

А.А. Прокофьев, Т.В. Соколова

# МАТЕМАТИКА

ПРОФИЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЭКЗАМЕН

ГОТОВИМСЯ К ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ



Москва  
Издательство «Интеллект-Центр»  
2024

УДК 373.167.1:51(075.3)

ББК 22.1я721

П78

**Рецензенты:**

*Т.Н. Казарихина* – кандидат педагогических наук, заместитель директора по НМР АНО СОШ «Димитриевская», доцент МПГУ;

*Е.В. Лукьянова* – кандидат педагогических наук, доцент кафедры математического анализа МПГУ, учитель высшей категории

**Прокофьев, А.А.**

П78 Математика. Профильный уровень. Единый государственный экзамен. Готовимся к итоговой аттестации : [учебное пособие] / А.А. Прокофьев, Т.В. Соколова. – Москва: Издательство «Интеллект-Центр», 2024. – 248 с.

ISBN 978-5-907651-56-2

Данное пособие предназначено для подготовки учащихся к сдаче единого государственного экзамена (ЕГЭ) по математике профильного уровня и включает в себя наборы типовых заданий по всем содержательным линиям экзаменационной работы в соответствии с представленной на сайте ФИПИ демонстрационной версией ЕГЭ 2024 года по математике профильного уровня. Книга также содержит 20 практических работ, которые будут полезны учителям для контроля усвоения учащимися изучаемого материала, 30 тренировочных вариантов в формате ЕГЭ–2024 и методические указания по оформлению решения заданий второй части варианта (задания с развернутым ответом). При составлении пособия были использованы аналоги заданий Открытого банка заданий ФИПИ, а также многолетний опыт работы авторов в экспертных комиссиях по проверке экзаменационных работ и в качестве преподавателей математики в школе и университете.

Пособие может быть использовано как учителями математики и репетиторами при подборе заданий для занятий по подготовке к экзамену, так и самими обучающимися для отработки навыков решения заданий ЕГЭ по математике профильного уровня. Также пособие будет полезным любому читателю, желающему укрепить свои знания по той или иной теме школьного курса математики.

УДК 373.167.1:51(075.3)

ББК 22.1я721

Генеральный директор

*М.Б. Миндюк*

Редактор *Д.П. Локтионов*

Корректор *М.Н. Локтионова*

Художественный редактор *Е.Ю. Воробьёва*

Компьютерная вёрстка и макет *Е.В. Лупенко*

Серийное оформление обложки: *М.В. Борисов, Е.В. Лупенко*

Подписано в печать 29.08.2023. Формат 60x84/8.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 31,0.

Тираж 15000 экз. Заказ №

ООО «Издательство «Интеллект-Центр»

