировано следующим образом: три бригады маляров работают на строительстве и выполняют одинаковую работу, но имеют различную производительность труда. Производительность всех трёх бригад,

работающих вместе, в 1,25 раза выше производительности первой и второй бригад, работающих вместе. Некоторое задание для первой бригады вторая и третья бригады, работая совместно, могут выполнить на 3 ч 30 мин быстрее, чем его выполняет первая бригада. Это же задание вторая бригада выполняет на 2 ч быстрее по сравнению с первой бригадой. За какое время первая бригада выполнит это задание?). **С4.** а) 18; б) 16. **С5.** а) 2 ч 40 мин; б) 10 мин. **С6.** а) 6 дней; б) 3 дня. **С7.** а) 24 л/мин, 12 л/мин, 288 л; б) 24 л/мин, 12 л/мин, 336 л. **С8.** а) 23 ч; б) 24 ч. **С9.** а) 96 дней; б) 26 коров. **С10.** 360; б) 640.

6.5. Задачи на проценты, части, доли

Уровень А

A1. а) 288; б) 176. **A2.** а) 7; б) 27. **A3.** а) 20; б) 75. **A4.** а) 20; б) 37,5. **A5.** а) 35; б) 20. **A5.** а) 15; б) 20. **A6.** а) 5; б) 10. **A7.** а) 18; б) 17. **A8.** а) 456; б) 1440. **A9.** а) 578; б) 320. **A10.** 69 748; б) 7820.

Уровень В

B1. а) 30 000; б) 90 000. **B2.** а) 55; б) 36. **B3.** а) 38; б) 32. **B4.** а) 80; б) 75. **B5.** а) 70; б) 44. **B6.** а) 21; б) 12%. **B7.** а) 38; б) 79. **B8.** а) 11; б) 13. **B9.** а) 16; б) 22. **B10.** а) 160; б) 120.

Уровень С

C1. а) 190; б) 1600. **C2.** а) 27; б) 34. **C3.** а) 14; б) 20. **C4.** а) 2,9; б) 4,8. **C5.** а) 9; б) 15. **C6.** а) 100; б) 20. **C7.** а) 18; б) 1. **C8.** а) 2,045; б) 2,26. **C9.** а) 6; б) 11. **C10.** а) 4; б) 9.

6.6. Задачи на свойства целых чисел

Уровень А

A1. а) Нет; б) нет. **A2.** а) 8 р. 31 к.; б) 5 р. 28 к. **A3.** а) 13 см; б) 15 см. **A4.** а) 13; б) 17. **A5.** а) 8; б) 11. **A6.** а) 5; б) 6. **A7.** а) 24; б) 34. **A8.** а) 14; б) 24. **A9.** а) 34; б) 13. **A10.** а) 3; б) 13.

Уровень В

В1. а) 499; б) 995. **В2.** а) Может; б) нет. **В3.** а) Нет; б) может. **В4.** а) 5225; б) 5445. **В5.** а) 83; б) 65. **В6.** а) 511; б) 422. **В7.** а) 6; б) 5. **В8.** а) Нет; б) нет. **В9.** а) 13, да; б) 16, да. **В10.** а) На 228 букв; б) на 265 букв.

Уровень С

С1. а) 1; б) 2. **С2.** а) 21, 20; б) 12, 11. **С3.** а) 224; б) 230. **С4.** а) 1) Нет; 2) нет; 3) 38; б) 1) нет; 2) нет; 3) 42. **С5.** а) 1) Например, $(1 + 1 + 1) \cdot (1 + 1 + 1) \times (1 + 1 + 1) \cdot (1 + 1 + 1) \cdot (1 + 1)$; 2) например, $(1 + 4 + 1) \cdot (4 + 1 + 4) \times (1 + 4 + 1) \cdot (4 + 1 + 4) \cdot 1 \cdot 4$. б) 1) Например, $(1 + 1 + 1) \cdot (1 + 1 + 1) \times (1 + 1 + 1) \cdot (1 + 1) \cdot (1 + 1)$; 2) например, $(1 + 7 + 1) \cdot (1 + 7 + 1) \cdot (1 + 7 + 1) \times (7 + 1) \cdot (7 + 1)$. **С6.** а) 1) Нет; 2) да; 3) $\frac{6}{7}$; б) 1) нет; 2) да; 3) $\frac{4}{7}$. **С7.** а) 1) Нет; 2) 5; б) 1) нет; 2) 6. **С8.** а) 1) 5; 2) 36; б) 1) 10; 2) 36. **С9.** а) 1) Нет; 2) 3; 3) 5; б) 1) нет; 2) 2; 3) 5. **С10.** а) 1) Нет; 2) 7; 3) 30 000 и 49 000; б) 1) нет; 2) 8; 3) 55 000 и 76 000.

Глава 7. Представление данных, статистика, вероятность**7.1. Представление данных***Уровень А*

А1. а) 13%; б) 8%. **А2.** а) Нижний Новгород; б) Санкт-Петербург. **А3.** а) 40%; б) 75%. **А4.** а) 58; б) 15. **А5.** а) Количество новых станций. б) Протяжённость новых участков (км).

Уровень В

В1. а) 6727; б) 5341. **В2.** а) 98,06; б) 118,94. **В3.** а) 35,3%; б) 25,0%. **В4.** а) В стране 1 наблюдается значительный рост потребления электроэнергии с сентября по март. Вероятно, это связано с работой отопления. Скорее всего, страна 1 — северная страна с холодной зимой. б) В стране 2 сезонное изменение потребления энергии небольшое. Скорее всего, эта страна тропическая, где сезонное изменение связано с работой кондиционеров. Наблюдается небольшое повышение потребления

электроэнергии в апреле—августе. Значит, в эти месяцы температура в целом выше, чем в период с сентября по март. Вероятно, эта страна находится в северном полушарии вблизи экватора. **В5.** а) 5,95; б) 7,51.

7.2. Описательная статистика

Уровень А

A1. а) 2; б) -2. **A2.** а) 8; б) -4. **A3.** а) Прибл. 690 мм; б) прибл. 720 мм. **A4.** а) 1971 и 1974 гг.; б) 1984, 1985, 1987, 1988, 1989 и 1990 гг. **A5.** а) Прибл. 380 мм; б) прибл. 260 мм.

Уровень В

B1. а) 1971; б) 1983. **B2.** а) Поскольку значительных выбросов нет, типичный результат можно описать средним арифметическим: приблизительно 10,57 с; б) наилучшим является наименьшее значение 10,32 с. **B3.** а) 14,4; б) 36,8. **B4.** а) 30 и 16; б) 6 и 4. **B5.** а) 25°C и 7,5 кв. °C; б) 10,4°F и 32,4 кв. °F.

Уровень С

C1. а) 28%; б) 15%. **C2.** а) Нужно перевести Калинину и Сидорову из группы А в группу Б; б) нужно перевести Лопатина и Филина из группы Б в группу А. Эти решения не единственные. **C4.** а) Не может. Указание: В пункте (а) рассмотрите дисперсию числа конфет у детей. При каждом обмене дисперсия уменьшается. Доказательство в пункте (б) проводится аналогично. **C5.** а) Медиана набора x_1, x_2, \dots, x_n ; б) среднее арифметическое набора x_1, x_2, \dots, x_n .

7.3. Случайные опыты с равновозможными элементарными событиями

Уровень А

A1. а) $\frac{1}{3}$; б) $\frac{2}{3}$. **A2.** а) $\frac{8}{17}$; б) $\frac{3}{17}$. **A3.** а) $\frac{5}{8}$; б) $\frac{5}{9}$. **A4.** а) 0,125; б) 0,5. **A5.** а) 0,5; б) 0,75.

