



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Техника и технологии»

9-10 классы

Отборочный этап
Вариант 1

2024-2025

БАЗОВАЯ ЧАСТЬ

Задача 1 (20 баллов)

В течение 2023 и 2024 годов количество заболевших корью уменьшалось ежегодно на один и тот же процент в сравнении с количеством заболевших предыдущего года. За 2023 год количество заболевших сократилось более чем вдвое по сравнению с 2022 годом, а в 2024 году количество заболевших уменьшилось в 7,2 раза по сравнению с 2022 годом. На сколько процентов ежегодно уменьшалось количество заболевших корью?

Задача 2 (20 баллов)

На стороне AC треугольника ABC выбрана точка D так, что $AD:DC=3:5$. Длина перпендикуляра, опущенного из точки D на сторону BC , равна 10. Найдите сторону BC , если площадь треугольника ABC равна 64.

Задача 3 (20 баллов)

Поезд трогается с места и равноускорено проходит мимо неподвижного пассажира. Первый вагон прошел мимо него за время $t_1 = 8$ с, а последний за время $t_2 = 2$ с. За какое время мимо пассажира прошел весь поезд, если изначально пассажир стоял у головы поезда?

Задача 4 (20 баллов)

Тело роняют над массивной плитой на высоте $H=1,5$ м от неё. Плита движется вертикально вверх со скоростью $u=0,5$ м/с. Определите время между двумя последовательными ударами тела о плиту. Удары абсолютно упругие. Ускорение свободного падения $g=10$ м/с².

ПРОФИЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Направление «Авиационная и ракетно-космическая техника»

Задача 5 (20 баллов)

Реактивный самолет пролетает с постоянной скоростью $v = 900$ км/ч путь $S = 1800$ км, затрачивая при этом горючее массой $m = 4$ т. Мощность двигателя $N = 5900$ кВт; коэффициент полезного действия $\eta = 23\%$. Какова теплотворная способность Q горючего, применяемого самолетом?

Направление «Биотехнологии»

Задача 5 (20 баллов)

Соотнесите вид микроорганизма и основной продукт метаболизма. Ответ представьте в виде: 1Г, 2А...

Saccharomyces cerevisiae

Lactococcus lactis

Clostridium pasteurianum

Propionibacterium freudenreichii

А) молочная кислота

Б) пропионовая кислота

В) спирт

Г) масляная кислота

Направление «Информационная безопасность»

Задача 5 (20 баллов)

В информатике, а точнее в её сфере, связанной с шифрованием информации, нередко используют большие числа, длиной в сотни и тысячи знаков. Прикоснитесь к данной теме, найдя две последние цифры числа 27^{960} .

Направление «Машиностроение»

Задача 5 (20 баллов)

Легкая пружина с жесткостью $k=20$ Н/м и длины $L=1$ м стоит вертикально на столе. С высоты $H=1,1$ м на нее падает шарик массы $m=1$ кг. Какую максимальную скорость будет иметь шарик при своем движении вниз? ($g=10$ м/с²).

Направление «Техника и технологии наземного транспорта»

Пояснение к задаче

Из теории автомобиля известно:

1. Сила дорожного сопротивления, которую преодолевает автомобиль при движении, определяется по формуле:

$$P_{\varphi} = P_f + P_{\alpha}, \quad (1)$$

где P_{φ} – сила дорожного сопротивления, Н; P_f – сила сопротивления качению, Н;

P_{α} – сила сопротивления подъему, Н.

При этом:

$$P_f = G_A f \cos \alpha, \quad (2)$$

где G_A – вес автомобиля, Н; f – коэффициент сопротивления качению, зависит от типа и состояния дороги, в общем случае берется из специальных таблиц (фрагмент представлен в таблице 1); α – угол подъема дороги.

$$P_{\alpha} = \pm G_A \sin \alpha, \quad (3)$$

Знак «+» берется в том случае, когда автомобиль движется на подъем, знак «–» – при движении автомобиля на спуске.

2. Сила сопротивления воздуха определяется из выражения:

$$P_w = k \cdot F_A \cdot V_A^2, \quad (4)$$

где P_w – сила сопротивления воздуха, Н; k – коэффициент обтекаемости автомобиля, $\frac{\text{Н} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4}$,

берется из специальных таблиц; F_A – площадь поперечного сечения автомобиля, м²;

V_A – скорость движения автомобиля, м/с.