125445, Москва, ул. Смольная, д. 24А, этаж 6, ком. 24

ISBN 978-5-907651-56-2

© ООО «Издательство «Интеллект-Центр», 2024

© А.А. Прокофьев, Т.В. Соколова, 2023

## Содержание

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	5
<b>ГЛАВА 1. АЛГЕБРА</b> .....	7
§ 1. Рациональные уравнения и выражения .....	7
Проверочная работа № 1 .....	12
§ 2. Иррациональные выражения и уравнения .....	14
Проверочная работа № 2 .....	16
§ 3. Степенные выражения и уравнения .....	18
Проверочная работа № 3 .....	20
§ 4. Логарифмические выражения и уравнения .....	22
Проверочная работа № 4 .....	23
Проверочная работа № 5 .....	25
§ 5. Простейшие неравенства .....	26
§ 6. Тригонометрические выражения и уравнения .....	27
Проверочная работа № 6 .....	29
Проверочная работа № 7 .....	31
§ 7. Текстовые задачи (движение, работа, скорость, растворы, проценты) .....	32
Задачи на движение по прямой .....	32
Задачи на движение по замкнутой трассе .....	33
Задачи на движение протяжённых тел .....	33
Задачи на движение по воде .....	34
Задачи на среднюю скорость .....	35
Задачи на работу .....	35
Задачи на проценты .....	36
Проверочная работа № 8 .....	37
<b>ГЛАВА 2. ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И ЭЛЕМЕНТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ</b> .....	38
§ 1. Вероятность случайного события .....	38
Проверочная работа № 9 .....	43
§ 2. Вероятности сложных событий .....	44
Проверочная работа № 10 .....	48
<b>ГЛАВА 3. НАЧАЛА МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА</b> .....	49
§ 1. Функции и графики .....	49
Проверочная работа № 11 .....	53
§ 2. Производная функции и её применение .....	54
Геометрический и физический смысл производной .....	54
Проверочная работа № 12 .....	58
Техника дифференцирования .....	60
Проверочная работа № 13 .....	62
Исследование функций .....	63
Проверочная работа № 14 .....	70
§ 3. Первообразная .....	71
Проверочная работа № 15 .....	75
<b>ГЛАВА 4. ГЕОМЕТРИЯ</b> .....	77
§ 1. Планиметрия .....	77
Углы и длины .....	77
Проверочная работа № 16 .....	82
Площади .....	83
Проверочная работа № 17 .....	85
Окружность .....	86
Проверочная работа № 18 .....	89
§ 2. Стереометрия .....	90
Многогранники .....	90
Круглые тела .....	95
Проверочная работа № 19 .....	98

<b>ГЛАВА 5. ЗАДАЧИ ПОВЫШЕННОЙ СЛОЖНОСТИ</b> .....	99
§ 1. Уравнения .....	99
§ 2. Стереометрия .....	102
Опорные задачи на доказательство .....	102
Углы и расстояния .....	102
Сечение многогранника плоскостью .....	104
Объём многогранника .....	105
Круглые тела .....	106
§ 3. Неравенства и системы неравенств .....	108
§ 4. Планиметрия .....	110
Опорные задачи на доказательство .....	110
Вычислительные задачи (аналоги встречающихся на экзамене).....	111
§ 5. Экономические задачи .....	116
§ 6. Уравнения и неравенства с параметром.....	119
§ 7. Задачи на целые числа .....	122
<b>ГЛАВА 6. ВЕКТОРЫ</b> .....	126
Проверочная работа № 20 .....	129
<b>Тренировочные варианты Единого государственного экзамена. Профильный уровень</b> .....	130
Тренировочный вариант № 1 .....	130
Тренировочный вариант № 2 .....	133
Тренировочный вариант № 3 .....	136
Тренировочный вариант № 4 .....	139
Тренировочный вариант № 5 .....	142
Тренировочный вариант № 6 .....	145
Тренировочный вариант № 7 .....	148
Тренировочный вариант № 8 .....	151
Тренировочный вариант № 9 .....	154
Тренировочный вариант № 10 .....	157
Тренировочный вариант № 11 .....	160
Тренировочный вариант № 12 .....	163
Тренировочный вариант № 13 .....	166
Тренировочный вариант № 14 .....	169
Тренировочный вариант № 15 .....	172
Тренировочный вариант № 16 .....	175
Тренировочный вариант № 17 .....	178
Тренировочный вариант № 18 .....	181
Тренировочный вариант № 19 .....	184
Тренировочный вариант № 20 .....	187
Тренировочный вариант № 21 .....	190
Тренировочный вариант № 22 .....	193
Тренировочный вариант № 23 .....	196
Тренировочный вариант № 24 .....	199
Тренировочный вариант № 25 .....	202
Тренировочный вариант № 26 .....	205
Тренировочный вариант № 27 .....	208
Тренировочный вариант № 28 .....	211
Тренировочный вариант № 29 .....	214
Тренировочный вариант № 30 .....	217
<b>Разбор некоторых заданий с развёрнутым ответом и указания к оформлению их решений</b> .....	220
<b>Ответы</b> .....	235

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Данное пособие предназначено для подготовки учащихся к единому государственному экзамену (ЕГЭ) по математике профильного уровня, проводимом в 11 классе, и может быть использовано как учителями математики при подборе заданий для занятий по подготовке к такому экзамену, так и самими обучающимися для отработки навыков решения заданий ЕГЭ по математике профильного уровня. Также пособие будет полезным любому читателю, желающему укрепить свои знания по той или иной теме школьного курса математики.