Уровень В

В1. а) 0,1; б) 0,18. **В2.** а) 0,0024; б) 0,0007. **В3.** а) $\frac{2}{13}$; б) $\frac{3}{4}$. **В4.** а) 0,48; б) 0,32. **В5.** а) $\frac{1}{66}$; б) $\frac{1}{190}$.

Уровень С

С1. а) 0,72; б) 0,27. **С2.** а) 0,037; б) 0,729. **С3.** а) $\frac{17}{24}$; б) $\frac{119}{120}$. **С4.** а) $\frac{5}{1292}$; б) $\frac{105}{646}$. **С5.** а) В лотерее «6 из 49» примерно в 1,43 раза; б) в лотерее «5 из 36» примерно в 37 раз (при этом обе вероятности практически равны нулю)

7.4. Операции над событиями. Дерево вероятностей.**Независимость событий***Уровень А*

А1. а) В; б) С. **А2.** а) 0,64; б) 0,47. **А3.** а) 0,975; б) 0,98. **А4.** а) 0,24; б) 0,58. **А5.** а) $\frac{1}{9}$; б) $\frac{1}{6}$.

Уровень В

В1. а) 0,41; б) 0,8. **В2.** а) 0,9025; б) 0,9975. **В3.** а) 0,8464; б) 0,9936. **В4.** а) $\frac{1}{6}$; б) $\frac{5}{18}$. **В5.** а) 0,32; б) 0,336.

Уровень С

С1. а) $\frac{15}{16}$; б) $\frac{1}{12}$. **С2.** а) 0,67; б) 0,88. **С3.** а) События равновозможны; б) 0,5. **С4.** а) $\frac{25}{36}$; б) $\frac{35}{36}$. **С5.** а) 0,2; б) 0,042.

7.5. Условная вероятность.

Формула полной вероятности

Уровень А

A1. а) 0,8; б) 0,4. **A2.** а) $\frac{1}{2}$; б) $\frac{3}{7}$. **A3.** а) $\frac{6}{17}$; б) $\frac{6}{17}$. **A4.** а) $\frac{1}{3}$; б) $\frac{2}{3}$. **A5.** а) 0,44; б) 0,2.

Уровень В

B1. а) $\frac{14}{27}$; б) $\frac{13}{27}$. **B2.** а) 0,55; б) $\frac{4}{15}$. **B3.** а) $\frac{1}{3}$; б) $\frac{6}{11}$. **B4.** а) 88%; б) 81%. **B5.** а) 0,72; б) 0,78.

Уровень С

C1. а) $\frac{1}{5}$; б) $\frac{4}{5}$. **C2.** а) $\frac{18}{343}$; б) $\frac{342}{343}$. **C3.** а) Менять: при этом вероятность получить приз вырастает до $\frac{2}{3}$; б) А. волнуется зря: вероятность не изменилась, она по-прежнему равна $\frac{2}{3}$. **C4.** а) Осталась прежней; б) на $pq(p - q)$, где $q = 1 - p$ (если $p < 0,5$, то вероятность снизилась, если $p > 0,5$, то выросла). **C5.** а) $\frac{27}{59}$; б) $\frac{16}{43}$.

7.6. Независимые испытания

Уровень А

A1. а) $\frac{1}{8}$; б) $\frac{1}{16}$. **A2.** а) $\frac{25}{216}$; б) $\frac{125}{216}$. **A3.** а) 0,096; б) 0,054. **A4.** а) 0,35; б) 0,41. **A5.** а) 0,21; б) 0,09.

Уровень В

B1. а) 0,994; б) 0,893. **B2.** а) 0,246; б) 0,164. **B3.** а) 0,441; б) 0,528. **B4.** а) 7; б) 13. **B5.** а) 230; б) 460.

Уровень С

С1. а) q^k ; б) $q^{k-1} - q^n$. **С2.** а) Прибл. 0,67; б) прибл. 0,62; первое более вероятно. **С3.** а) Да; б) нет. **С4.** а) 11 : 5; б) 3 : 13. **С5.** а) 1; б) $\frac{C_{2n}^{n-1}}{2^{2n-1}}$.

Глава 8. Функции и графики**8.1. Чтение графиков реальных зависимостей***Уровень А*

А1. а) -6, б) 0. **А2.** а) 755, б) 5. **А3.** а) 55; б) 0,2. **А4.** а) 200; б) 200. **А5.** а) 23; б) 26.

Уровень В

В1. а) 1) -5; -1; 3; 2) y возрастает на $[-3; 1]$; 3) $x \in (-\infty; -5) \cup (-1; 3)$; 4) -2;
б) 1) -3; -1; 5; 2) y возрастает на $[-2; 2]$; 3) $x \in (-\infty; -3) \cup (-1; 5)$;
4) 3. **В2.** а) 1) $[-4; 7]$; 2) -3; 1; 7; 3) 4; 4) $f(x)$ возрастает на $[-4; -1]$ и на $[2; 7]$;
б) 1) $[-4; 7]$; 2) -3; 1; 7; 3) -4; 4) $f(x)$ убывает на $[-4; -1]$ и на $[2; 7]$.
В3. а) 1) $[-4; 6]$; 2) $[-3; 4]$; 3) -1; 4) $f(x)$ возрастает на $[-1; 6]$, убывает на $[-4; -1]$;
б) 1) $[-4; 6]$; 2) $[0; 4]$; 3) -1; 5; 4) $f(x)$ возрастает на $[-4; -1]$ и на $[2; 6]$, убывает на $[-1; 2]$. **В4.** а) 1) $[0; 11]$; 2) 1; 6; 3) 2; 4) $x \in (1; 6)$;
б) 1) $[0; 10]$; 2) 1; 7; 3) 3; 4) $x \in (1; 7)$. **В5.** а) Сделка принесла предпринимателю прибыль в 480 р.; б) сделка принесла предпринимателю прибыль в 540 р.

Уровень С

С1. а) 1) -7; 2) -2; 3) $c \in (-\infty; -7) \cup [1; +\infty)$; б) 1) -2; 2) 1; 3) $c \in [-2; 3)$.
С2. а) 1) -6; -4; 0; 4; 2) $c \in (-\infty; -5) \cup (2; +\infty)$ — нет корней; $c \in \{-5\} \cup \cup (0; 2]$ — 1 корень; $c \in (-5; -4) \cup \{0\}$ — 2 корня; $c \in \{-4\} \cup (-3; 0)$ — 3 корня; $c \in (4; -3]$ — 4 корня; б) 1) -6; -4; 0; 4; 2) $c \in (-\infty; -2) \cup (5; +\infty)$ — нет корней; $c \in [-2; 0) \cup \{5\}$ — 1 корень; $c \in \{0\} \cup (4; 5)$ — 2 корня; $c \in (0; 3) \cup$

$\cup \{4\}$ — 3 корня; $c \in [3; 4)$ — 4 корня. **С3.** а) 1) 3 ч; 2) 5 км/ч; 3) 3,2 км/ч;
 б) 1) 5 ч; 2) $\frac{8}{3}$ км/ч; 3) 3,2 км/ч. **С4.** а) 0,64%; б) 0,14%. **С5.** а) 40 р.; б) 10 р.

8.2. Целые рациональные функции

Уровень А

A1. а) 16; б) 4. **A2.** а) 5; б) -2. **A3.** а) -2; б) 7. **A4.** а) $\left[\frac{7}{6}; +\infty\right)$; б) $\left[-\frac{3}{8}; +\infty\right)$.

A5. а) $\left[-\frac{5}{4}; +\infty\right)$; б) $\left[\frac{5}{6}; +\infty\right)$.

Уровень В

B1. а) $x = -3$; б) $x = 2$. **B3.** а) В одной точке; б) в одной точке. **B4.** а) $y = 3x - 8$;
 б) $y = -4x + 7$. **B5.** а) $p = -2$; б) $p = -2$.

