

**Спецификация**  
**экзаменационных материалов для проведения**  
**ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ**  
**ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА**

в рамках проекта «Инженерный класс в московской школе» для обучающихся, выбравших одно из направлений практической части:  
«Исследовательское», «Технологическое», «Конструирование»,  
«Программирование»

**1. Назначение экзаменационных материалов**

Материалы теоретической части предпрофессионального экзамена предназначаются для определения уровня освоения выпускниками инженерных классов знаний, умений, ключевых компетенций образовательных программ профильных предметов и элективных курсов.

**2. Условия проведения теоретической части экзаменационной работы**

Теоретическая часть предпрофессионального экзамена проводится в форме компьютерного тестирования.

При выполнении работы обеспечивается строгое соблюдение порядка организации и проведения экзамена. Обучающиеся могут пользоваться непрограммируемым калькулятором, таблицей физических величин и периодической таблицей химических элементов Д.И. Менделеева.

**3. Время выполнения теоретической части экзаменационной работы**

На выполнение теоретической части экзаменационной работы отводится **90 минут**. В процессе выполнения заданий предусмотрено две автоматические паузы продолжительностью по 5 минут в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях.

**4. Содержание и структура экзаменационной работы**

Задания экзаменационной работы разработаны специалистами образовательных организаций высшего образования, участвующих в проекте «Инженерный класс в московской школе», и направлены на проверку освоения базовых умений и практических навыков при решении задач профильных предметов и элективных курсов.

В работу включены расчетные задачи и межпредметные задания на анализ текстовой, знаковимвольной и графической информации, базирующиеся на элементах содержания курсов физики, информатики и математики базового, повышенного и высокого уровней сложности различной направленности.

Вариант экзаменационной работы, представляемый каждому обучающемуся, автоматически формируется из базы проверочных заданий в соответствии с планом экзаменационной работы и состоит из двух частей. Часть 1 включает текст по естествознанию и 3 задания к нему. Она является обязательной для выполнения каждым экзаменуемым. Часть 2 включает 12 заданий, соответствующих направлению практической части, указанному экзаменуемым в заявлении на участие в предпрофессиональном экзамене. Для получения максимального балла экзаменуемый должен выбрать и выполнить 8 заданий части 2. Задание считается выбранным, если на него дан ответ. Экзаменуемый может изменить свой выбор в процессе выполнения работы путем удаления ответа к одному заданию и сохранения ответа к другому заданию. Возможность выбора более 8 заданий части 2 не предоставляется.

## **5. Система оценивания отдельных заданий и работы в целом**

За выполнение задания 1 выставляется 2 балла, если ответ обучающегося совпал с эталоном; 1 балл, если неверно указан 1 символ; или 0 баллов в других случаях. За верное выполнение каждого из заданий 2-3 – 1 балл. Выполнение каждого из заданий части 2 оценивается в 2 балла. Задание считается выполненным, если ответ обучающегося совпал с эталоном. Таким образом, за часть 1 экзаменуемый может получить максимально 4 балла, за часть 2 – 16 баллов. Максимальный балл за выполнение всей работы – 20 баллов.

В **Приложении 1** приведён план демонстрационного варианта экзаменационной работы.

В **Приложении 2** приведён демонстрационный вариант работы.

## Приложение 1

### План демонстрационного варианта теоретической части экзаменационной работы для обучающихся, выбравших одно из направлений практической части: «Исследовательское», «Технологическое», «Конструирование», «Программирование»

№ задания	Проверяемые умения
1	Использование явно заданной в тексте информации для анализа
2	Использование явно заданной в тексте информации для расчетов
3	Анализ информации, заданной графически
4	Проведение логических рассуждений для нахождения характеристик событий
5	Использование знаково-символьных моделей при решении задач
6	Использование знаково-символьных моделей при решении задач
7	Проведение экстремальных оценок
8	Использование знаково-символьных моделей при решении задач
9	Преобразование модели из одной системы представления в другую
10	Использование явно заданной информации для проведения расчетов
11	Проведение расчётов параметров кинематического устройства
12	Анализ графической информации
13	Решение задач на индукционное представление информации
14	Использование знаково-символьных моделей при решении задач
15	Использование явно заданной информации для проведения расчетов

**Демонстрационный вариант  
ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ  
ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА для обучающихся,  
выбравших одно из направлений практической части:  
«Исследовательское», «Технологическое», «Конструирование»,  
«Программирование»**