Пособие содержит задания по всем темам, встречающимся в ЕГЭ по математике профильного уровня, проверочные работы по отдельным темам, 30 тренировочных вариантов и методические указания по оформлению решения заданий второй части варианта (задания с развернутым ответом). При составлении пособия были использованы аналоги материалов Открытого банка заданий ФИПИ, а также многолетний опыт работы авторов в экспертных комиссиях по проверке экзаменационных работ и в качестве преподавателей математики в школе и университете.

Первая глава содержит задания по различным темам алгебры – вычисление значений выражений и решение простейших уравнений различного типа (рациональных, иррациональных, степенных, показательных, логарифмических и тригонометрических), а также текстовые задачи на движение, работу, наполнение объёмов, среднюю скорость, концентрацию растворов и сплавов, проценты. Решение данных задач подготовит учащихся к выполнению на экзамене в соответствии с демоверсией варианта ЕГЭ-2024 (профильный уровень) заданий № 6, № 7, № 9 и № 10.

Вторая глава содержит задания по теории вероятностей и математической статистике. Представлен большой набор заданий на вычисление вероятности случайного события и вероятности сложных событий, а также небольшой набор задач на вычисление математического ожидания и дисперсии случайной величины. Решение данных задач подготовит учащихся к выполнению на экзамене заданий №4 и №5 варианта ЕГЭ профильного уровня.

Третья глава содержит задания по разделам начал математического анализа:

- функции разного типа и их графики;
- производная функции и её применение (задания на геометрический и физический смысл производной, технику дифференцирования, исследование функций);
- первообразная функции, её график и её применение для нахождения площади фигуры. Решение данных задач подготовит учащихся к выполнению на экзамене заданий № 8, № 11 и № 12 варианта ЕГЭ профильного уровня.

Четвертая глава посвящена отработке решений геометрических задач. Глава содержит большое количество стандартных геометрических задач, аналоги которых входят в ЕГЭ по математике базового уровня по разделам планиметрии и стереометрии.

В параграфе «Планиметрия» выделены темы:

- углы и длины и вычисление элементов фигур с использованием тригонометрии;
- вычисление площадей фигур;
- окружность.

В основном в этот параграф включены задания базового уровня сложности – это подготовительные (опорные) задачи, то есть простые планиметрические задачи на использование какого-то одного геометрического факта. Для решения таких заданий авторы рекомендуют обязательно сделать рисунок.

В параграфе «Стереометрия» выделены темы:

- многогранники, включающие в себя задания на вычисление длин и расстояний, углов между элементами многогранника, площади поверхности многогранника или его граней, а также его объема;
- круглые тела, включающие в себя задания на вычисление линейных элементов, площадей и объёмов круглых тел (цилиндр, конус и шар).

В основном в этот параграф включены задания базового уровня сложности.

Решение задач четвертой главы подготовит учащихся к выполнению на экзамене заданий № 1 и № 3 варианта ЕГЭ профильного уровня.

Решение заданий шестой главы позволит учащимся подготовиться к выполнению задания № 2 варианта ЕГЭ профильного уровня. В соответствии с демоверсией ЕГЭ 2024 – это новое задание на тему «Векторы».

Все задания первых четырёх и шестой глав состоят из нескольких пунктов, содержащих однотипные задания. Удобно строить работу с ними следующим образом: первый пункт разбирается учителем на уроке, а остальные пункты могут быть использованы для организации самостоятельной работы обучающихся на уроке, а также для включения этих пунктов в домашнее задание. Авторы рекомендуют при выполнении этих заданий не прибегать к помощи калькулятора и таблиц, поскольку на экзамене их использование не предусмотрено.