Уровень С

C1. а) $k \in (-\infty; -4)$ — решений нет; $k \in \{-4\} \cup (-3; +\infty)$ — 2 решения;
 $k \in (-4; -3)$ — 4 решения; $k \in \{-3\}$ — 3 решения; б) $k = -5$ — одно решение;
 $k \in (-\infty; -5)$ — нет решений; $k \in (-5; +\infty)$ — 2 решения. **C2.** а) 4 точки;
 б) 6 точек. **C5.** а) $c = 0$, $c \in (-\infty; -4)$; б) $c = 0$, $c \in (9; +\infty)$.

8.3. Дробно-рациональные функции

Уровень А

A1. а) (0; 0); б) (0; 0). **A2.** а) $y = -\frac{3}{x}$; б) $y = \frac{7}{x}$. **A3.** а) 2,5; б) 1,2. **A4.** а) 2,5; б) 1,4.

A5. а) -2; б) -3.

Уровень В

B1. а) (1;5) и (5;1); б) (1; -3) и (3; -1). **B2.** а) $y = -\frac{7}{x}$; б) $y = -5x^2$.

B3. а) $(-\infty; -4]$; б) $[7; +\infty)$. **B4.** а) 6; б) 2. **B5.** а) $\frac{7}{6}$; б) $\frac{4}{5}$.

Уровень С

C1. а) $y = 8$; б) $y = -4$. **C3.** а) 0; 0,5; 1; б) 0; 0,5; 1. **C4.** а) $y = 3, x = -1$; б) $y = 5, x = 1$. **C5.** а) $\left(-\infty; \frac{13 - \sqrt{153}}{8}\right] \cup \left[\frac{13 + \sqrt{153}}{8}; +\infty\right)$; б) $\left(-\infty; \frac{1}{9}\right] \cup [1; +\infty)$.

8.4. Иррациональные функции*Уровень А*

A1. а) 60; б) 120. **A2.** а) 9; б) 8. **A3.** а) 7; б) 8. **A4.** а) 5; б) 6. **A5.** а) 6; б) 5.

Уровень В

B1. а) Одно решение; б) одно решение. **B2.** а) $y = 13; x = 0$; б) $y = 10; x = 0$. **B3.** а) $y = 3; x = 3$; б) $y = 5; x = 5$. **B4.** а) $y = 7; x = 7$; б) $y = 5; x = 5$. **B5.** а) $y = -15; x = -3$; б) $y = -8; x = -2$.

Уровень С

C1. а) $y = 3; x = 1,6$; б) $y = 4; x = 0,7$. **C2.** а) 2; б) 5. **C3.** а) $y = 4; x = -2$; б) $y = 3; x = -3$. **C4.** а) $c = 3$; б) $c = -2$. **C5.** а) 27; б) 8.

8.5. Тригонометрические функции*Уровень А*

A1. а) 3; б) 2. **A2.** а) 4; б) 3. **A3.** а) 2; б) 4. **A4.** а) $[-15; -1]$; б) $[-1; 15]$. **A5.** а) $[1; 17]$; б) $[-17; 1]$.

Уровень В

B1. а) $[-4; 1]$; б) $[-5; -1]$. **B2.** а) $[7; 13]$; б) $[5; 9]$. **B3.** а) 4; б) 5. **B4.** а) $\frac{\pi}{2}$; б) $\frac{\pi}{3}$. **B5.** а) 20; б) 16.

Уровень С

C1. а) $[5; 10]$; б) $[10; 17]$. **C2.** а) 23; б) 23. **C3.** а) 2024; б) 2025. **C4.** а) 19; -41; б) 66; -2. **C5.** а) (0; 0); б) (0; 0).

8.6. Показательная функция

Уровень А

A1. а) 2; б) 3. **A2.** а) 3; б) 4. **A3.** а) $f(-1,8)$; б) $f(-3,2)$. **A4.** а) $f(-3,4)$; б) $f(-7,6)$.
A5. а) 4; б) 5.

Уровень В

B1. а) 7; б) 7. **B2.** а) 2; б) 5. **B3.** а) $[2,2; 7]$; б) $[5,5; 7]$. **B4.** а) 5; б) 3.
B5. а) $[-2,95; 17]$; б) $[-6,9; 17]$.

Уровень С

C1. а) 18; б) 9. **C2.** а) 1; б) -6 . **C3.** а) 67; б) 341. **C4.** а) 0,25; 256; б) 0,2; 625.
C5. а) $y_{\max} = y(-0,5) = \sqrt{3}$; б) $y_{\max} = y(-0,5) = \sqrt{7}$.

8.7. Логарифмическая функция

Уровень А

A1. а) 5; б) 4. **A2.** а) 3; б) 2. **A3.** а) $f(3,2)$; б) $f(1,4)$. **A4.** а) $f(5,8)$; б) $f(-4,8)$.
A5. а) -1 и 2 ; б) -1 и 3 .

Уровень В

B1. а) 1 и 13; б) -6 и 9. **B2.** а) -6 и -2 ; б) -6 и -2 . **B3.** а) 21; б) 7. **B4.** а) $[-3; 0]$;
 б) $[-2; 0]$. **B5.** а) -1 ; б) -2 .

Уровень С

C1. а) $[1,5; 3,5]$; б) $[1,5; 4,5]$. **C2.** а) $y_{\min} = y(-0,99) = -4$; б) $y_{\min} = y(-1,9) = -1$.
C3. а) $y_{\min} = y(8) = 5$; б) $y_{\min} = y(16) = 5$. **C4.** а) $y_{\min} = y(4) = 3$; б) $y_{\min} = y(3) = 2$.
C5. а) $y_{\min} = y(\sqrt{1,5}) = 0$; б) $y_{\min} = y(\sqrt{1,25}) = 0$

Глава 9. Начала математического анализа.

Исследование функций

9.1. Графические интерпретации

Уровень А

A1. а) 2; б) 1,5. **A2.** а) $-1,25$; б) $-1,75$. **A3.** а) 0,625; б) 1,25. **A4.** а) 3; б) 2.
A5. а) 3; б) 5. **A6.** а) 4; б) 1. **A7.** а) -25 ; б) 26. **A8.** а) -1 ; б) 1. **A9.** а) 2; б) 2.
A10. а) -2 ; б) -3 . **A11.** а) 10; б) 8. **A12.** а) 2,7; б) 3,2 (задание должно быть

сформулировано следующим образом: на рисунке изображён график некоторой функции $y = f(x)$. Функция $F(x) = -\frac{4}{5}x^3 + \frac{108}{5}x^2 - 192x - 1$ — одна из первообразных функции $f(x)$. Найдите площадь закрашенной фигуры).

9.2. Целые рациональные функции

Уровень А

A1. а) $\frac{7}{3}$; б) $\frac{4}{3}$. **A2.** а) 3; б) -2. **A3.** а) $[-3; 3]$; б) $[-2; 2]$. **A4.** а) $[-2; 2]$; б) $[-3; 3]$.

A5. а) $y = 6 - 11x$; б) $y = 6x + 8$. **A6.** а) 3; б) 3. **A7.** а) -3; б) -5.

A8. а) 133 м/мин; б) 204 м/мин. **A9.** а) $y = 3x^2 + 5x + 4$; б) $y = 2x^2 + 3x$.

A10. а) $y = 4 + 7x - 4x^2$; б) $y = 8 + 9x - 5x^2$.

Уровень В

B1. а) -4; б) -13. **B2.** а) $y = 4x + 27$; б) $y = 4x + 19$. **B3.** а) $y = -17x - 28$; б) $y = 21x - 17$. **B4.** а) $y = -5x + 12$; б) $y = 6x - 10$. **B5.** а) $(-2; 6)$; б) $(-2; -28)$.

