



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Техника и технологии»

11 класс

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)

Определить массу и среднюю плотность вещества Луны, если ускорение свободного падения на её поверхности $g_L = 1,63$ м/с²; радиус Луны $R_L = 1,73 \cdot 10^6$ м.

Направление «Биотехнологии»

Задача 5 (20 баллов)

Укажите последовательность биотехнологического процесса получения ферментных препаратов поверхностным способом:

- 1) Выделение из культуры очищенных препаратов ферментов
- 2) Выращивание культуры-продуцента
- 3) Приготовление питательной среды и посевного материала
- 4) Получение товарной формы

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 три последние цифры числа 343^{2967} .

Направление «Машиностроение»

Задача 5 (20 баллов)

Некоторая сила F приложена к ящику массой $M=100$ кг под углом $\alpha=30^\circ$ к горизонту, под действием которой он равномерно и прямолинейно движется по горизонтальной плоскости с коэффициентом трения $k=0,3$. Найти значение этой силы.

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:

$$P_\phi = P_f + P_\alpha, \quad (1)$$

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, м^2 ; V_A – скорость движения автомобиля, м/с .

3. Условия движения автомобиля:

– равномерное движение $P_A = P_\phi + P_w$;

– движение с ускорением $P_A > P_\phi + P_w$;

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

где P_A – сила тяги на колесах автомобиля, Н.

Таблица 1

Средние значения коэффициента сопротивления качению

№ п/п	Виды покрытия дороги	Коэффициент, f
1	Асфальтовая дорога в отличном состоянии	0,015
2	Гравийная дорога в хорошем состоянии	0,022
3	Гравийная дорога в плохом состоянии	0,028
4	Грунтовая дорога в хорошем состоянии	0,023
5	Мокрая грунтовая дорога	0,1
6	Хорошо укатанный снег	0,029

Задача 5 (20 баллов)

Груженный грузовой автомобиль массой 12 500 кг движется по асфальтированной дороге на подъем (с углом наклона 8 градусов).

Определите, какая сила тяги должна быть на колесах автомобиля, чтобы его движение было равномерным. 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

Например, единица силы образуется при помощи уравнения:

$$F = m \cdot a = m \cdot v/t = m \cdot l/t^2$$

Тогда размерность силы:

$$\dim F = (\dim m) \times (\dim l) / (\dim t)^2 = LMT^{-2}$$

Единица силы:

$$[F] = [m][a] = [m][v]/[t] = [m][l]/[t]^2 = 1 \text{ кг} \cdot \text{м}/\text{с}^2 = 1 \text{ Н}$$

Вывести размерность и единицу электрического напряжения.

Направление «Технологии кораблестроения и водного транспорта»

Задача 5 (20 баллов)

Во время патрулирования границы быстроходным катером было обнаружено судно-нарушитель на расстоянии S - 5миль (1миля = 1,852км). Судно-нарушитель пытается уйти от катера в направлении под углом 90° к прямой расстояния до катера. Скорость судна-нарушителя v_n - 20узлов (1узел = миля в час), скорость катера v_k - 40узлов. Под каким углом α к направлению судна нужно направить катер, чтобы гарантированно догнать судно-нарушитель и какое время t для этого понадобится?

Направление «Химические технологии»

Задача 5 (20 баллов)

На установке каталитического крекинга переработали 1 тонну керосина. При этом газ крекинга составлял 20 % от сырья. Состав газовой смеси следующий:

Газ крекинга	Объемные доли, %
H ₂	10
CH ₄	26
C ₂ H ₆	11
C ₃ H ₈	4,5
C ₂ H ₄	27
C ₃ H ₆	13
C ₄ H ₈	8,5

Определите массу метана.

Направление «Технологии материалов»

Задача 5 (20 баллов)

В промышленности извлечение железа производится из железных руд. Дан образец руды. Известно, что масса входящего в данный образец руды магнитного железняка Fe_3O_4 160 кг, титанистого железняка FeTiO_3 50 кг. Другими примесными веществами можно пренебречь. Сколько килограмм железа и титана можно извлечь из такой руды?

Направление «Техника и технологии строительства»

Задача 5 (20 баллов)

При создании тяжелого бетона очень важно, чтобы отношение количества воды к количеству цемента (В/Ц) не изменялось, так как от этого зависит прочность будущего бетона. На завод, производящий бетонную смесь, привезли мокрый песок, с влажностью 10% по массе. Как инженеру с помощью изменения количества песка и воды в составе, произвести бетонную смесь, используя мокрый песок, но сохранив В/Ц? (В ответе укажите: количество песка в кг, количество воды в кг.)

Состав бетонной смеси на 1 м³:

Цемент 350 кг

Щебень 1100 кг

Песок 950 кг

Вода 175 кг

Добавка-пластификатор 5 кг.

Направление «Экологическая безопасность»

Задача 5 (20 баллов)

Для оценки качества атмосферного воздуха используют индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) – комплексный индекс, учитывающий несколько примесей. Величина ИЗА рассчитывается по значениям среднегодовых концентраций.

