

**Спецификация  
экзаменационных материалов для проведения  
теоретической части предпрофессионального экзамена  
для обучающихся в рамках проекта инженерных классов,  
выбравших для практической части одно из направлений:  
«Исследовательское», «Технологическое», «Конструкторское»,  
«Программирование»**

**1. Назначение экзаменационных материалов**

Материалы теоретической части предпрофессионального экзамена предназначены для оценки уровня теоретической подготовки выпускников инженерных классов, выбравших одно из направлений: «Исследовательское», «Технологическое», «Конструкторское», «Программирование».

**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.

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

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

**4. Содержание и структура экзаменационной работы**

Задания экзаменационной работы разработаны преподавателями образовательных организаций высшего образования, участвующих в проекте «Инженерный класс в московской школе».

Индивидуальный вариант участника формируется автоматизированно во время проведения теоретической части экзамена из базы проверочных заданий.

В работе используются задания:

- с выбором одного или двух ответов из нескольких предложенных;
- с кратким ответом.

Экзаменационная работа состоит из трёх частей. Часть 1 – инвариантная: включает текст (естественные, точные науки) и три задания, которые позволяют проверить умение работать с явно заданной информацией. Части 2 и 3 – вариативные: содержат по шесть заданий, из которых участнику необходимо выбрать не более четырёх в каждой части. Выбор более четырёх заданий в частях 2 и 3 не допускается.

Задания части 2 позволяют проверить фундаментальные знания по профильным предметам (математика, физика, информатика) и

универсальные умения. Задания части 3 проверяют специальные знания и умение работать с чертежами 3D-моделей, проводить расчёт простых конструкций и механизмов, составлять алгоритмы, решать вероятностные и комбинаторные задачи, а также задачи на анализ/обработку экспериментальных данных, заданных в виде таблиц/графиков, неявных функций и пр.

Задание считается выбранным, если на него дан ответ. Экзаменуемый может изменить свой выбор в процессе выполнения работы путём удаления ответа к одному заданию и сохранения ответа к другому заданию.

Для получения максимального балла на теоретической части экзамена необходимо правильно выполнить 11 из 15 заданий: три задания части 1, четыре задания части 2, четыре задания части 3.

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

Задание считается выполненным, если ответ обучающегося совпал с эталоном. Максимальный балл за выполнение заданий:

- часть 1 – 4 балла;
- часть 2 – 8 баллов;
- часть 3 – 8 баллов.

Первичный максимальный балл за выполнение всей работы – 20 баллов.

Перевод из первичных баллов в тестовый осуществляется по линейной форме. Линейный коэффициент перевода: 2.

**Приложение 1** «Обобщённый план теоретической части предпрофессионального экзамена для обучающихся инженерных классов, выбравших одно из направлений практической части: "Исследовательское", "Технологическое", "Конструкторское", "Программирование"».

**Приложение 2** «Демонстрационный вариант теоретической части предпрофессионального экзамена для обучающихся инженерных классов, выбравших одно из направлений практической части: "Исследовательское", "Технологическое", "Конструкторское", "Программирование"».

**Обобщённый план теоретической части предпрофессионального экзамена  
для обучающихся инженерных классов,  
выбравших одно из направлений практической части:  
«Конструкторское», «Технологическое»,  
«Программирование», «Исследовательское»**

№	Тип задания	Предмет	Проверяемые умения
<b>Часть 1</b>			
1	ВО	Текст	Анализировать и работать с информацией, представленной в тексте. Задание на соответствие или выбор верных утверждений
2	КО		Решать задачи на расчёт по графику или таблице, объявленной в тексте
3	КО		Решать задачи на расчёт по формуле, заданной в тексте
<b>Часть 2</b>			
4	КО	Математика, информатика	Решать задачи в целых числах, с использованием процентов, делимости чисел
5	КО	Математика, физика	Решать задачи, проводя операции над векторами
6	КО	Математика, физика	Решать системы уравнений / Анализировать функции
7	КО	Математика	Решать задачи на оптимизацию / экстремальную оценку функции
8	КО	Физика	Решать задачи по механике и законам сохранения
9	КО	Математика, информатика	Решать задачи на системы счисления, операции, перевод
<b>Часть 3</b>			
10	ВО	Черчение	Анализировать и выполнять задания на соответствие чертежей (проекции)
11	КО	Физика	Решать задачи на статику, гидростатику
12	КО	Физика	Решать задачи с проведением расчётов параметров кинематического устройства
13	КО	Математика	Проводить расчёт площади или объёма сложной фигуры
14	КО	Физика	Решать задачи на расчёт электрической схемы
15	КО	Информатика	Решать задачи на графы