Для контроля уровня усвоения обучающимися отдельных тем первых четырёх глав пособие содержит 20 проверочных работ. При выполнении и проверке этих работ учителям рекомендуется обращать внимание на наличие в работе решений заданий, хотя на экзамене в бланк записывается только ответ первых одиннадцати заданий. Это позволит объективно оценить уровень усвоения учащимися изучаемого материала и готовность к выполнению ими подобных заданий на экзамене.

Пятая глава «Задачи повышенной сложности» даёт представления о заданиях повышенного и высокого уровня сложности с развёрнутым ответом: – уравнения с выбором ответов, принадлежащих заданному промежутку; – неравенства и их системы; – экономические задачи; – уравнения и неравенства с параметром; – планиметрические и стереометрические задачи; – задачи высокого уровня сложности по арифметике и алгебре. Представленные в этой главе наборы заданий не претендуют на полноту охвата всех подобных заданий, встречавшихся на ЕГЭ прошлых лет, но дают представление об основных идеях, методах решения подобных задач, а также правильности оформления (под контролем учителя) решений. В основном все задания этой главы содержат пары однотипных задач. Решение задач пятой главы поможет учащимся в выполнении на экзамене заданий № 13–№ 19 варианта ЕГЭ профильного уровня.

Отметим, что в отличие от заданий базового уровня по геометрии задания повышенного уровня содержат пункт на доказательство, поэтому параграфы по геометрии в этой главе начинаются с опорных задач на доказательство. Также следует отметить, что в заданиях базового уровня все вычисления в основном сводятся к использованию одной формулы. В заданиях повышенного уровня результат получается после вычисления нескольких промежуточных элементов, что требует большего кругозора. Решение приведённых в главе наборов заданий позволит сформировать у учащихся необходимые умения и навыки.

В пособии вы найдёте 30 тренировочных вариантов. Все варианты разбиты на тройки однотипных вариантов, то есть варианты с похожими заданиями. Это можно использовать при проведении внутришкольных тренировочных работ в формате ЕГЭ.

Завершает пособие пункт, содержащий критерии проверки экспертами решений заданий № 13–№ 19 и методические указания авторов по оформлению их решений, на которые следует обращать внимание в процессе обучения.

Нумерация заданий по всем главам пособия единая. Ко всем заданиям пособия в конце книги даны ответы.

Надеемся, что пособие поможет вам отлично подготовиться к ЕГЭ по математике профильного уровня!

Желаем успеха!

## ГЛАВА 1. АЛГЕБРА

### § 1. Рациональные уравнения и выражения

1. Найдите корень уравнения:

а)  $3 - 7x = 31 - 3x$ ;      б)  $7(3 + 2x) = 11(15 - 2x)$ ;      в)  $\frac{5}{6}x = 53\frac{1}{3}$ ;      г)  $\frac{7}{15}x = -16\frac{4}{5}$ .

2. Найдите корень уравнения:

а)  $\frac{1}{5x-3} = 4$ ;      б)  $\frac{1}{2x-5} = \frac{5}{3}$ ;      в)  $\frac{2x-70}{x+40} = -3$ ;      г)  $\frac{1}{9x+2} = \frac{2}{73-5x}$ .

3. а) Решите уравнение  $\frac{8}{5}x^2 = 8,1$ . Если уравнение имеет больше одного корня, в ответе запишите больший из них.

б) Решите уравнение  $\frac{5}{7}x^2 = 4\frac{13}{28}$ . Если уравнение имеет больше одного корня, в ответе запишите больший из них.

в) Решите уравнение  $x^2 - 115x - 116 = 0$ . Если уравнение имеет больше одного корня, в ответе запишите больший из них.