**Часть 1**

**Исследование зависимости полезной мощности тока от  
внешнего сопротивления**

Если замкнуть источник постоянного тока с известной электродвижущей силой (ЭДС) –  $E$  и внутренним сопротивлением  $r$  на внешнее сопротивление  $R$ , то по цепи пойдёт ток  $I$ . Согласно закону Ома для замкнутой цепи, величина этого тока равна

$$I = \frac{E}{R + r} \quad (1)$$

Количество тепла, выделяющегося в нагрузке за промежуток времени  $t$ , определяется законом Джоуля-Ленца

$$Q = I^2 R t. \quad (2)$$

Соответственно, мощность, выделяемая на нагрузке, будет равна

$$P = I^2 R, \quad (3)$$

а мощность, выделяемая внутри источника, равна  $P_r = I^2 r$ . Таким образом, *полная мощность* источника равна

$$P_1 = I^2 (R + r) = E \cdot I. \quad (4)$$

Потребитель может использовать лишь мощность, выделяющуюся на нагрузке, её называют *полезной мощностью*. Если падение напряжения на нагрузке  $U$ , то

$$P = IU \quad (5)$$

Учитывая выражение (1), полезную мощность можно записать в виде

$$P = \frac{E^2 R}{(R + r)^2}. \quad (6)$$

Проанализируем характер последней зависимости, учитывая постоянство величин  $E$  и  $r$ . Если  $R = 0$ , то  $P = 0$ . При этом ток в цепи достигает максимального значения, называемого *током короткого замыкания*  $I_{к.з.} = E/r$ .

При увеличении нагрузочного сопротивления полезная мощность растёт и при некотором  $R = R_0$  достигает максимального значения  $P_{\max}$ . Определим величину  $R_0$ . Для этого исследуем на экстремум функцию (6). Приравняем

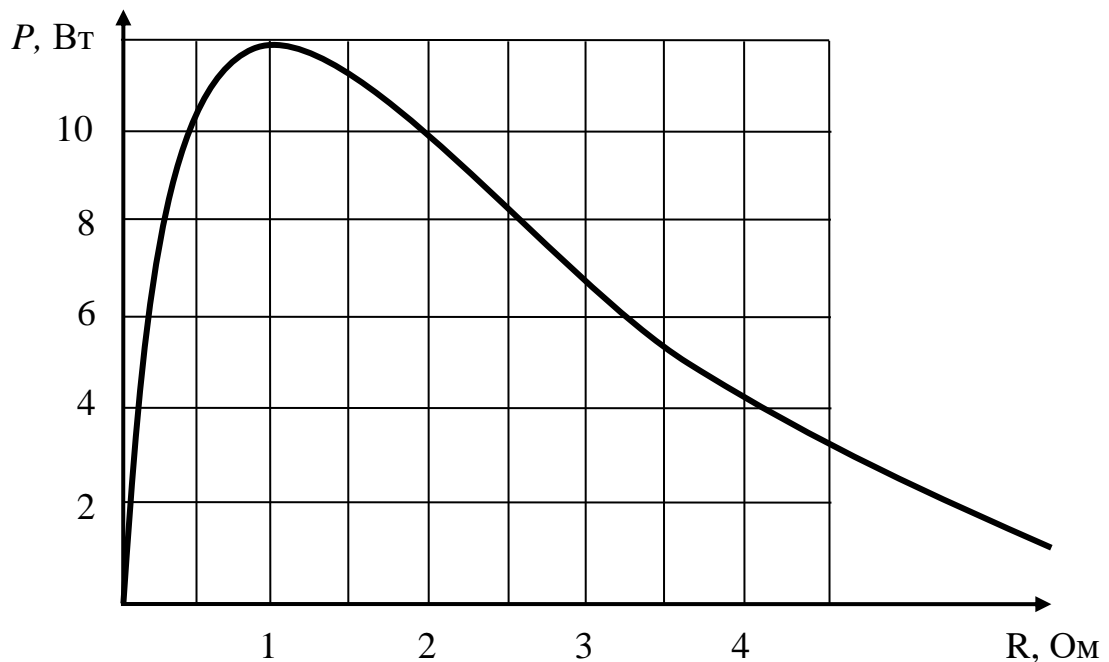
нулю первую производную от  $P$  по  $R$

$$\frac{(R+r)^2 - 2(R+r)R}{(R+r)^4} = 0,$$

откуда  $R = R_0 = r$ . Таким образом, при равенстве внешнего и внутреннего сопротивлений полезная мощность максимальна и равна

$$P_{\max} = \frac{E^2}{4r}. \quad (7)$$

На рисунке показана зависимость полезной мощности  $P$  от сопротивления нагрузки  $R$  для некоторой электрической цепи.