**Демонстрационный вариант теоретической части  
предпрофессионального экзамена для обучающихся инженерных  
классов,  
выбравших одно из направлений практической части:  
«Исследовательское», «Технологическое», «Конструкторское»,  
«Программирование»**

**Часть 1**

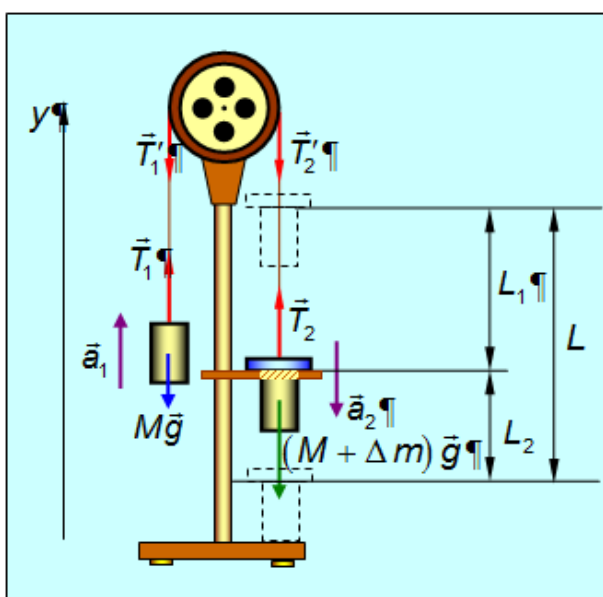
***Прочитайте текст и выполните задания 1-3.***

**Определение ускорения свободного падения  
с помощью машины Атвуда**

Определение величины ускорения свободного падения (и, соответственно, силы тяжести) имеет важное теоретическое и прикладное значение в геофизике, геодезии, геологии, космонавтике и является основой науки, называемой гравиметрия. По измерениям  $g$  в различных точках определяется фигура Земли (геоида) и распределение масс в её недрах, а данные о различных аномалиях (отклонениях силы тяжести от нормальной, определяемой геометрическими характеристиками геоида) служат для поиска и разведки месторождений полезных ископаемых.

Приборы для измерения силы тяжести и соответствующего ускорения свободного падения называются гравиметрами. Их разделяют на статические и динамические. Статические гравиметры основаны на уравнивании силы тяжести упругой силой. Динамические гравиметры подразделяются на струнные, маятниковые и баллистические. Рассмотрим метод определения ускорения свободного падения с использованием машины Атвуда.

Эскиз машины Атвуда показан на рис. 1.



*Рис. 1. Эскиз машины Атвуда*

Два одинаковых груза с массами  $M$  соединены нитью, перекинутой через неподвижный блок. Если на один из грузов положить перегрузок массой  $m$  (в виде шайбы), то система приходит в ускоренное движение. Обозначим силы натяжения нити, приложенные к грузам, через  $T_1$  и  $T_2$ , а силы натяжения, приложенные к блоку, – через  $T'_1$  и  $T'_2$ . Таким образом, на каждый груз действует сила тяжести и сила натяжения нити.