3. Условия движения автомобиля:

– равномерное движение $P_A = P_{\varphi} + P_w$;

– движение с ускорением $P_A > P_{\varphi} + P_w$;

– движение с замедлением (без буксования) $P_A < P_{\varphi} + P_w$,

где P_A – сила тяги на колесах автомобиля, Н.

Таблица 1

Средние значения коэффициента сопротивления качению

№ п/п	Виды покрытия дороги	Коэффициент, f
1	Асфальт	0,015
2	Мокрая грунтовая дорога	0,1
3	Сыпучий песок	0,2
4	Хорошо укатанный снег	0,029
5	Лед ровный	0,025

Задача 5 (20 баллов). Грузовой автомобиль массой 18 000 кг движется по горизонтальной асфальтированной дороге, находящейся в отличном состоянии. Известно, что сила тяги на ведущих колесах автомобиля равна 2800 Н. Определите, как движется автомобиль (равномерно, с ускорением или с замедлением). Силой сопротивления воздуха можно пренебречь.

Направление «Приборостроение»

Задача 5 (20 баллов)

Размерностью физической величины $\dim Q$ называют выражение в форме степенного многочлена, отражающее связь данной величины с основными величинами системы СИ:

$$\dim Q = L^{\alpha} M^{\beta} T^{\gamma} I^{\delta} \Theta^{\varepsilon} N^{\zeta} J^{\eta},$$

где L, M, T, I, Θ, N, J – условные обозначения основных величин системы СИ (таблица);
 $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon, \zeta, \eta$ – целые или дробные, положительные или отрицательные вещественные числа (показатели размерности).

Таблица – Основные величины системы СИ

Физическая величина		Единица	
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение
Длина	L	метр	м
Масса	M	килограмм	кг
Время	T	секунда	с
Сила электрического тока	I	ампер	А
Термодинамическая температура	Θ	кельвин	К
Количество вещества	N	моль	моль
Сила света	J	кандела	кд

Пример 1: единица скорости образуется при помощи уравнения, определяющего скорость:

$$v = l/t$$

Тогда размерность скорости:

$$\dim v = (\dim l)/(\dim t) = LT^{-1}$$

Единица скорости:

$$[v] = [l]/[t] = (1 \text{ м})/(1 \text{ с}) = 1 \text{ м/с}$$

Пример 2: плотность есть отношение массы к объему:

$$\rho = m/V$$

Размерность объема:

$$\dim V = L^3$$

Тогда размерность плотности:

$$\dim \rho = (\dim m)/(\dim V) = L^{-3}M$$

Единица плотности:

$$[\rho] = [m]/[V] = (1 \text{ кг})/(1 \text{ м}^3) = 1 \text{ кг/м}^3$$

Выведите размерность и единицу давления.

Направление «Технологии кораблестроения и водного транспорта»

Задача 5 (20 баллов)

Корабль идя со скоростью $v = 15$ узлов ($1 \text{ узел} = 1 \text{ миля} / \text{ч} = 1852 \text{ м/ч}$) начинает экстренное торможение работой винтов на задний ход и до полной остановки проходит $s = 10$ мин. Определить ускорение a и путь S торможения

Направление «Технологии материалов»

Задача 5 (20 баллов)

Какая из перечисленных солей имеет минимальную молярную массу, запишите ее значение: поваренная соль NaCl , каустическая соль NaOH , бертолетова соль KClO_3 ? Определите массу раствора, которая может быть получена при растворении $0,5$ моль выбранного вещества в 300 г дистиллированной воды?

Направление «Химические технологии»

Задача 5 (20 баллов)

Производительность муфельной печи по производству оксида цинка 1,12 тонн/час. Через какое время система из 12 бункеров, в которые поступает оксид цинка будет заполнена, если известно, что он имеет цилиндрическую форму. Высота бункера 120 м, диаметр 3 м. Насыпная плотность оксида цинка 560 кг/м³. Печь непрерывного действия.

Направление «Техника и технологии строительства»

Задача 5 (20 баллов)

На строительной площадке нужно забетонировать 12 колонн, размеры колонн 40х40х300 см. Объем автобетоносмесителя 6 м³, подача бетонной смеси осуществляется через бетононасос, для запуска и промывки бетононасоса понадобится дополнительно 200 л бетонной смеси. Какое количество рейсов нужно совершить автобетоносмесителю для того, чтобы забетонировать все колонны?

