

Всероссийская олимпиада студентов «Я – профессионал»

Демонстрационный вариант
задания заключительного (очного) этапа
по направлению «**Освоение космоса**»

Категория участия: «**Бакалавриат**»
(для поступающих в магистратуру)

Билет состоит из **9 заданий**. На все вопросы заданий необходимо дать полный развёрнутый ответ, все приведённые утверждения должны быть максимально обоснованы, решения – максимально подробны. На решение всех заданий билета отводится **240 минут**.

1. Основы проектирования КЛА

В ракетно-космической технике широкое применение получили баллоны высокого давления из композиционных материалов. Какие два основных элемента можно выделить в конструкции подобных баллонов? Опишите технологию изготовления таких баллонов. Дать развёрнутый ответ.

2. Основы проектирования КЛА

Определить максимальное количество и массу цилиндрических шашек твёрдого топлива, которые могут разместиться в несколько поясов в камере сгорания диаметром 140 мм. Длина шашек 97 мм, их наружный и внутренний диаметры соответственно 11.5 мм и 2.8 мм, плотность топлива 1650 кг/м³. Горение происходит на цилиндрических поверхностях шашек. Число сопел двигателя 22, диаметр критического сечения отдельного сопла 8 мм, расходный комплекс 1300 м/с, удельный импульс 2200 м/с.

Для расчёта скорости горения заряда воспользоваться формулой [мм/с]

$$u = 2.94 p_k^{0.61},$$

где p_k – давление в камере сгорания [МПа].

3. Основы устройства двигательных установок КЛА

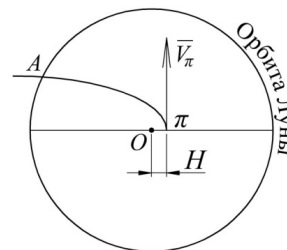
Определить, как изменится секундный массовый расход топлива в камере сгорания РДТТ, если при постоянном значении площади критического сечения сопла $F_{кр}$ начальная температура заряда увеличится с $T_{н1}$ до $T_{н2}$? Известны плотность топлива ρ_t , площадь горения заряда F_r , закон горения и температурные зависимости скорости горения и температуры продуктов сгорания от начальной температуры:

$$f(T_n) = \exp[D_m(T_n - T_{н0})]; \quad T_k = T_{кн0} \exp[C_m(T_n - T_{н0})],$$

где D_t и C_t – температурные коэффициенты чувствительности скорости и температуры горения от начальной температуры заряда; $T_{н0} = 293,15$ К.

Баллистика

Космический аппарат движется по геоцентрической траектории (с центром в точке O), пересекающей орбиту Луны (см. рис.). Движение по этой траектории начинается в перигее π на высоте $H=230$ км от поверхности Земли при начальной скорости $V_\pi=10,95$ км/с, направленной перпендикулярно радиус-вектору. Считая, что Луна движется по круговой орбите радиуса $R_L = 384400$ км, определить время полёта до пересечения орбиты Луны.



4. Баллистика

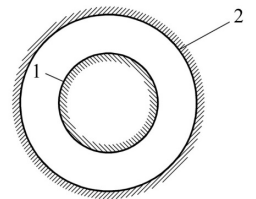
В результате сильного урагана группа английских путешественников, летевших на воздушном шаре, была унесена в неизвестном направлении и после некоторого времени, проведённого в полёте, была выброшена вместе с шаром на необитаемый остров в середине июня. Все вещи и приборы утеряны, за исключением наручных часов с точным временем. В группе есть человек, знающий карту звёздного неба, поэтому известно, что остров находится в Северном полушарии. Как, используя примитивные способы измерения, определить примерные географические координаты острова (широту и долготу) с точностью в несколько градусов?

5. Основы проектирования конструкций из композиционных материалов

Трансверсально изотропный композиционный материал состоит из волокон Tyranno SA с модулем упругости $E_B=380000$ МПа и матрицы SiC с модулем упругости $E_M=65000$ МПа. Каково должно быть объемное содержание волокон θ , чтобы модуль упругости однонаправленного слоя в направлении армирования составлял не менее $E_1=200000$ МПа?

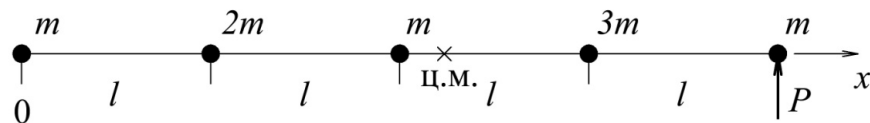
6. Основы тепловых режимов КЛА

Между двумя концентрически расположенными диффузно-серыми сферами площадью F_1 и F_2 с температурами на их поверхности T_1 и T_2 происходит теплообмен излучением. Поглощающая способность поверхностей соответственно A_1 и A_2 . Требуется найти выражение для потока результирующего излучения $Q_{1,2}$ и $Q_{2,1}$.



7. Сопротивление материалов

Определить внутренние силовые факторы в незакреплённой дискретно-массовой балочной системе. Построить эпюры поперечной (перерезывающей силы) силы и изгибающего момента.



8. Теория колебаний

Механическая система состоит из однородного цилиндрического катка 1 массой 8 кг, груза 2 массой 4 кг, пружины 3 с жёсткостью 1600 Н/м и демпфера 4 с коэффициентом сопротивления 8 Н·с/м. Каток может катиться в вертикальной плоскости без проскальзывания. В начальный момент времени система находится в статическом равновесии и приводится в движение при помощи штока 5, который совершает колебания по закону $S(t) = 0.001 \sin(pt)$ м, где p – удвоенная резонансная частота механической системы. Определить величину p .