B6. а) 2; б) 17. **B7.** а) 22; б) 12. **B8.** а) $F(x) = \frac{x^4}{2} - \frac{x^3}{3} + \frac{11}{6}$;

б) $F(x) = \frac{x^4}{2} + \frac{x^3}{3} + \frac{13}{6}$. **B9.** а) 45; б) 45,5. **B10.** а) 0; б) 0.

Уровень С

C1. а) $y = 20x$; $y = -20x$; б) $y = 16x$; $y = -16x$. **C2.** а) 0; 3; 8; б) -1; -7; 0.

C3. а) $\arctg 5$; б) $\arctg 4$. **C4.** а) $y = 3x - \frac{10}{3}$; б) $y = 2x + 10$. **C5.** а) $y = 12x + 11$;

б) $y = 3x - 6$. **C6.** а) $\frac{529}{2}$; 98; б) $\frac{25}{2}$; 50. **C7.** а) $-\frac{722}{3}$; б) -35.

C8. а) $F(x) = \frac{4}{9}x^3 - 11x + 24$; $F(x) = \frac{4}{9}x^3 - 11x - 24$; б) $F(x) = \frac{x^3}{4} - 11x + 32$;

$F(x) = \frac{x^3}{4} - 11x - 32$. **C9.** а) $-\frac{11}{6}$; б) $\frac{15}{8}$. **C10.** а) $\frac{7}{2}$; б) -1.

9.3. Дробно-рациональные функции

Уровень А

- A1.** а) -96 ; б) -162 . **A2.** а) -20 ; б) -27 . **A3.** а) -6 ; б) -3 . **A4.** а) -2 ; б) 2 .
A5. а) $\frac{949}{27}$; б) -3 . **A6.** а) -4 ; б) -5 . **A7.** а) $\frac{1}{7}$; б) 6 . **A8.** а) $(-\infty; 2)$; $(2; +\infty)$;
 б) $(-\infty; 3)$; $(3; +\infty)$. **A9.** а) $[-2,5; 0)$; $(0; 2,5]$; б) $\left[-\frac{4}{3}; 0\right)$; $\left(0; \frac{4}{3}\right]$.
A10. а) $y = -x - 8$; б) $y = -x - 4$.

Уровень В

- B1.** а) $y = -\frac{1}{6}x + \frac{1}{2}$; б) $y = -\frac{1}{18}x - \frac{1}{4}$. **B2.** а) $y = -3x + 19$; $y = -3x - 5$;
 б) $y = x - 1$; $y = x + 11$. **B3.** а) $y = -x - 11$; б) $y = -8x + 19$. **B4.** а) $y = \frac{37}{3}x + 6$;
 б) $y = 19x + \frac{23}{2}$. **B5.** а) $y = \frac{17}{4}x - 4$; б) $y = \frac{7}{3}x - 2$. **B6.** а) $y = 7x + \frac{1}{2}$;
 б) $y = 31x - \frac{70}{3}$. **B7.** а) $F(x) = 3x^2 - 5\ln x - 5$; б) $F(x) = x^2 + \ln x - 6$.
B8. а) $7\ln\frac{11}{8} + 21$; б) $3\ln\frac{7}{4} + 31$. **B9.** а) $y = -\frac{3}{5x} - \frac{18}{5}$; б) $y = \frac{4}{3x} + \frac{5}{3}$.
B10. а) $y = -0,74x + 0,68$; б) $y = -\frac{16}{25}x + \frac{28}{25}$.

Уровень С

- C1.** а) $y = 6x + 2$; $y = \frac{2}{3}x + \frac{2}{3}$; б) $y = -\frac{3}{2x} + 2$; $y = -\frac{1}{6}x + \frac{2}{3}$.
C2. а) $y = \frac{27x}{224} + \frac{135}{224}$; $y = \frac{x}{8} + \frac{5}{8}$; б) $y = \frac{81x}{22} + \frac{162}{11}$; $y = -\frac{3x}{50} - \frac{6}{25}$.
C3. а) $3\sqrt{15}$; $-3\sqrt{15}$; б) $6\sqrt{6}$; $-6\sqrt{6}$. **C4.** а) 6 ; б) $\frac{8}{3}$. **C5.** а) $y = -12x + 9$;
 $y = -12x - 15$; $y = -\frac{x}{12} - 2$; $y = -\frac{x}{12} - 4$; б) $y = -9x + 4$; $y = -9x - 8$;
 $y = -\frac{x}{9} - \frac{4}{3}$; $y = -\frac{x}{9} - \frac{8}{3}$. **C6.** а) $1 : 1$; б) $1 : 1$. **C7.** а) Первообразная возрастает

на промежутках $x \in (-\infty; -4]$; $x \in [4; +\infty)$ и убывает на промежутке $[-4; 4]$;
 б) первообразная возрастает на промежутках $x \in (-\infty; -5]$; $x \in [5; +\infty)$ и
 убывает на промежутке $[-5; 5]$. **C8.** а) $x = 5$; б) $x = 2$. **C9.** а) $y = 15x + 28$;
 б) $y = 23x + 72$. **C10.** а) $-\frac{1}{14}$; $\frac{1}{12}$; б) $\frac{5}{6}$; $-\frac{5}{8}$.

9.4. Иррациональные функции

Уровень А

A1. а) 3; б) -5. **A2.** а) 20; б) 28. **A3.** а) 2; б) 3. **A4.** а) 1; б) -2. **A5.** а) 36; б) 49.
A6. а) 9; б) 25. **A7.** а) $\frac{\pi}{4}$; б) $\frac{\pi}{6}$. **A8.** а) $\frac{5\pi}{6}$; б) $\frac{2\pi}{3}$. **A9.** а) 4; б) 6. **A10.** а) 8;
 б) 27 (задание должно быть сформулировано следующим образом:
 материальная точка движется прямолинейно по закону $x(t) = 3t + 27\sqrt[3]{t}$
 (расстояние x измеряется в метрах, время t измеряется в минутах). В какой
 момент времени скорость точки станет равна 4?)

Уровень В

B1. а) 8; -8; б) -8; 8. **B2.** а) $y = 2x - 7$; б) $y = \frac{9}{4}x - 2$. **B3.** а) $y = \frac{x}{8} + \frac{9}{2}$;
 б) $y = \frac{5}{2}x - \frac{19}{2}$. **B4.** а) $y = 35x - 172$; б) $y = -7x - 2$. **B5.** а) $y = -\frac{5}{2}x + 6$;
 б) $y = -\frac{2}{3}x + 5$. **B6.** а) $y = 5x - 5$; б) $y = 6,3x + 5,6$.
B7. а) $F(x) = 10x\sqrt[5]{x} - 3x + 13 - 30\sqrt[5]{3}$; б) $F(x) = 6x\sqrt{x} + 2x - 14 - 36\sqrt{6}$.
B8. а) $F(x) = 2x + 22\sqrt{x} - 67$; б) $F(x) = -10x - 6\sqrt{x} + 407$. **B9.** а) $-\frac{\sqrt[5]{5}}{11\sqrt[6]{11}}$;
 б) $-\frac{10\sqrt[3]{10}}{9\sqrt[4]{3}}$. **B10.** а) $y = 4x$; б) $y = \frac{x}{2}$.

Уровень С

C1. а) $\frac{1}{\sqrt{14}}$; б) $\frac{2}{\sqrt{10}}$. **C2.** а) 0,4; б) 0,3. **C3.** а) $\left(0; \frac{5\sqrt[3]{6}}{6}\right)$; б) $\left(0; -\frac{5\sqrt[3]{10}}{6}\right)$.