Если значение $\text{ИЗА} \leq 5$, уровень загрязнения атмосферного воздуха считается низким, если $5 < \text{ИЗА} \leq 7$ – повышенным, если $7 < \text{ИЗА} < 14$ – высоким, если $\text{ИЗА} \geq 14$ – очень высоким.

$$\text{ИЗА} = \sum_{i=1}^5 \left(\frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \right)^{K_i}$$

где C_i – среднегодовая концентрация i -го вещества, мг/м³;
 ПДК_i – среднесуточная предельно допустимая концентрация i -го вещества;
 K_i – безразмерная константа приведения степени вредности i -го вещества к вредности сернистого газа. Значения K_i равны 0,85; 1,0; 1,3; 1,5 соответственно для 4-, 3-, 2- и 1-го классов опасности вещества.

При расчете ИЗА выбирают пять веществ, дающих наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха.

Рассчитайте индекс загрязнения атмосферы и укажите уровень загрязнения воздуха, используя следующие результаты анализа качества атмосферного воздуха.

Примечание. Полученные значения $\left(\frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \right)^{K_i}$ округлите до сотых.

№	Название загрязняющего вещества	ПДК _{сс} , мг/м ³	Класс опасности	Среднегодовая концентрация загрязняющего вещества в воздухе, мг/м ³
1	Двуокись серы	0,05	2	0,009
2	Двуокись азота	0,04	2	0,06
3	Оксид азота	0,06	3	0,04
4	Бензо(α)пирен	0,000001	1	0,000002
5	Сероуглерод	0,005	2	0,005
6	Аммиак	0,04	4	0,009
7	Сажа	0,05	3	0,04



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Техника и технологии»

11 класс

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). Определить ускорение свободного падения на высоте $H = 600$ км над поверхностью Земли и на высоте $h = 10$ км.

Направление «Биотехнологии»

Задача 5 (20 баллов). Участок молекулы белка состоит из следующих аминокислот: серин – цистеин – аланин – глицин – лейцин – пролин. Какова масса участка одной цепи гена, кодирующей данный белок, если масса одного нуклеотида равна 350?

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. При введении неправильного пароля система уходит в режим блокировки на 1 минуту. Можно ли успеть перебрать все подходящие пароли за 1 час, если известна одна из цифр? В ответе запишите слова ДА или НЕТ, а также максимальное время подбора паролей через пробел, например: «ДА 40» или «НЕТ 80».

Направление «Машиностроение»

Задача 5 (20 баллов). Некоторая сила F приложена к ящику массой $M=200$ кг под углом $\alpha=30^\circ$ к горизонту, под действием которой он равномерно и прямолинейно движется по горизонтальной плоскости с коэффициентом трения $k=0,3$. Найти значение этой силы.

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, м^2 ; 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	Асфальтовая дорога в отличном состоянии	0,015
2	Гравийная дорога в хорошем состоянии	0,022
3	Гравийная дорога в плохом состоянии	0,028
4	Грунтовая дорога в хорошем состоянии	0,023
5	Мокрая грунтовая дорога	0,1
6	Хорошо укатанный снег	0,029

Задача 5 (20 баллов). Грузенный грузовой автомобиль массой 15 000 кг движется равномерно по горизонтальному участку грунтовой дороги в отличном состоянии. Затем, не меняя режима работы двигателя, он выезжает на горизонтальный участок гравийной дороги в плохом состоянии. Как будет двигаться автомобиль (равномерно, ускоренно или замедленно) на участке гравийной дороги? 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

Например, единица силы образуется при помощи уравнения:

$$F = m \cdot a = m \cdot v/t = m \cdot l/t^2$$

Тогда размерность силы:

$$\dim F = (\dim m) \times (\dim l) / (\dim t)^2 = LMT^{-2}$$

Единица силы:

$$[F] = [m][a] = [m][v]/[t] = [m][l]/[t]^2 = 1 \text{ кг} \cdot \text{м}/\text{с}^2 = 1 \text{ Н}$$

Вывести размерность и единицу электрического сопротивления.

Направление «Технологии кораблестроения и водного транспорта»

Задача 5 (20 баллов). Для всплытия подводной лодки с глубины $h = 20\text{ м}$ необходимо продуть главные балластные цистерны объемом $V = 30\text{ м}^3$ сжатым воздухом. Объем одного баллона с сжатым воздухом $v_6 = 400\text{ л}$, давление воздуха в баллонах $P = 20\text{ МПа}$, температура воздуха в баллонах 20°C , температура воздуха после вытеснения воды 3°C . Атмосферное давление принять $P_A = 101\text{ кПа}$, ускорение свободного падения $g = 9,81\text{ м}/\text{с}^2$, плотность воды $\rho = 1,025\text{ т}/\text{м}^3$. Сколько n баллонов понадобится, чтобы полностью вытеснить воду из главных балластных цистерн.