г) Решите уравнение  $2x^2 + 2021x - 2023 = 0$ . Если уравнение имеет больше одного корня, в ответе запишите меньший из них.

4. Найдите корень уравнения:

а)  $(4x+1)^2 = (4x-5)^2$ ;      б)  $(2x+8)^2 = (3-2x)^2$ .

5. Найдите корень уравнения:

а)  $4x^2 - 7 = (2x-1)^2$ ;      б)  $9x^2 - 17 = (1+3x)^2$ ;      в)  $(2x+3)^2 = 24x$ ;      г)  $(4x-1)^2 = -16x$ .

6. а) Решите уравнение  $\frac{x+3}{x^2-2} = \frac{1}{2}$ . Если уравнение имеет больше одного корня, в ответе запишите больший из них.

б) Решите уравнение  $\frac{x-8}{x^2-9} = 2$ . Если уравнение имеет больше одного корня, в ответе запишите меньший из них.

7. а) Решите уравнение  $\frac{x-21}{x+11} = x$ . Если уравнение имеет больше одного корня, в ответе запишите меньший из них.

б) Решите уравнение  $\frac{7x-15}{x+9} = 2x$ . Если уравнение имеет больше одного корня, в ответе запишите больший из них.

в) Решите уравнение  $\frac{9x+53}{x+2} = 3x-1$ . Если уравнение имеет больше одного корня, в ответе запишите больший из них.

8. а) Решите уравнение  $\frac{2x-5}{10x+3} = \frac{1}{x+3}$ . Если уравнение имеет больше одного корня, в ответе запишите меньший из них.
- б) Решите уравнение  $\frac{x-1}{2x+5} = \frac{2x-7}{3x-1}$ . Если уравнение имеет больше одного корня, в ответе запишите меньший из них.
- в) Решите уравнение  $\frac{x+2}{2x-3} = \frac{2x-5}{x+4}$ . Если уравнение имеет больше одного корня, в ответе запишите больший из них.
9. Найдите корень уравнения:
- а)  $(x+7)^5 = 243$ ;      б)  $(8-x)^7 = -128$ .
10. а) Решите уравнение  $x^4 - 5x^2 + 4 = 0$ . Если уравнение имеет больше одного корня, в ответе запишите больший из них.
- б) Решите уравнение  $x^6 - 65x^3 + 64 = 0$ . Если уравнение имеет больше одного корня, в ответе запишите меньший из них.
11. а) При температуре  $0^\circ\text{C}$  рельс имеет длину  $l_0 = 21$  м. При возрастании температуры происходит тепловое расширение рельса, и его длина, выраженная в метрах, меняется по закону  $l(t^\circ) = l_0(1 + \alpha \cdot t^\circ)$ , где  $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} (\text{C}^\circ)^{-1}$  – коэффициент теплового расширения,  $t^\circ$  – температура (в градусах Цельсия). При какой температуре рельс удлинится на 6,3 мм? Ответ выразите в градусах Цельсия.
- б) При температуре  $0^\circ\text{C}$  рельс имеет длину  $l_0 = 25$  м. При возрастании температуры происходит тепловое расширение рельса, и его длина, выраженная в метрах, меняется по закону  $l(t^\circ) = l_0(1 + \alpha \cdot t^\circ)$ , где  $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} (\text{C}^\circ)^{-1}$  – коэффициент теплового расширения,  $t^\circ$  – температура (в градусах Цельсия). При какой температуре рельс удлинится на 5,1 мм? Ответ выразите в градусах Цельсия.
12. а) Некоторая компания производит в месяц  $q$  единиц продукции, которую продает по цене  $p = 300$  руб. за единицу, затраты на производство одной единицы продукции составляют  $v = 100$  руб., дополнительные расходы предприятия  $f = 800000$  руб. в месяц. Месячная прибыль предприятия (в рублях) вычисляется по формуле  $\pi = q(p - v) - f$ . Определите наименьший месячный объём производства  $q$  (единиц продукции), при котором месячная прибыль предприятия будет не менее 700 000 руб.
- б) Некоторая компания производит в месяц  $q$  единиц продукции, которую продаёт по цене по цене  $p = 500$  руб. за единицу, затраты на производство одной единицы продукции составляют  $v = 150$  руб., дополнительные расходы предприятия  $f = 700000$  руб. в месяц. Месячная прибыль предприятия (в рублях) вычисляется по формуле  $\pi = q(p - v) - f$ . Определите наименьший месячный объём производства  $q$  (единиц продукции), при котором месячная прибыль предприятия будет не менее 2 170 000 руб.
13. а) Некоторая компания производит в месяц  $q = 5000$  единиц продукции, которую продает по цене  $p$  руб. за единицу, затраты на производство одной единицы продукции составляют  $v = 200$  руб., дополнительные расходы предприятия  $f = 550000$  руб. в месяц. Месячная прибыль предприятия (в рублях) вычисляется по формуле  $\pi = q(p - v) - f$ . Определите наи-