Второй закон Ньютона для груза с перегрузком имеет вид

$$(M + m)\vec{g} + \vec{T}_1 = (M + m) \cdot \vec{a}_1. \quad (1)$$

а для другого груза (без перегрузка) –

$$M\vec{g} + \vec{T}_2 = M\vec{a}_2. \quad (2)$$

Будем считать, что нить невесомая, нерастяжимая, не скользит по блоку, трения в оси блока нет. Из условия **невесомости нити** следует, что концы нити действуют на прикреплённые к ним тела с одинаковой силой, т. е.

$$T'_1 = T_1; T'_2 = T_2. \quad (3)$$

**Блок** можно считать **невесомым**, поэтому силы натяжения нити на противоположных концах диаметра блока одинаковые:

$$T_1 = T_2. \quad (4)$$

Из условия **нерастяжимости нити** следуют равенства модулей перемещений, скоростей и ускорений грузов:

$$a_1 = a_2 = a. \quad (5)$$

С учётом соотношений (3), (4) и (5) уравнения (1) и (2) можно объединить в систему:

$$\begin{aligned} (M + m)g - T &= (M + m)a. \\ -Mg + T &= Ma \end{aligned} \quad (6)$$

Решая систему (6) относительно, получим формулу для ускорения свободного падения:

$$g = \frac{a(2M + m)}{m}. \quad (7)$$

Равноускоренное движение системы грузов вдоль вертикальной оси  $y$  описывается уравнениями движения произвольной точки системы. В частности, можно использовать зависимость проекции перемещения точки от начальной и конечной скорости и проекции перемещения:

$$\Delta r_y = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2a_y}. \quad (8)$$

В (8) проекция начальной скорости  $v_{0y}$  равна нулю, так как движение начинается из состояния покоя.

Система грузов перемещается на величину  $\Delta r_y = L_1$ , двигаясь равноускоренно под действием перегрузка массой  $m$  с ускорением, которое входит в формулу (7).

На заданной высоте перегрузок подхватывается столиком, и дальше система грузов движется равномерно со скоростью  $v$ , перемещаясь на расстояние  $L_2$  за время  $t$ , которое измеряется миллисекундомером.

Согласно формуле равномерного движения

$$v = \frac{L_2}{t}. \quad (9)$$

При изменении  $L_2$  изменяется время  $t$ , измеряемое секундомером, но ускорение  $a$  должно оставаться неизменным.

Объединяя формулы (8) и (9), а также учитывая, что  $L_1 = L - L_2$ , получим расчётную формулу для величины ускорения  $a$  грузов с перегрузком:

$$a = \frac{L_2^2}{2t^2(L - L_2)}. \quad (10)$$

Для получения более точного значения ускорения свободного падения опыт нужно повторить многократно, отпуская груз с перегрузком с одной и той же высоты. При этом замеряются все значения времени, которые должны варьироваться около некоторого значения, которое можно условно принять за истинное время падения в данной серии опытов. Есть разные способы получить это истинное время, но самым простым и быстрым способом является расчёт среднего арифметического значения. Оно используется в расчёте ускорения грузов при движении с перегрузком и в вычислении ускорения свободного падения.

**1** Установите соответствие между теоретическими утверждениями и следствиями из них. Для каждого элемента первого столбца укажите один элемент второго столбца.

<b>Теоретическое утверждение</b>	<b>Следствие</b>
А) нить нерастяжима	1) сила натяжения одинаковая по обе стороны блока
Б) нить невесома	2) концы нити движутся с одинаковым по модулю ускорением
В) блок невесом	3) концы нити действуют одинаковой силой на тела, прикреплённые к ним
	4) блок неподвижен

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

- 2 Используя экспериментальные данные из таблицы ниже, вычислите ускорение груза. Истинное время падения найдите как среднее арифметическое, с точностью до третьего знака после запятой. Значение ускорения груза представьте в  $\text{м/с}^2$  и округлите до десятых.

$M = 90 \text{ г}, m = 11 \text{ г}$	$L = 33 \text{ см}$	$L_2 = 25 \text{ см}$
№ опыта	Время $t_i, \text{с}$	
1	0,729	
2	0,728	
3	0,720	
4	0,718	
5	0,733	

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 3 Вычислите ускорение свободного падения, используя формулу (7). Массу груза примите равной 90 г, массу перегрузка – 8 г, ускорение груза –  $0,55 \text{ м/с}^2$ . Значение ускорения груза представьте в  $\text{м/с}^2$  и округлите до десятых.

Ответ: \_\_\_\_\_.