- C4.** а) $\frac{9}{4}$; б) $\frac{8}{3}$. **C5.** а) 90° ; 60° ; 30° ; б) 90° ; 30° ; 60° . **C6.** а) $y = \frac{3}{4}x - \frac{25}{2}$;
 б) $y = \frac{2}{\sqrt{21}}x - \frac{75}{\sqrt{21}}$. **C7.** а) 272,25; б) 330,75. **C8.** а) $F(8) < F(9)$; б) $F(4) < F(5)$.
C9. а) $\frac{7}{2}$; б) $\frac{5}{4}$. **C10.** а) $x = -\frac{9}{4}$; б) $x = 1$.

9.5. Тригонометрические функции

Уровень А

- A1.** а) -8; б) 3. **A2.** а) -5; б) -24. **A3.** а) 42; б) 16. **A4.** а) 8; б) 5.
A5. а) $y = 4x + 5$; б) $y = 5x + 13$. **A6.** а) -56; б) 56. **A7.** а) 20; б) 21. **A8.** а) $\frac{\pi}{6}$;
 б) $\frac{\pi}{3}$. **A9.** а) $\frac{\pi}{4}$; б) $\frac{\pi}{4}$. **A10.** а) $\frac{2\pi}{3}$; б) $\frac{5\pi}{6}$.

Уровень В

- B1.** а) $y = -3x + 1$; б) $y = x + 1$. **B2.** а) $\pm \frac{\pi}{6} + \pi n$, $n \in \mathbf{Z}$; б) $\pm \frac{\pi}{6} + \pi n$, $n \in \mathbf{Z}$.
B3. а) $y = 4x + 7$; б) $y = 3x + 6$. **B4.** а) $y = 2x - 5$; б) $y = -13x - 10$.
B5. а) $y = 4x + 7$; б) $y = 2x - 5$. **B6.** а) $F(x) = \frac{5x^2}{2} - 2\cos\frac{x}{2} + 2$;
 б) $F(x) = x^2 + 5\sin\frac{x}{5}$. **B7.** а) $F(x) = x + \frac{1}{6}\sin 6x + \frac{11\pi}{6}$; б) $F(x) = 3x -$
 $-\frac{1}{2}\cos 2x - \frac{9\pi}{2} - \frac{1}{2}$. **B8.** а) $F(x) = \frac{1}{3}x^3 - \frac{4}{3}\sin 3x$; б) $F(x) = \frac{1}{5}x^5 + \sin 2x$.
B9. а) $F(x) = -2\cos x + x + 3$; б) $F(x) = -7\cos x - 2x + 16$. **B10.** а) $y = -9x + 9$;
 б) $y = -7x + 1$.

Уровень С

- C1.** а) πn ; $\frac{\pi}{3} + 2\pi n$; $\frac{2\pi}{3} + 2\pi n$, $n \in \mathbf{Z}$; б) πn ; $\frac{\pi}{4} + 2\pi n$; $\frac{3\pi}{4} + 2\pi n$, $n \in \mathbf{Z}$.
C2. а) $y = -6x + 3 + 6\pi n$, $n \in \mathbf{Z}$; б) $y = 4x + 1 - 4\pi n$, $n \in \mathbf{Z}$. **C3.** а) $y = -x + \frac{3\pi}{2}$;
 б) $y = -x + \pi$. **C4.** а) $y = 12x - 3$; б) $y = 11x + 1$. **C5.** а) $y = 8x \pm 7\pi$;
 б) $y = 8x \pm 5\pi$. **C6.** а) $y = 10\pi x \pm 10\pi$; б) $y = 12\pi x \pm 12\pi$.

C7. а) $F(x) = \frac{1}{20} \cos 10x + \frac{1}{4} \cos 2x + \frac{37}{10}$; б) $F(x) = \frac{1}{20} \cos 10x + \frac{1}{8} \cos 4x + \frac{73}{40}$.

C8. а) $F(x) = 2 \sin x + 11 \cos x$; б) $F(x) = 5 \sin x - 12 \cos x$.

C9. а) $F(x) = 3 \sin x + \sqrt{55} \cos x + 9$; $F(x) = 3 \sin x + \sqrt{55} \cos x - 7$; б) $F(x) =$

$= -3 \sin x + \sqrt{91} \cos x + 11$; $F(x) = -3 \sin x + \sqrt{91} \cos x - 9$. **C10.** а) $\frac{\pi n}{12}$, $n \in \mathbf{Z}$;

б) $\frac{\pi n}{4}$, $n \in \mathbf{Z}$.

9.6. Показательная функция

Уровень А

A1. а) 49; б) 64. **A2.** а) 27; б) $-\frac{1}{3125}$. **A3.** а) 0,01; б) 0,01. **A4.** а) 36; б) 49.

A5. а) 7; б) 0,2. **A6.** а) 27; б) 32. **A7.** а) 9; б) -2. **A8.** а) $\operatorname{arctg} \frac{5}{\sqrt{3}}$; б) $\operatorname{arctg} 7\sqrt{3}$.

A9. а) $y = 3x - 9$; б) $y = 4x - 8$. **A10.** а) $y = x + 3$; б) $y = 7x + 5$.

Уровень В

B1. а) 0; б) 0. **B2.** а) -1,5; б) -4,5. **B3.** а) 0; б) 12. **B4.** а) 0; б) 0. **B5.** а) 2;

б) 1. **B6.** а) $F(x) = \frac{1}{3} \sin 3x + e^x - 1$; б) $F(x) = -\frac{1}{4} \cos 4x + e^x - \frac{3}{4}$.

B7. а) $y = 11x - 54$; б) $y = 15x - 29$. **B8.** а) $F(x) = 7e^x + 3x - 3$;

б) $F(x) = 2e^x - 3x - 5$. **B9.** а) $F(x) = e^{x-1} + x^2 - 3 \sin \pi x + 3$; б) $F(x) = e^{x-2} - x^2 +$

$+ 2 \sin \pi x + 1$. **B10.** а) $y = \frac{1}{8}x + \frac{23}{4}$; б) $y = \frac{1}{8}x + \frac{93}{8}$.

Уровень С

C1. а) $t = 9$; б) $t = 7$. **C2.** а) Уравнение касательной к графику функции $f(x)$:

$y = 9x + 2$; уравнение касательной к графику функции $g(x)$: $y = 9x - 4$;

б) уравнение касательной к графику функции $f(x)$: $y = 19x + 5$; уравнение

касательной к графику функции $g(x)$: $y = 19x - 1$. **C3.** а) $y = 9 \ln 5 \cdot x + \frac{17}{2}$;

б) $y = 4 \ln 7 \cdot x + \frac{1}{2}$. **C4.** а) $\sqrt{17}$; б) $\frac{22}{\sqrt{26}}$. **C5.** а) $\frac{49}{2}$; б) $\frac{49}{3}$. **C6.** а) $\left(\frac{1}{3}; e^5\right)$;

б) $\left(\frac{1}{4}; e^8\right)$. **C7.** а) $448\ln\frac{8}{7}$; б) $324\ln\frac{9}{8}$. **C8.** а) (1; 0); б) (1; 0).
C9. а) 20 754; б) 354. **C10.** а) -44 ; б) -29 .

9.7. Логарифмическая функция

Уровень А

A1. а) 4; б) 7. **A2.** а) 5; б) 6. **A3.** а) $\frac{6}{13}$; б) 0,32. **A4.** а) 0,4; б) 2,5. **A5.** а) $\frac{7}{6}$; б) $\frac{9}{8}$. **A6.** а) 14; б) 13. **A7.** а) 3; б) 2. **A8.** а) 1,1; б) 1,1. **A9.** а) 10,5; б) 8,2.
A10. а) $\frac{14}{3}$; б) $-\frac{4}{3}$.