Направление «Экологическая безопасность»

Задача 5 (20 баллов)

Нефтебазы, на которых хранятся и перерабатывается нефть и нефтепродукты, относятся к опасным производственным объектам. Если резервуар, где находятся нефтепродукты получает сильные повреждения, то может происходить разлитие нефтепродуктов в грунт, и есть опасность возникновения пожара, при котором в атмосферный воздух выбрасываются загрязняющие вещества (продукты горения нефти и нефтепродуктов).

Экологический ущерб от загрязнения окружающей среды (т.е. вред, нанесенный окружающей среде, выраженный в денежном эквиваленте) при выбросах загрязняющих веществ в атмосферу при горении нефтепродуктов рассчитывается следующим образом

$$Y = 100 \cdot \sum_{i=1}^n C_i \cdot M_i \cdot K_{от} \cdot K_{ин},$$

где 100 – штрафной коэффициент за сверхлимитный выброс,

C_i – норматив платы за выброс 1 тонны i -го загрязняющего вещества, руб.;

M_i – фактическая масса выброса i -го загрязняющего вещества (т);

$K_{от}$ – дополнительный коэффициент к ставкам платы в отношении территорий и объектов, находящихся под особой охраной в соответствии с федеральными законами, равный 2,0 для особо охраняемых территорий, в остальных случаях равен 1,0;

$K_{ин}$ – коэффициент индексации платы за негативное воздействие на окружающую среду, который устанавливается ежегодно законом о бюджете Российской Федерации (в 2024 г равен 1,32).

Оценить экологический ущерб (руб) за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу при горении бензина в резервуаре, получившем сильные разрушения. Территория не относится к особо охраняемым.

Наименование загрязняющего вещества	Фактическая масса выброса загрязняющего вещества (т)	Норматив платы за выброс 1 т загрязняющего вещества (руб/т)
Азота диоксид	32,5	138,8
Азота оксид	8,9	93,5
Серы диоксид	2,3	45,4
Углерода оксид	1104,4	1,6
Формальдегид	2,1	1823,6



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Техника и технологии»

9-10 классы

Отборочный этап
Вариант 2

2024-2025

БАЗОВАЯ ЧАСТЬ

Задача 1 (20 баллов)

В течение 2023 и 2024 годов количество заболевших корью уменьшалось ежегодно на один и тот же процент в сравнении с количеством заболевших предыдущего года. За 2023 год количество заболевших сократилось более чем вдвое по сравнению с 2022 годом, а в 2024 году количество заболевших уменьшилось в 4,5 раза по сравнению с 2022 годом. На сколько процентов ежегодно уменьшалось количество заболевших корью?

Задача 2 (20 баллов)

На стороне AC треугольника ABC выбрана точка D так, что $AD:DC=2:3$. Длина перпендикуляра, опущенного из точки D на сторону BC , равна 9. Найдите сторону BC , если площадь треугольника ABC равна 30.

Задача 3 (20 баллов)

Поезд трогается с места и равноускорено проходит мимо неподвижного пассажира. Первый вагон прошел мимо него за время $t_1 = 6$ с, а последний за время $t_2 = 2$ с. За какое время мимо пассажира прошел весь поезд, если изначально пассажир стоял у головы поезда?

Задача 4 (20 баллов)

Тело роняют над массивной плитой на высоте $H=4$ м от неё. Плита движется вертикально вверх со скоростью $u=1$ м/с. Определите время между двумя последовательными ударами тела о плиту. Удары абсолютно упругие. Ускорение свободного падения $g=10$ м/с².

ПРОФИЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Направление «Авиационная и ракетно-космическая техника»

Задача 5 (20 баллов)

Железнодорожная платформа движется по инерции со скоростью $v_0 = 3$ км/ч. На платформе укреплено пусковое устройство для запуска противотанковых ракет. Масса платформы с устройством $M=10$ т.

Запуск ракеты массой $m = 10$ кг произведен в сторону движения платформы под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту.

Определить скорость ракеты (относительно Земли), если после выстрела скорость платформы уменьшилась в $n = 2$ раза.