Направление «Химические технологии»

Задача 5 (20 баллов). На установке каталитического крекинга переработали 1 тонну керосина. При этом газ крекинга составлял 15 % от сырья. Состав газовой смеси следующий:

Газ крекинга	Объемные доли, %	Газ крекинга	Объемные доли, %
H_2	7	C_2H_4	29
CH_4	21	C_3H_6	11
C_2H_6	17	C_4H_8	9,5
C_3H_8	5,5		

Определите массу метана.

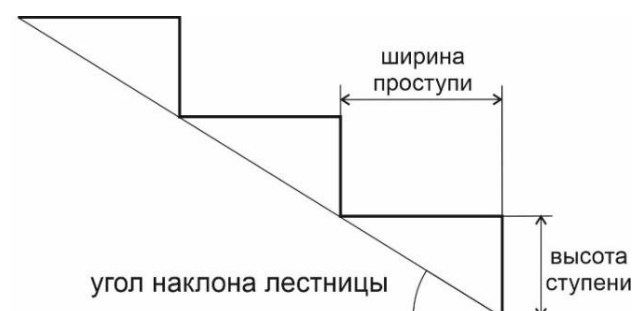
Направление «Технологии материалов»

Задача 5 (20 баллов). В промышленности извлечение железа производится из железных руд. Дан образец руды. Известно, что масса входящего в руду магнитного железняка Fe_3O_4 155 кг, титанистого железняка FeTiO_3 55 кг. Другими примесными веществами можно пренебречь. Сколько килограмм железа и титана можно извлечь из такой руды?

Направление «Техника и технологии строительства»

Задача 5 (20 баллов)

Сколько ступеней будет у лестницы и какой ширины должны быть проступи, если угол наклона лестницы составляет 40° , высота всей лестницы 3 м, а высота ступеней 250 мм? (Ответ укажите в мм с округлением до десятых долей мм).



Направление «Экологическая безопасность»

Задача 5 (20 баллов). Для оценки качества воды в водных объектах используют индекс загрязнения воды (ИЗВ), который рассчитывается как сумма приведённых к ПДК фактических значений 6 основных показателей качества воды:

$$\text{ИЗВ} = \left[\sum_{i=1}^6 \left(\frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \right) \right] / 6$$

где C_i – концентрация i -го загрязняющего вещества, мг/л;
 ПДК_i – предельно допустимая концентрация i -го загрязняющего вещества, мг/л.

При расчётах обязательно включать БПК₅ и О₂. Остальные четыре показателя берут исходя из условия, что они вносят наибольший вклад в загрязнение.

При расчете ИЗВ для составляющих $C_i/\text{ПДК}_i$ по неоднозначно нормируемым компонентам (БПК₅ и О₂) применяется ряд следующих правил:

1) для биологического потребления кислорода БПК₅ устанавливаются специальные значения нормативов, зависящие от самого значения БПК₅:

<u>Показатель БПК₅ (мгО₂/л)</u>	<u>Значение норматива (ПДК)</u>
Менее 3	3
От 3 до 15	2
Свыше 15	1

2) концентрация растворенного кислорода нормируется с точностью до наоборот: его содержание в пробе не должно быть ниже 4 мг/дм³, поэтому для каждого диапазона концентраций компонента устанавливаются специальные значения слагаемых $C_i/\text{ПДК}_i$:

<u>Концентрация (мгО₂/л)</u>	<u>Значение слагаемого $C_i / \text{ПДК}_i$</u>
Более или равно 6	6
Менее 6 до 5	12
Менее 5 до 4	20
Менее 4 до 3	30
Менее 3 до 2	40
Менее 2 до 1	50
Менее 1	60

Классификация качества поверхностных вод по значению ИЗВ производится согласно таблице.

Таблица – Классификация качества поверхностных вод по ИЗВ

Величина ИЗВ	Описание класса	Класс чистоты воды
Менее или равно 0,2	Очень чистая вода	I
Более 0,2 до 1,0	Чистая	II
Более 1,0 до 2,0	Умеренно-загрязнённая	III
Более 2,0 до 4,0	Загрязнённая	IV
Более 4,0 до 6,0	Грязная	V
Более 6,0 до 10,0	Очень грязная	VI
Более 10,0	Чрезвычайно грязная	VII

Рассчитайте индекс загрязнения воды и указать класс качества воды, используя следующие результаты анализа качества воды в водном объекте.

Примечание. Полученные значения $\left(\frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \right)$ округлите до сотых.

№	Название загрязняющего вещества, мг/л	ПДК, мг/м ³	Концентрация загрязняющего вещества в воде, мг/м ³
1	О ₂	–	11,5
2	БПК ₅	–	5,4
3	Кальций фосфат	3,5	6,03
4	Сульфат ион (SO ₄ ²⁻)	500,0	56,3
5	Фенолы	0,001	0,002
6	Нефтепродукты	0,1	0,085
7	Железо общее	0,3	0,55
8	Акриламид	0,0001	0,0001