меньшую цену  $p$  за единицу продукции, при которой месячная прибыль предприятия будет не менее 1 500 000 руб.

б) Некоторая компания производит в месяц  $q = 7000$  единиц продукции, которую продаёт по цене  $p$  руб. за единицу, затраты на производство одной единицы продукции составляют  $v = 300$  руб., дополнительные расходы предприятия  $f = 500000$  руб. в месяц. Месячная прибыль предприятия (в рублях) вычисляется по формуле  $\pi = q(p - v) - f$ . Определите наименьшую цену  $p$  за единицу продукции, при которой месячная прибыль предприятия будет не менее 2 440 000 руб.

14. а) Некоторое предприятие производит в месяц  $q$  единиц продукции. Затраты на производство одной единицы продукции (в рублях) зависят от объёма производства по формуле  $z = z_0 \left(1 + \frac{1}{q}\right)$ , где  $z_0 = 300$ . Общие затраты предприятия (в рублях) вычисляются по формуле  $r = zq$ . Определите наибольшее количество единиц продукции в месяц, при котором общие затраты предприятия не превышают 450 300 рублей.

б) Некоторое предприятие производит в месяц  $q$  единиц продукции. Затраты на производство одной единицы продукции (в рублях) зависят от объёма производства по формуле  $z = z_0 \left(1 + \frac{1}{q}\right)$ , где  $z_0 = 450$ . Общие затраты предприятия (в рублях) вычисляются по формуле  $r = zq$ . Определите наибольшее количество единиц продукции в месяц, при котором общие затраты предприятия не превышают 900 450 рублей.

15. а) Для измерения высоты этажа в доме мальчик измеряет время  $t$  падения небольших камешков со второго и третьего этажа и рассчитывает расстояние до земли по формуле  $h = 5t^2$ , где  $h$  – высота в метрах,  $t$  – время падения камня (в секундах). Оказалось, что для второго этажа время падения камешка оказалось равным 0,7 секунды, а для третьего на 0,4 секунды больше. Чему равна высота этажа? Ответ выразите в метрах.

б) Для измерения высоты этажа в доме мальчик измеряет время  $t$  падения небольших камешков со второго и четвёртого этажа и рассчитывает расстояние до земли по формуле  $h = 5t^2$ , где  $h$  – высота в метрах,  $t$  – время падения (в секундах). Оказалось, что для второго этажа время падения камешка оказалось равным 0,6 с, а для четвёртого на 0,8 с больше. Чему равна высота этажа? Ответ выразите в метрах.

16. а) Тело брошено вертикально вверх с высоты 28 метров. Пока тело не упало, высота, на которой оно находится, описывается формулой  $h(t) = 28 + 13t - 5t^2$ , где  $h$  – высота в метрах,  $t$  – время в секундах, прошедшее с момента броска. Через сколько секунд тело упадет?