Уровень В

B1. а) $y = x - 2$; б) $y = x + 2$. **B2.** а) $-\frac{13}{5} + \frac{4}{5}\ln\frac{2}{5}$; б) $-\frac{4}{3} + \frac{4}{3}\ln\frac{2}{3}$.
B3. а) $y = -4x + 7$; б) $y = 3x + 7$. **B4.** а) $x = 1$; б) $x = 0$. **B5.** а) $y = 11x - 6$; б) $y = -12x + 14$. **B6.** а) $\frac{2}{3}$; б) $\frac{1}{3}$ (задание должно быть сформулировано следующим образом: тангенс угла между касательной к графику функции $f(x) = 3x - 2 - \ln 4 \cdot \log_4(3x + 2)$ и положительным направлением оси абсцисс равен 2. Найдите абсциссу точки касания). **B7.** а) $\frac{1}{4}$; б) $-\frac{12}{5}$. **B8.** а) $y = 14x - 28$; б) $y = -11x - 11$. **B9.** а) $y = 10x - 3$; б) $y = 7x + 4$. **B10.** а) $F(1) > F(7)$; б) $F(3) > F(9)$.

Уровень С

C1. а) $\frac{3}{\sqrt{145}}$; б) $\frac{1}{\sqrt{145}}$. **C2.** а) $\frac{5}{\sqrt{17}}$; б) $\frac{1}{\sqrt{101}}$. **C3.** а) $\frac{1}{6}$; б) $\frac{9}{14}$. **C4.** а) $\left(\frac{1}{4}; 0\right)$; б) $\left(\frac{5}{2}; 0\right)$; (0; 5). **C5.** а) $\frac{12}{5}$; б) $\frac{14}{5}$. **C6.** а) $F(2) < G(4)$; б) $F(2) < G(4)$.
C7. а) 90° ; 45° ; 45° ; б) 90° ; 45° ; 45° . **C8.** а) $y = 4x + 23$; б) $y = -15x - 12$.
C9. а) $\left(\frac{29}{14}; 0\right)$; (0; 29); б) $\left(-\frac{47}{27}; 0\right)$; (0; -47). **C10.** а) $\sqrt{10}$; б) $4\sqrt{5}$.

**Глава 10. Уравнения и неравенства с параметром
и нестандартные уравнения и неравенства**

10.1. Логический перебор в задачах с параметром

Уровень С

- С1.** а) При $a = \frac{1}{9}$, $a = \frac{6}{5}$ уравнение не имеет корней;
при $a \in \left(-\infty; \frac{1}{9}\right) \cup \left(\frac{1}{9}; \frac{6}{5}\right) \cup \left(\frac{6}{5}; +\infty\right)$ уравнение имеет единственный корень;
- б) при $a = \frac{1}{7}$, $a = \frac{3}{2}$ уравнение не имеет корней;
при $a \in \left(-\infty; \frac{1}{7}\right) \cup \left(\frac{1}{7}; \frac{3}{2}\right) \cup \left(\frac{3}{2}; +\infty\right)$ уравнение имеет единственный корень.
- С2.** а) $\left[\frac{1}{a-4}; +\infty\right)$ при $a \in (-\infty; 0,25) \cup (4; +\infty)$; $(-\infty; +\infty)$ при $a = 0,25$;
 $\left(-\infty; \frac{1}{a-4}\right]$ при $a \in (0,25; 4)$; решений нет при $a = 4$; б) $\left(-\infty; \frac{1}{5a-1}\right]$
при $a \in (-\infty; 0,2) \cup (5; +\infty)$; решений нет при $a = 0,2$; $\left[\frac{1}{5a-1}; +\infty\right)$
при $a \in (0,2; 5)$; $(-\infty; +\infty)$ при $a = 5$. **С3.** а) $\frac{563}{51}$; б) $-\frac{305}{7}$. **С4.** а) 0,9;
б) $\frac{7}{8}$. **С5.** а) -2,5; б) $\frac{4}{9}$. **С6.** а) $\left[\frac{17}{22}; \frac{9}{11}\right]$; б) [10,5; 11]. **С7.** а) -1,6; б) -2.
- С8.** а) $(-\infty; -6) \cup [-4; -1]$; б) $(-\infty; 2) \cup [3; 4]$. **С9.** а) $a = -5$, $a = 0$; б) $a = -3$,
 $a = 0$. **С10.** а) $\left(-\infty; a + \frac{3}{a}\right) \cup (a; +\infty)$ при $a < 0$; $(0; +\infty)$ при $a = 0$; $\left(a; a + \frac{3}{a}\right)$
при $a > 0$; б) $\left(-\infty; 2a + \frac{1}{2a}\right) \cup (2a; +\infty)$ при $a < 0$; $(0; +\infty)$ при $a = 0$;
 $\left(2a; 2a + \frac{1}{2a}\right)$ при $a > 0$. **С11.** а) $\frac{2}{3}$; б) $\frac{2}{3}$. **С12.** а) $[4; +\infty)$; б) $[-1; +\infty)$.
- С13.** а) $(-\infty; -3] \cup \left[-\frac{8}{3}; 0\right] \cup \{-2\sqrt{2}; 2\sqrt{2}\}$; б) $(-\infty; -5] \cup \left[-\frac{6}{5}; 0\right] \cup \{-\sqrt{6}; \sqrt{6}\}$.

C14. а) $[-1; +\infty)$; б) $[-0,5; +\infty)$. **C15.** а) $(-4; -1) \cup \{2\}$; б) $(-14; -5) \cup \{4\}$.

C16. а) $(-5; -4] \cup [-3; -2)$; б) $(-1; 0] \cup [7; 8)$. **C17.** а) 7; б) 2.

10.2. Квадратный трёхчлен в задачах с параметром

и нестандартных задачах

Уровень C

C1. а) $\frac{3}{8}$; б) $\frac{5}{6}$. **C2.** а) $(-\infty; -5] \cup [-3,2; 0] \cup \{-4; 4\}$; б) $(-\infty; -4] \cup [-2,25; 0] \cup \{-3; 3\}$.

C3. а) $(-6; -1)$; б) $(-\infty; -1) \cup (7; +\infty)$. **C4.** а) $(-\infty; -0,5) \cup (0; 3)$;

б) $(-2; -1) \cup (1; 2)$. **C5.** а) $\pm \arccos \sqrt{a+3} + \pi n$, $n \in \mathbf{Z}$ при $a \in [-3; -2]$; при

прочих a корней нет; б) $\pm \arcsin \sqrt{2-a} + \pi n$, $n \in \mathbf{Z}$ при $a \in [1; 2]$; при прочих

a корней нет. **C6.** а) $(1,5; +\infty)$; б) $(-2; +\infty)$. **C7.** а) -2; б) 3. **C8.** а) -0,5; б) $-\frac{17}{48}$.

C9. а) $(1; \pi + 2\pi n)$, $n \in \mathbf{Z}$; б) $\left(-1; -\frac{\pi}{2} + 2\pi n\right)$, $n \in \mathbf{Z}$. **C10.** а) $(-\infty; -0,5) \cup (0; 3)$;

б) $(-2; -1) \cup (1; 2)$. **C11.** а) $(-1,5; 0) \cup (1; +\infty)$; б) $(-4; -2) \cup (2; 3)$.

C12. а) $\left(\frac{13}{7}; \frac{17}{5}\right)$; б) $(2; 2,8)$. **C13.** а) $(-\infty; -1) \cup \left(-\frac{1}{6}; 0\right) \cup \left(\frac{1}{3}; +\infty\right)$;

б) $(-\infty; -2) \cup \left(-\frac{7}{6}; -1\right) \cup \left(-\frac{2}{3}; +\infty\right)$. **C14.** а) $(5; +\infty)$; б) $(0,2; +\infty)$.

C15. а) $(-\infty; 3)$; б) $(-6; +\infty)$. **C16.** а) $[3; +\infty)$; б) $[1; +\infty)$. **C17.** а) $2a - 3 + \sqrt{3a - 2}$

при $a \in (1; +\infty)$; $2a - 3 \pm \sqrt{3a - 2}$ при $a \in \left[\frac{2}{3}; 1\right]$; при прочих a корней нет; б)

$2a + 3 + \sqrt{3a + 1}$ при $a \in (0; +\infty)$; $2a + 3 \pm \sqrt{3a + 1}$ при $a \in \left[-\frac{1}{3}; 0\right]$; при прочих a

корней нет.