С дальнейшим ростом  $R$  ( $R \rightarrow \infty$ ) полезная мощность стремится к нулю. Коэффициент полезного действия (КПД) источника тока  $\eta$  есть отношение полезной мощности ко всей мощности, выделяемой в цепи

$$\eta = \frac{P}{P_1} = \frac{U}{E} = \frac{R}{R+r}. \quad (8)$$

При токе короткого замыкания КПД равен нулю и приближается к единице при  $R \rightarrow \infty$ . Последний случай, казалось бы, очень выигрышный, на практике мало пригоден по той причине, что величина полезной мощности при этом, согласно (6), стремится к нулю. Поэтому в реальных цепях  $\eta$  существенно меньше единицы.

## ЗАДАНИЯ

**1** Установите соответствие между понятиями и их определениями. Для каждого элемента первого столбца укажите один элемент второго столбца.

А) Полезная мощность	1) тепло, выделяющееся на сопротивлении за промежуток времени 2) сопротивление нагрузки равно нулю 3) выделяется на нагрузке 4) мощность, выделяемая внутри источника 5) отношение полезной мощности ко всей мощности, выделяемой в цепи 6) замыкание нагрузки накоротко
Б) Ток короткого замыкания	
В) КПД источника тока	

**2**

Чему равно отношение внешнего сопротивления к внутреннему при максимальной внешней мощности? Укажите номер верного ответа.

- 1) 3
- 2) 2
- 3) 1
- 4)  $\frac{1}{2}$

**3**

Найти ЭДС источника по зависимости мощности от сопротивления, приведенной на рисунке.

### Часть 2

**4**

Некоторое количество беговых роботов соревновалось в беге по кольцевой трассе. Роботов выпускали соревноваться попарно. Каждая пара начинала бег с общего старта одновременно и в одном направлении. Забег считался завершенным в тот момент, когда роботы вновь оказывались рядом. В протоколе фиксировалось время, в течение которого проходил каждый из

забегов. Всего в протоколе было сделано 36 записей. Известно, что в ходе забегов каждый робот соревновался с каждым ровно один раз, скорости всех роботов различны. Определите число представленных на соревнованиях роботов.

5

Рука пространственного робота-манипулятора может совершать манёвры трех типов. Так манёвром первого типа рука робота перемещает объект из точки  $A(1; 1; 1)$  в точку  $B(-1; 2; 3)$ , из точки  $B$  манёвром второго типа перемещает объект в точку  $C(-2; 4; 4)$ , а манёвром третьего типа из точки  $C$  в точку  $D(-1; 2; 0)$ . Найдите модуль перемещения объекта, произведенного рукой робота, последовательно совершившего два манёвра первого типа, манёвр третьего типа и манёвр, противоположный манёвру второго типа.

6

При изучении характера движения тел на экспериментальной установке студент получил зависимости координаты от времени для двух частиц, движущихся вдоль оси  $Ox$  в заданной системе отсчета, и записал их в таблицу:

	Закон изменения координаты (величины приведены в единицах СИ)
Первая частица	$x_1 = \log_2(-3t + 6)$
Вторая частица	$x_2 = 3^{6-5t}$

В какой момент времени можно прогнозировать встречу частиц в данной системе отсчета?

7

Фирма выпускает два вида продукции объёмами  $a$  и  $b$ . Эти объемы выпуска могут принимать любые натуральные значения. Какую наибольшую прибыль может получить фирма, если зависимость прибыли от объемов выпуска продукции задается зависимостью  $7-a^2-b^2 + 4a + 6b$ ?

8

Метеорологическая ракета, запущенная вертикально, достигла максимальной высоты 10 км. Во время работы двигателей ускорение ракеты  $40 \text{ м/с}^2$ . Сколько времени ракета находилась в состоянии невесомости на этапе подъёма?

Принять ускорение свободного падения равным  $10 \text{ м/с}^2$ . Ответ выразите в секундах в виде целого числа.