## Часть 2

- 4 На экзамене студент может получить оценки: «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично». Известно, что восьмая часть студентов, сдававших экзамен, получила оценку «удовлетворительно», 68% студентов получили оценку «хорошо», а 7 человек получили оценку «отлично». Найдите число всех студентов, кто сдавал экзамен, если отличники составляют менее 4%, но более 3% от искомого числа студентов.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 5 При испытании опытной ракетной установки была принята следующая прямоугольная система координат: начало координат – в точке пуска, оси  $OX$  и  $OY$  параллельны поверхности земли, ось  $OZ$  – вертикально вверх. Через 1 секунду после старта расчётное положение ракеты – в точке  $(5;3;4)$ , а фактическое –  $(5;4;3)$ . Найдите косинус угла отклонения от расчётного. Ответ округлите до двух знаков после запятой.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 6 При изучении на экспериментальной установке характера движения двух тел, находящихся на одной прямой (обозначим её осью  $OX$ ), в заданной системе отсчёта экспериментатор получил для каждого из них следующие зависимости координаты от времени:  $X_1(t) = 4t^2 + 8$ ;  $X_2(t) = 4(3 + \sin \pi t)$ . Найдите первый момент времени от начала движения, в который тела могут встретиться.

Ответ: \_\_\_\_\_.

7 Фабрика выпускает два типа красок (для внутренних и наружных работ) объёмами  $a$  и  $b$  тонн в сутки соответственно. Эти объёмы выпуска могут принимать любые значения. Какую наибольшую прибыль может получить фабрика за сутки, если зависимость прибыли от объёмов выпуска продукции задаётся формулой  $S(a,b) = 5a + 9b - a^2 - b^2 - 4,1$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_.

8 Шарик массой 1,8 кг отпущен без начальной скорости с некоторой высоты над поверхностью земли. Определите модуль импульса шарика в момент времени, предшествующий падению на землю, если начальная потенциальная энергия шарика, рассчитанная относительно поверхности земли, равнялась 10 Дж. Сопротивлением воздуха пренебречь. Результат выразите в (кг·м)/с, ответ запишите в виде целого числа.

Ответ: \_\_\_\_\_.

9 Одно и то же число  $Y$  записано в разных системах счисления с основаниями 16, 10, 8. В каждой записи не хватает некоторых значащих разрядов. Записи числа с недостающими разрядами: в системе с основанием 16  $Y = * D *$ , в системе с основанием 10  $Y = * 7 * 2$ , в системе с основанием 8  $Y = 5 * 3 *$ . Найдите число и в ответе запишите его в десятичном коде.

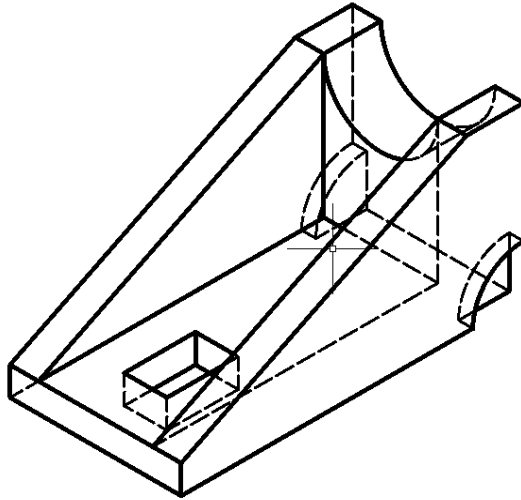
Ответ: \_\_\_\_\_.



### Часть 3

10

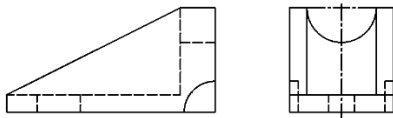
Дано изометрическое изображение детали.



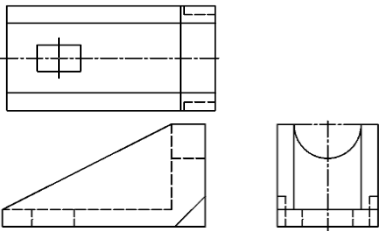
Ниже представлены три варианта изображения этой детали в трёх проекциях (стандартные виды – 1, 2, 3).

Выберите то изображение в трёх проекциях, которое соответствует изометрическому изображению.