10.3. Применение свойств функций к решению уравнений и неравенств

Уровень С

- C1.** а) -2 ; б) -1 . **C2.** а) $(-2; 5)$; б) $(-6; -1)$. **C3.** а) 1 ; б) 3 . **C4.** а) $(-0,2; 0,2)$; $(0,2; -0,2)$; б) $(-0,1; 0,1)$; $(0,1; -0,1)$. **C5.** а) $\left(-\infty; \frac{4}{9}\right]$; б) $(-\infty; 1]$. **C6.** а) $[-4; 2]$; б) $[-4; 6]$. **C7.** а) $[-3; 4]$; б) $[-4; 3]$. **C8.** а) $\{-2\} \cup [2; +\infty)$; б) $\{-5\} \cup [5; +\infty)$. **C9.** а) $\frac{\pi}{2} + 2\pi k$, $k \in \mathbf{Z}$, $2\pi n$, $n \in \mathbf{Z}$; б) $\frac{\pi}{2} + \pi k$, $k \in \mathbf{Z}$; $2\pi n$, $n \in \mathbf{Z}$. **C10.** а) $\left(2; \frac{\pi}{2} + 2\pi k\right)$, $k \in \mathbf{Z}$; б) $(\pi + 2\pi k; -3)$, $k \in \mathbf{Z}$. **C11.** а) $(-\infty; -6] \cup [6; +\infty)$; б) $[-7; 5]$. **C12.** а) $[-0,1; 0,1]$; б) $[-1; 1]$. **C13.** а) -6 ; б) -3 ; 3. **C14.** а) 1 ; 5; б) 2 ; 6. **C15.** а) $-\sqrt{3}$; б) $-\sqrt{2}$. **C16.** а) $a = 5$, b — произвольное иррациональное число; б) $a = 4$, b — произвольное иррациональное число. **C17.** а) 3 ; б) -4 .

10.4. Графические интерпретации

Уровень С

- C1.** а) Решений нет при $a \in (-\infty; 2)$; $x = 5$ при $a = 2$; $x \in \left[\frac{12-a}{2}; 3a-1\right]$ при $a \in (2; 6]$; $x \in [a-3; 3a-1]$ при $a \in (6; +\infty)$; б) решений нет при $a \in (-\infty; -3) \cup (9; +\infty)$; $x = -7$ при $a = -3$; $x = -3$ при $a = 9$; $x \in \left[\frac{a-18}{3}; \frac{3a-5}{2}\right]$ при $a \in (-3; 5]$; $x \in \left[\frac{a-18}{3}; 15-2a\right]$ при $a \in (5; 9)$. **C2.** а) Решений нет при $a \in (-\infty; -2) \cup (2; +\infty)$; $\{-1\}$ при $a = -2$; $\left[-\frac{a+4}{2}; -1\right]$ при $a \in (-2; 0]$; $\left[-\frac{a+4}{2}; -2\right]$ при $a \in (0; 2]$; б) решений нет при $a \in (-\infty; -2) \cup (2; +\infty)$; $\{3\}$ при $a = -2$; $\left[\frac{4-a}{2}; 3\right]$ при $a \in (-2; 0]$; $\left[\frac{4-a}{2}; 2\right]$ при $a \in (0; 2]$. **C3.** а) Решений нет при $a \in (-\infty; -8) \cup (3; +\infty)$; $x = 4$ при $a = -8$; $x = 6$

при $a = 3$; $x \in [4 - \sqrt{2a+16}; 4 + \sqrt{2a+16}]$ при $a \in (-8; 0]$; $x \in \left[2a; \frac{24-2a}{3}\right]$
при $a \in (0; 3)$; б) решений нет при $a \in (-\infty; -4) \cup (3; +\infty)$; $x = 6$ при $a = -4$;
 $x = 9$ при $a = 3$; $x \in [6 - 3\sqrt{a+4}; 6 + 3\sqrt{a+4}]$ при $a \in (-4; 0]$; $x \in [3a; 12 - a]$
при $a \in (0; 3)$. **C4.** а) $a \in [0; +\infty)$; б) $a \in (-\infty; -2]$. **C5.** а) $x \in (-\infty; a]$
при $a \in (-\infty; -4)$; $x \in (-\infty; -4] \cup \{2\}$ при $a = -4$; $x \in (-\infty; a] \cup$
 $\cup [2 - \sqrt{a+4}; 2 + \sqrt{a+4}]$ при $a \in (-4; 0)$; $x \in (-\infty; 4]$ при $a = 0$;
 $x \in (-\infty; 2 - \sqrt{a+4}] \cup [a; 2 + \sqrt{a+4}]$ при $a \in (0; 5)$; $x \in (-\infty; -1] \cup \{5\}$ при $a = 5$;
 $x \in (-\infty; 2 - \sqrt{a+4}] \cup [2 + \sqrt{a+4}; a]$ при $a \in (5; +\infty)$;
б) $x \in (-\infty; -3 - \sqrt{9-a}] \cup [-3 + \sqrt{9-a}; -a]$ при $a \in (-\infty; 0)$; $x \in (-\infty; -6] \cup \{0\}$
при $a = 0$; $x \in (-\infty; -3 - \sqrt{9-a}] \cup [-a; -3 + \sqrt{9-a}]$ при $a \in (0; 5)$; $x \in (-\infty; -1]$
при $a = 5$; $x \in (-\infty; -a] \cup [-3 - \sqrt{9-a}; -3 + \sqrt{9-a}]$ при $a \in (5; 9)$; $x \in (-\infty; -9] \cup$
 $\cup \{-3\}$ при $a = 9$; $x \in (-\infty; -a]$ при $a \in (9; +\infty)$. **C6.** а) $x \in [-5; 5]$
при $a \in \left(-\infty; -\frac{20}{3}\right]$; $x \in \left[-5; -\frac{3a}{4}\right]$ при $a \in \left(-\frac{20}{3}; -\frac{15}{4}\right]$; $x \in \left[\frac{4a}{3}; -\frac{3a}{4}\right]$
при $a \in \left(-\frac{15}{4}; 0\right)$; $x = 0$ при $a = 0$; $x \in \left[-\frac{3a}{4}; \frac{4a}{3}\right]$ при $a \in (0; 3]$; $x \in \left[-\frac{3a}{4}; \sqrt{25-a^2}\right]$
при $a \in (3; 4]$; $x \in \left[-\sqrt{25-a^2}; \sqrt{25-a^2}\right]$ при $a \in (4; 5)$; $x = 0$ при $a = 5$; решений
нет при $a \in (5; +\infty)$; б) решений нет при $a \in (-\infty; -12) \cup \left(\frac{156}{5}; +\infty\right)$; $x = -5$
при $a = -12$; $x \in \left[-\sqrt{169-a^2}; \frac{5a}{12}\right]$ при $a \in (-12; -5)$; $x \in \left[-12; -\frac{25}{12}\right] \cup \{12\}$
при $a = -5$; $x \in \left[-\sqrt{169-a^2}; \frac{5a}{12}\right] \cup \left[-\frac{12a}{5}; \sqrt{169-a^2}\right]$ при $a \in (-5; 0)$;

$x \in [-13; 13]$ при $a = 0$; $x \in \left[-13; -\frac{12a}{5}\right] \cup \left[\frac{5a}{12}; 13\right]$ при $a \in \left(0; \frac{65}{12}\right)$;

$x \in \{-13\} \cup \left[\frac{325}{144}; 13\right]$ при $a = \frac{65}{12}$; $x \in \left[\frac{5a}{12}; 13\right]$ при $a \in \left(\frac{65}{12}; \frac{156}{5}\right)$; $x = 13$ при $a = \frac{156}{5}$.