Направление «Биотехнологии»

Задача 5 (20 баллов)

Генная инженерия позволяет в лаборатории синтезировать белки, идентичные по составу природным белкам. Биосинтез белка – это процесс создания сложных органических веществ в ходе биохимических реакций. Последовательность аминокислот в каждом белке определяется последовательностью нуклеотидов в гене — участке ДНК, кодирующем определенный белок. Определите молекулярную массу гена, если в одной его цепи запрограммирован белок с молекулярной массой 1600. В решении задачи помогут следующие данные: средняя молекулярная масса одной аминокислоты – 100; молекулярная масса одного нуклеотида 345.

Направление «Информационная безопасность»

Задача 5 (20 баллов)

Некоторая охранная система генерирует пароли по следующему правилу: они состоят из четырех цифр, причем таким образом, что первая цифра равна сумме трех других. Какое количество попыток понадобится для перебора всех возможных паролей, если известна первая цифра?

Направление «Машиностроение»

Задача 5 (20 баллов)

Легкая пружина с жесткостью $k=20$ Н/м и длины $L=1$ м стоит вертикально на столе. С высоты $H=1,1$ м на нее падает шарик массы $m=2$ кг. Какую максимальную скорость будет иметь шарик при своем движении вниз? ($g=10$ м/с²).

Направление «Техника и технологии наземного транспорта»

Пояснение к задаче

Из теории автомобиля известно:

1. Сила дорожного сопротивления, которую преодолевает автомобиль при движении, определяется по формуле:

$$P_{\varphi} = P_f + P_{\alpha}, \quad (1)$$

где P_{φ} – сила дорожного сопротивления, Н; P_f – сила сопротивления качению, Н;

P_{α} – сила сопротивления подъему, Н.

При этом:

$$P_f = G_A f \cos \alpha, \quad (2)$$

где G_A – вес автомобиля, Н; f – коэффициент сопротивления качению, зависит от типа и состояния дороги, в общем случае берется из специальных таблиц (фрагмент представлен в таблице 1); α – угол подъема дороги.

$$P_{\alpha} = \pm G_A \sin \alpha, \quad (3)$$

Знак «+» берется в том случае, когда автомобиль движется на подъем, знак «–» – при движении автомобиля на спуске.

2. Сила сопротивления воздуха определяется из выражения:

$$P_w = k \cdot F_A \cdot V_A^2, \quad (4)$$

где P_w – сила сопротивления воздуха, Н; k – коэффициент обтекаемости автомобиля, $\frac{\text{Н} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4}$,

берется из специальных таблиц; F_A – площадь поперечного сечения автомобиля, м²;

V_A – скорость движения автомобиля, м/с.

3. Условия движения автомобиля:

– равномерное движение $P_A = P_{\varphi} + P_w$;

– движение с ускорением $P_A > P_{\varphi} + P_w$;

– движение с замедлением (без буксования) $P_A < P_{\varphi} + P_w$,

где P_A – сила тяги на колесах автомобиля, Н.

Средние значения коэффициента сопротивления качению (таблица 1)

№ п/п	Виды покрытия дороги	Коэффициент, f
1	Асфальт	0,015
2	Мокрая грунтовая дорога	0,1
3	Сыпучий песок	0,2
4	Хорошо укатанный снег	0,029
5	Лед ровный	0,025

Задача 5 (20 баллов) Определить тип покрытия горизонтальной дороги, по которой равномерно движется грузовой автомобиль массой 12 500 кг. Известно, что сила тяги на его ведущих колесах равна 1800 Н. Силой сопротивления воздуха можно пренебречь.

Направление «Приборостроение»

Задача 5 (20 баллов)

Размерностью физической величины $\dim Q$ называют выражение в форме степенного многочлена, отражающее связь данной величины с основными величинами системы СИ:

$$\dim Q = L^\alpha M^\beta T^\gamma I^\delta \Theta^\epsilon N^\zeta J^\eta,$$

где L, M, T, I, Θ, N, J – условные обозначения основных величин системы СИ (таблица);
 $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon, \zeta, \eta$ – целые или дробные, положительные или отрицательные вещественные числа (показатели размерности).