**9** Играя в интерактивный квест, команда должна была открыть сейф с цифровым кодовым замком. Найдя подсказки, команда выяснила, что кодом является наибольшее трёхзначное нечётное шестнадцатеричное число, двоичная запись которого содержит ровно 6 единиц. Команда справилась с заданием. Какой код она подобрала? В ответе запишите шестнадцатеричное число (основание системы счисления указывать не нужно).

**10**

В кибернетике используется понятие информационной энтропии, которая определяется формулой

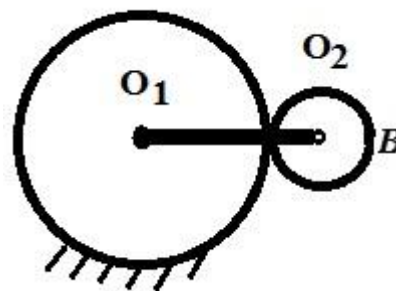
$$H = -\sum_i p_i \log_2 p_i,$$

где  $H$  – информационная энтропия,  $p_i$  – вероятность каждого из возможных исходов.

В библиотеке имеется 800 книг, из них 400 по математике, 200 по физике, 100 по информатике и 100 по химии. Какова информационная энтропия сообщения о том, что случайно выбрана 1 книга?

**11**

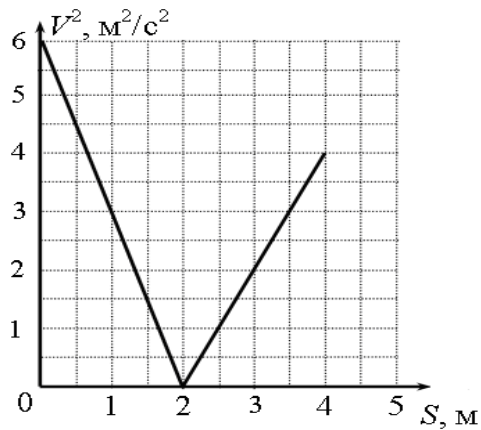
У простой планетарной передачи одно колесо радиусом  $R = 0,25 \text{ м}$  закреплено, другое колесо радиусом  $r = 0,1 \text{ м}$  катится без проскальзывания по внешней поверхности первого. Центры колес соединены стержнем (водилом)  $O_1O_2$ . Водило вращается с постоянной угловой скоростью  $\omega = 3 \text{ рад/с}$ . Чему равен модуль скорости точки  $B$  подвижного колеса относительно центра неподвижного колеса?



**12**

Шайбе массой  $100 \text{ г}$  сообщили начальную скорость, направленную вверх вдоль наклонной плоскости. По зависимости квадрата скорости от пути (размер клеточек соответствует единицам СИ) найдите равнодействующую силу, действующую на шайбу при ее движении вниз.





13

Группа из 200 школьников должна была принять участие в олимпиадах по математике и физике. В результате 120 школьников участвовали в олимпиаде по математике, 130 школьников участвовали в олимпиаде по физике, 40 школьников не смогли принять участие ни в одной олимпиаде. Сколько школьников участвовало в олимпиадах и по математике, и по физике?

14

В электрическом чайнике мощностью 1 кВт кипит вода. С какой скоростью из его носика вырывается струя пара, если площадь отверстия носика  $S = 5 \text{ см}^2$ , удельная теплота испарения воды  $r = 2,26 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$ , нормальное атмосферное давление  $p_0 = 10^5 \text{ Па}$ , универсальная газовая постоянная  $R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$ ?

15

Прибор регистрирует количество людей, прошедших через рамку металлоискателя путем добавления этого количества к величине, хранящейся в памяти сумматора. Каждый час (в момент времени  $nn$  часов 00 минут 01 секунда) число из сумматора выводится на печать. За 1 января 2018 года распечатка содержит следующий набор данных:

20512	20612	20662	20692	20699	20753	20756	20759
20766	20777	20777	20781	20789	20790	20811	20812
20819	20821	20832	20835	20842	20849	20853	20891

Сколько человек зарегистрировал прибор за период с 7 утра до 7 вечера 1 января 2018 года?

**Ответы**  
«Исследовательское», «Технологическое», «Конструирование»,  
«Программирование»

1	325	2
2	3	1
3	1	1
4	9	2
5	3	2
6	1	2
7	20	2
8	40	2
9	F81	2
10	1,75	2
11	2,1	2
12	0,1	2
13	90	2
14	1,5	2
15	76	2