C7. а) 0,75; $3 \log_3 12$; б) $\frac{1}{6}$; $\log_3 18$. **C8.** а) -3; 1,5; б) -6; 3. **C9.** а) 0; 7; б) 0; 5.

C10. а) -16; 9; 33; б) -4; 0; 12. **C11.** а) 0; 5; б) 0; 7. **C12.** а) 5; 8; б) 9; 21.

C13. а) $-\frac{1}{\sqrt{3}}$; $-\frac{1}{4\sqrt{3}}$; 0; б) $-\frac{1}{\sqrt{3}}$; $-\frac{1}{4\sqrt{3}}$; 0. **C14.** а) $(0; 0,25] \cup \{1\}$; б) $\left(0; \frac{1}{3}\right] \cup \{3\}$.

C15. а) -24; 1; б) -12; 0,5. **C16.** а) Один корень, если $a \in (-\infty; 0] \cup (0,5; 2)$; два

корня, если $a \in \{0,5; 2\}$; три корня, если $a \in \left(0; \frac{1}{2}\right) \cup (2; +\infty)$; б) один корень,

если $a \in (-\infty; 0] \cup \left(\frac{1}{3}; 3\right)$; два корня, если $a \in \left\{\frac{1}{3}; 3\right\}$; три корня, если

$a \in \left(0; \frac{1}{3}\right) \cup (3; +\infty)$. **C17.** а) $\left(\frac{4}{5}; \frac{5}{6}\right]$; б) $\left(\frac{2}{5}; \frac{5}{12}\right]$.

10.5. Геометрические идеи

Уровень С

C1. а) 64; 16; б) 169; 9. **C2.** а) $\left(2\frac{2}{3}; 10\right)$; б) (3,75; 3). **C3.** а) -8; -2; 2; 8; б) -7; -3;

3; 7. **C4.** а) -10; -5; 2; 7; б) -5; 1; 3; 9. **C5.** а) $\pm 6\sqrt{3}$; б) $\pm 5\sqrt{3}$. **C6.** а) 4; б) 5.

C7. а) $[-2; 1) \cup (1; 4]$; б) $[-4; -1) \cup (-1; 2]$. **C8.** а) $8 - 5\sqrt{2}$; $3; 5\sqrt{2} - 2$;

б) $5 - 3\sqrt{2}$; $2; 3\sqrt{2} - 1$. **C9.** а) -2; б) 1. **C10.** а) $[5 - 3\sqrt{2}; 8\sqrt{2}]$; б) $[4 - 2\sqrt{2}; 6\sqrt{2}]$. **C11.**

а) $\frac{1}{11}$; 1; б) $\frac{1}{3}$; 2. **C12.** а) 0; 10; б) 0; 17. **C13.** а) 10; б) 13. **C14.** а) 40; б) 63.

C15. а) $\left(\frac{1}{3}; \frac{1}{3}; \frac{1}{3}\right)$; б) $\left(\frac{2}{3}; \frac{2}{3}; \frac{2}{3}\right)$. **C16.** а) $\left[\frac{3}{2}; \frac{50}{3}\right]$; б) $\left[1; \frac{17}{4}\right]$.

C17. а) $\left(\pm\sqrt{3}; \pm\frac{\sqrt{3}}{2}; \pm\frac{1}{\sqrt{3}}\right)$ (со всеми возможными комбинациями знаков —

всего 8 решений); б) $\left(\pm\sqrt{3}; \pm\frac{\sqrt{2}}{2}; 0\right)$ (со всеми возможными комбинациями знаков — всего 4 решения).

10.6. Другие методы

Уровень С

С1. а) 1; б) 2. **С2.** а) $-3; 1$; б) $0,5; 3$. **С3.** а) 1; б) -1 . **С4.** а) $(-3; +\infty)$; б) $(-\infty; 2,5)$.

С5. а) $\left(\frac{3}{82}; +\infty\right)$; б) $\left(-\infty; \frac{3}{11}\right)$. **С6.** а) $(-\infty; -2,5)$; б) $(-\infty; -2)$. **С7.** а) $(6; +\infty)$;

б) $\left(-\infty; \frac{1}{15}\right)$. **С8.** а) Если $a \in \left(-\frac{1}{4}; 0\right) \cup (0; 6) \cup (6; +\infty)$, то $x = a$,

$x = 1 \pm \sqrt{4a+1}$; если $a = 0$, то $x = 0$ и $x = 2$; если $a = 6$, то $x = -4$ и $x = 6$;

если $a = -\frac{1}{4}$, то $x = -\frac{1}{4}$, $x = 1$; если $a \in \left(-\infty; -\frac{1}{4}\right)$, то $x = a$; б) если $a \in \left(-\frac{1}{8}; 0\right) \cup$

$\cup (0; 3) \cup (3; +\infty)$, то $x = \frac{a}{2}$, $x = \frac{1 \pm \sqrt{8a+1}}{4}$; если $a = 0$, то $x = 0$ и $x = 0,5$;

если $a = 3$, то $x = -1$ и $x = 1,5$; если $a = -\frac{1}{8}$, то $x = -\frac{1}{16}$, $x = \frac{1}{4}$; если $a \in \left(-\infty; -\frac{1}{8}\right)$,

то $x = \frac{a}{2}$. **С9.** а) 16; б) 9. **С10.** а) $-1; 17; 29; 107$; б) $5; 9; 77$.

С11. а) -14 ; б) 7. **С12.** а) $(-\infty; 0] \cup [3; +\infty)$; б) $(-\infty; 0] \cup [12; +\infty)$.

С13. а) $x \in (-\infty; 2a]$ при $a \in (-\infty; -4)$; $x \in (-\infty; -8] \cup \{4\}$ при $a = -4$;

$x \in (-\infty; 2a] \cup [4-2\sqrt{a+4}; 4+2\sqrt{a+4}]$ при $a \in (-4; 0)$; $x \in (-\infty; 8]$ при $a = 0$;

$x \in (-\infty; 4-2\sqrt{a+4}] \cup [2a; 4+2\sqrt{a+4}]$ при $a \in (0; 5)$; $x \in (-\infty; -2] \cup \{10\}$

при $a = 5$; $x \in (-\infty; 4-2\sqrt{a+4}] \cup [4+2\sqrt{a+4}; 2a]$ при $a \in (5; +\infty)$;

б) $x \in (-\infty; -6-2\sqrt{9-a}] \cup [-6+2\sqrt{9-a}; -2a]$ при $a \in (-\infty; 0)$; $x \in (-\infty; -12] \cup \{0\}$

при $a = 0$; $x \in (-\infty; -6-2\sqrt{9-a}] \cup [-2a; -6+2\sqrt{9-a}]$ при $a \in (0; 5)$; $x \in (-\infty; -2]$

при $a = 5$; $x \in (-\infty; -2a] \cup [-6 - 2\sqrt{9-a}; -6 + 2\sqrt{9-a}]$ при $a \in (5; 9)$;

$x \in (-\infty; -18] \cup \{-6\}$ при $a = 9$; $x \in (-\infty; -2a]$ при $a \in (9; +\infty)$. **C14.** а) $-\sqrt{\frac{32}{3}}$;

б) $\sqrt{\frac{33}{2}}$. **C15.** а) $\left\{\frac{\sqrt{2}}{4}; \frac{1}{2}\cos\frac{11\pi}{12}\right\}$; б) $\left\{-\frac{\sqrt{2}}{2}; \cos\frac{\pi}{12}\right\}$. **C16.** а) $(-15; 15)$; б) $(-10; 10)$.

C17. а) $\sqrt{145}$; б) $\sqrt{130}$.