б) Камень брошен вертикально вверх с высоты 11,2 метра. Пока камень не упал, высота, на которой он находится, описывается формулой  $h(t) = 11,2 + 10t - 5t^2$ , где  $h$  – высота в метрах,  $t$  – время в секундах, прошедшее с момента броска. Через сколько секунд камень упадет?

17. а) Камень брошен под углом к горизонту с высоты 3,6 метра. Пока камень не упал, высота, на которой он находится, описывается формулой  $h(t) = 3,6 + 8t - 5t^2$ , где  $h$  – высота в метрах,  $t$  – время в секундах, прошедшее с момента броска. Сколько секунд камень будет находиться на высоте не менее 6 метров?

б) Камень брошен под углом к горизонту с высоты 9 метров. Пока камень не упал, высота, на которой он находится, описывается формулой  $h(t) = 9 + 12t - 5t^2$ , где  $h$  – высота в метрах,  $t$  – время в секундах, прошедшее с момента броска. Сколько секунд камень будет находиться на высоте не менее 13 метров?

18. а) От острова, расположенного в 5 км от пристани, отходит катер. До тех пор, пока катер не подойдёт к пристани, его расстояние до неё описывается формулой  $s(t) = 5 + 8t - 4t^2$ , где  $s$  – расстояние в километрах,  $t$  – время в часах, прошедшее с момента отплытия. Зона видимости наблюдателя, находящегося в бухте, составляет 8 км. Сколько всего времени катер будет находиться в зоне видимости наблюдателя, пока не подойдёт к пристани? Ответ дайте в часах.
- б) От острова, расположенного в 2,1 км от пристани, отходит катер. До тех пор, пока катер не подойдёт к пристани, его расстояние до неё описывается формулой  $s(t) = 2,1 + 20t - 10t^2$ , где  $s$  – расстояние в километрах,  $t$  – время в часах, прошедшее с момента отплытия. Зона видимости наблюдателя, находящегося в бухте, составляет 5,7 км. Сколько всего времени катер будет находиться в зоне видимости наблюдателя, пока не подойдёт к пристани? Ответ дайте в часах.
19. а) Для нагревательного элемента некоторого прибора экспериментально была получена зависимость температуры (в кельвинах) от времени работы:  $T = T_0 + bt + at^2$ , где  $t$  – время в минутах,  $T_0 = 1000$  К,  $a = -5$  К/мин<sup>2</sup>,  $b = 150$  К/мин. Известно, что при температуре нагревателя свыше 1880 К прибор может испортиться, поэтому его нужно отключить. Определите, через какое наибольшее время после начала работы нужно отключить прибор. Ответ выразите в минутах.
- б) Для нагревательного элемента некоторого прибора экспериментально была получена зависимость температуры (в кельвинах) от времени работы:  $T = T_0 + bt + at^2$ , где  $t$  – время в минутах,  $T_0 = 600$  К,  $a = -6$  К/мин<sup>2</sup>,  $b = 250$  К/мин. Известно, что при температуре нагревателя свыше 1700 К прибор может испортиться, поэтому его нужно отключить. Определите, через какое наибольшее время после начала работы нужно отключить прибор. Ответ выразите в минутах.
20. а) Деталью некоторого прибора является вращающаяся катушка. Она состоит из трёх однородных соосных цилиндров: центрального массой  $m = 10$  кг и радиуса  $R = 8$  см, и двух боковых с массами  $M = 2$  кг и с радиусами  $R + h$ . При этом момент инерции катушки относительно оси вращения, выражаемый в  $\text{кг} \cdot \text{см}^2$ , задаётся формулой  $I = \frac{(m + 2M)R^2}{2} + M(2Rh + h^2)$ . При каком максимальном значении  $h$  момент инерции катушки не превышает предельного значения  $608 \text{ кг} \cdot \text{см}^2$ ? Ответ выразите в сантиметрах.
- б) Деталью некоторого прибора является вращающаяся катушка. Она состоит из трёх однородных соосных цилиндров: центрального массой  $m = 9$  кг и радиуса  $R$  см, и двух боковых с массами  $M = 3$  кг и с радиусами  $R + h$ , где  $h = 2$  см. При этом момент инерции катушки относительно оси вращения, выражаемый в  $\text{кг} \cdot \text{см}^2$ , задаётся формулой  $I = \frac{(m + 2M)R^2}{2} + M(2Rh + h^2)$ . При каком максимальном значении  $R$  момент инерции катушки не превышает предельного значения  $882 \text{ кг} \cdot \text{см}^2$ ? Ответ выразите в сантиметрах.
21. а) В розетку электросети подключены приборы, общее сопротивление которых составляет  $R_1 = 70$  Ом. Параллельно с ними в розетку предполагается подключить электрообогреватель. Определите наименьшее возможное сопротивление  $R_2$  этого электрообогревателя, если известно, что при параллельном соединении двух проводников с сопротивлениями  $R_1$  Ом и  $R_2$  Ом, их общее сопротивление задаётся формулой  $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$  (Ом), а для нормального функционирования электросети общее сопротивление в ней должно быть не меньше 21 Ом. Ответ выразите в омах.