Таблица – Основные величины системы СИ

Физическая величина		Единица	
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение
Длина	L	метр	м
Масса	M	килограмм	кг
Время	T	секунда	с
Сила электрического тока	I	ампер	А
Термодинамическая температура	Θ	кельвин	К
Количество вещества	N	моль	моль
Сила света	J	кандела	кд

Направление «Технологии кораблестроения и водного транспорта»

Задача 5 (20 баллов)

На какой высоте h над уровнем моря надо находиться, чтобы на расстоянии $d = 3$ мили (1 миля = 1,852 км) от корабля заметить морской вражеский дрон. (Высотой надводной части дрона пренебречь) Радиус земли $R = 6378$ км

Направление «Технологии материалов»

Задача 5 (20 баллов)

Какое из перечисленных веществ имеет максимальную молярную массу, запишите ее значение: пищевая сода NaHCO_3 , железный купорос FeSO_4 или поташ K_2CO_3 ? Определите массу раствора, которая может быть получена при растворении 2 моль выбранного вещества в 600 г воды дистиллированной?

Направление «Химические технологии»

Задача 5 (20 баллов)

Бункер объемом 150 м^3 можно заполнять только на 75 % от общего объема. Через какое время необходимо будет произвести выгрузку готового продукта из бункера, если известно, что производительность реактора перед ним составляет 15 кг/ч ? Продукт сухой и его насыпная плотность составляет 115 кг/м^3 .

Направление «Техника и технологии строительства»

Задача 5 (20 баллов)

Прочность бетонного образца при испытании на сжатие на гидравлическом прессе составила 54 МПа (предельное давление, которое он выдерживает), размеры образца $15 \times 15 \times 15$ см. Какая сила (в кН) была приложена для разрушения такого образца?

Направление «Экологическая безопасность»

Задача 5 (20 баллов)

Согласно Федеральному закону от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» негативное воздействие предприятий на окружающую среду, которое они оказывают в ходе своей хозяйственной деятельности, является платным.

Один из видов платежей, которые взимаются с предприятия за загрязнение окружающей среды, – это выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными источниками.

Расчет платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу производится в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 31.05.2023 № 881 «Об утверждении Правил исчисления и взимания платы за негативное воздействие на окружающую среду и о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации и отдельного положения акта Правительства Российской Федерации».

Для стационарных источников загрязнения при наличии нормативов допустимых выбросов и временно согласованных выбросов плата рассчитывается по формулам:

$$1) M_i \leq \text{НДВ}, P_i = M_i \cdot C_i \cdot K_{\text{от}} \cdot K_{\text{ин}},$$

$$2) \text{НДВ} < M_i \leq \text{ВСВ}, P_i = \text{НДВ}_i \cdot C_i \cdot K_{\text{от}} \cdot K_{\text{ин}} + 25 \cdot (M_i - \text{НДВ}_i) \cdot C_i \cdot K_{\text{от}} \cdot K_{\text{ин}},$$

$$3) M_i > \text{ВСВ}, P_i = \text{НДВ}_i \cdot C_i \cdot K_{\text{от}} \cdot K_{\text{ин}} + 25 \cdot (\text{ВСВ}_i - \text{НДВ}_i) \cdot C_i \cdot K_{\text{от}} \cdot K_{\text{ин}} + 100 \cdot (M_i - \text{ВСВ}_i) \cdot C_i \cdot K_{\text{от}} \cdot K_{\text{ин}},$$

где M_i – фактическая масса выброса i -го загрязняющего вещества (т),

НДВ_i – норматив допустимого выброса i -го загрязняющего вещества (т),

ВСВ_i – временно согласованный выброс i -го загрязняющего вещества (т),

C_i – норматив платы за сброс 1 т i -го загрязняющего вещества, руб,

$K_{\text{от}}$ – дополнительный коэффициент к ставкам платы в отношении территорий и объектов, находящихся под особой охраной в соответствии с федеральными законами, равный 2,0 для особо охраняемых территорий, в остальных случаях равен 1,0;

$K_{\text{ин}}$ – коэффициент индексации платы за негативное воздействие на окружающую среду (в 2024 г равен 1,32).

Рассчитать общую плату за выбросы загрязняющих веществ на территории предприятия за текущий год, фактические массы сбросов представлены в таблице. Территория не относится к особо охраняемым.

Наименование загрязняющего вещества	Фактическая масса выброса загрязняющего вещества (т)	Норматив допустимого выброса (т)	Временно-согласованный выброс (т)	Норматив платы за выброс 1 т загрязняющего вещества (руб/т)
Углерода оксид	3,4	2,5	3,0	138,8
Азота оксид	2,7	3,0	3,5	93,5
Серы диоксид	1,4	1,0	1,5	45,4