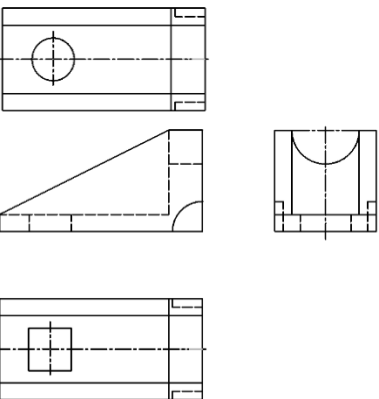
1)



2)



3)



**11** Четыре одинаковых однородных стержня скреплены за концы друг с другом, образуя квадрат с длиной стороны 42 см. Масса получившейся фигуры равна 3,2 кг. Квадрат расположен горизонтально и уравновешен относительно горизонтальной оси, параллельной двум его сторонам. Один из стержней удаляют так, что равновесие оставшейся фигуры относительно этой оси нарушается. Какой вращающий момент силы тяжести будет действовать на П-образную фигуру относительно исходной оси сразу после удаления стержня? Ответ выразите в Н·м, ускорение свободного падения примите равным  $9,8 \text{ м/с}^2$ . Результат округлите до сотых.

Ответ: \_\_\_\_\_.

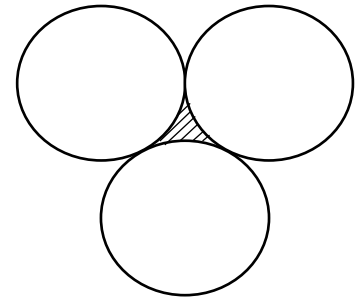
**12** Внешний диаметр шины основного колеса самолёта Ту-154М составляет 0,93 м. Взлётная скорость самолёта 270 км/ч. Определите частоту вращения колеса шасси в момент отрыва от земли. Результат выразите в оборотах в секунду и округлите до десятых. Число  $\pi$  примите равным 3,142.

Ответ: \_\_\_\_\_.

**13** Три плоских колеса расположены так, что попарно касаются друг друга. Найдите площадь криволинейной фигуры, заштрихованной на рисунке, если радиусы колес одинаковы и равны 3.

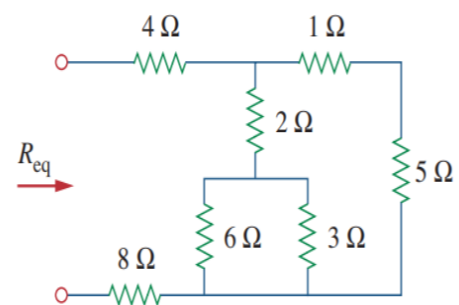
Число  $\pi$  примите равным 3,142.

$\sqrt{3}$  примите равным 1,732. Ответ округлите до двух знаков после запятой.



Ответ: \_\_\_\_\_.

**14** Найдите  $R_{eq}$  эквивалентное сопротивление схемы, представленной на рисунке ( $1 \text{ Ом} = 1\Omega$ ). Ответ представьте в омах и округлите до десятых.



Ответ: \_\_\_\_\_.

**15** Беспилотный летательный аппарат посещает пункты  $C, D, E, F$ . Расстояния между пунктами в километрах следующие:  $DC = 10, CE = 9, FC = 7, FE = 6, FD = 4, DE = 5$ . В ответе укажите длины самого длинного и самого короткого замкнутых маршрутов, проходящих через все пункты по одному разу (запишите последовательно через пробел два числа: сначала большее, затем меньшее).

Ответ: \_\_\_\_\_.

## Ответы

№ задания	Ответ	Баллы
<b>Часть 1</b>		
1	2 3 1	2
2	0,7	1
3	12,9	1
Итого		<b>4</b>
<b>Часть 2</b>		
4	200	2
5	0,98	2
6	1	2
7	22,4	2
8	6	2
9	2782	2
Итого		<b>8</b> (за 4 задания)
<b>Часть 3</b>		
10	А	2
11	1,65	2
12	25,7	2
13	1,45	2
14	14,4	2
15	29 25	2
Итого		<b>8</b> (за 4 задания)
Максимальный первичный балл		<b>20</b>