б) В розетку электросети подключены приборы, общее сопротивление которых составляет  $R_1 = 20$  Ом. Параллельно с ними в розетку предполагается подключить электрообогреватель. Определите наименьшее возможное сопротивление  $R_2$  этого электрообогревателя, если известно, что при параллельном соединении двух проводников с сопротивлениями  $R_1$  Ом и  $R_2$  Ом, их общее сопротивление задается формулой  $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$  (Ом), а для нормального функционирования электросети общее сопротивление в ней должно быть не меньше 15 Ом. Ответ выразите в омах.

22. а) Коэффициент полезного действия (КПД) некоторого двигателя определяется формулой  $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\%$ , где  $T_1$  – температура нагревателя (в градусах Кельвина),  $T_2$  – температура холодильника (в градусах Кельвина). При какой минимальной температуре нагревателя  $T_1$  КПД этого двигателя будет не меньше 30%, если температура холодильника  $T_2 = 350$  К? Ответ выразите в градусах Кельвина.

б) Коэффициент полезного действия (КПД) некоторого двигателя определяется формулой  $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\%$ , где  $T_1$  – температура нагревателя (в градусах Кельвина),  $T_2$  – температура холодильника (в градусах Кельвина). При какой минимальной температуре нагревателя  $T_1$  КПД этого двигателя будет не меньше 20%, если температура холодильника  $T_2 = 280$  К? Ответ выразите в градусах Кельвина.

23. а) Независимое агентство намерено ввести рейтинг новостных интернет-изданий на основе показателей информативности  $In$ , оперативности  $Op$ , объективности публикаций  $Tr$ , а также качества сайта  $Q$ . Каждый отдельный показатель – целое число от 0 до 6. Составители рейтинга считают, что объективность ценится втрое, а информативность публикаций – вчетверо дороже, чем оперативность и качество сайта. Таким образом, формула приняла вид  $R = \frac{4In + Op + 3Tr + Q}{A}$ . Найдите, каким должно быть число  $A$ , чтобы издание, у которого все показатели максимальны, получило рейтинг 2.

б) Независимое агентство намерено ввести рейтинг новостных интернет-изданий на основе показателей информативности  $In$ , оперативности  $Op$ , объективности публикаций  $Tr$ , а также качества сайта  $Q$ . Каждый отдельный показатель – целое число от 0 до 12. Составители рейтинга считают, что объективность ценится в пять раз, а информативность публикаций – втрое дороже, чем оперативность и качество сайта. Таким образом, формула приняла вид  $R = \frac{3In + Op + 5Tr + Q}{A}$ . Найдите, каким должно быть число  $A$ , чтобы издание, у которого все показатели максимальны, получило рейтинг 20.