

Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда»

Профиль: «Техника и технология»

Отборочный тур 2015-2016

9 класс

Задача №1

Жители некоторого государства делятся на рыцарей и лжецов. Рыцари всегда говорят правду, а лжецы всегда лгут. Как-то в комнате собралось 10 жителей этого государства, и каждый из них сказал, обращаясь к остальным: «Все вы - лжецы». Сколько среди этих людей было лжецов?

15 б.

Задача № 2

Медиана прямоугольного треугольника, проведённая к гипотенузе, разбивает его на два треугольника с периметрами 16 см и 18 см. Найдите длины сторон треугольника.

156.

Задача № 3

Решите неравенство:

$$|x - 20| + |x - 15| \leq 5.$$

206.

Задача № 4

Тело, двигаясь со скоростью $v_0 = 50$ м/с, начинает тормозить с постоянным ускорением 5 м/с². Определить путь, пройденный за последнюю секунду движения.

256.

Задача №5

Ракета, выпущенная вертикально с поверхности Земли, движется с постоянным ускорением $2g$ в течение 20 с. Затем двигатели выключают. На какую максимальную высоту поднимется ракета? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

256.

Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда»

Профиль: «Техника и технология»

Отборочный тур 2015-2016

10 класс

Задача №1

По кругу сидят рыцари и лжецы. Рыцари всегда говорят правду, а лжецы всегда лгут. Каждый из них сказал: «Все, кроме, быть может, меня и тех, кто сидит рядом со мной, лжецы». Сколько рыцарей сидит за столом?

156.

Задача № 2

Дана равнобедренная трапеция. Найдите произведение длин её оснований, если известно, что длина боковой стороны 5, а длина диагонали 8.

156.

Задача № 3

Решите уравнение

$$\sqrt{4 - x + 4\sqrt{-x}} = 4 - \sqrt{4 - x - 4\sqrt{-x}}.$$

206.

Задача № 4

Мяч бросили с поверхности Земли под углом 45° со скоростью $v_0 = 20$ м/с. За какое время вектор скорости мяча повернется на угол 90° ? Сопротивлением воздуха пренебречь. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

256.

Задача № 5

Груз на пружине совершает гармонические колебания с частотой 0,25 Гц. Амплитуда колебаний 2 см. Определить путь, пройденный грузом за 8 секунд.

256.

Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда»

Профиль: «Техника и технология»

Отборочный тур 2015-2016

11 класс

Задача № 1

Жители некоторого государства делятся на рыцарей и лжецов. Рыцари всегда говорят правду, а лжецы всегда лгут. В думе этого государства 101 депутат. Каждый из них заявил, что если его выведут из думы, то среди оставшихся лжецы составят большинство. Сколько рыцарей в думе?

156.

Задача № 2

Центр вписанной окружности делит высоту равнобедренного треугольника, опущенную на основание, на отрезки длиной 5 и 3, считая от вершины. Найдите длину основания треугольника.

156.

Задача № 3

Решите уравнение

$$\sqrt{x - 2 + \sqrt{2x - 5}} + \sqrt{x + 2 + 3\sqrt{2x - 5}} = 7\sqrt{2}.$$

206.

Задача № 4

Камень брошен вертикально вверх со скоростью 20 м/с. Сколько секунд он будет располагаться на высоте не менее 5 метров? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

256.

Задача № 5

Луч света падает на стеклянную пластину, находящуюся в воздухе. Показатель преломления стекла $n = 1,5$. Угол между преломленным и отраженным лучами 90° . Определить угол падения.

256.

Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда»

Профиль: «Техника и технология»

Отборочный тур 2015-2016

7 класс

Задача №1

К Сергею в гости пришли его одноклассники. Мать Сергея спросила у него: «Сколько пришло гостей?» Сергей ответил: «Больше шести», а рядом стоявшая сестрёнка сказала: «Больше пяти». Сколько было гостей, если известно, что одно утверждение верное, а другое ложное.

15 б.

Задача № 2

В металлообрабатывающем цехе работают несколько рабочих широкого профиля. Семеро из них умеют работать на токарных станках, шестеро – на фрезерных, пятеро – на шлифовальных, четверо – на токарных и фрезерных, трое – на фрезерных и шлифовальных, двое – на токарных и шлифовальных, а один – на всех видах станков. Сколько рабочих в цехе?

156.

Задача № 3

Найдите трёхзначное число, которое в 12 раз больше суммы своих цифр.

206.

Задача № 4

Человек вышел подышать свежим воздухом. Первый участок равный половине всего пути он прошел за 20 мин. Второй участок длиной 3 км был преодолен за полчаса. И на последний участок длиной 2000 м времени было затрачено столько же сколько в сумме на первые два участка. Определить его среднюю скорость за время прогулки.

256.

Задача №5

Известно, что на море расстояние измеряют в морских милях. 1 морская миля = 1,852 километра. Скорость морских судов измеряют в узлах. Известно, что один узел это одна морская миля в час. Если скорость катера составляет 40 узлов, то, сколько это будет в привычных нам метрах в секунду?

256.

Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда»

Профиль: «Техника и технология»

Отборочный тур 2015-2016

8 класс

Задача №1

Саша, Даша и Маша сходили в цирк. Им понравилось выступление клоуна. Вспоминая представление, Саша сказал, что клоун был в красном колпаке и синих ботинках. Даша считает, что в зелёном колпаке и жёлтых ботинках, а Маша думает, что клоун был в зелёном колпаке и красных ботинках. Известно, что каждый из детей, верно, угадал либо только цвет колпака, либо только цвет ботинок. Каких цветов колпак и ботинки у клоуна?

156.

Задача № 2

Известно, что $x^2 + 3x + 1 = 0$. Найдите $x^3 + \frac{1}{x^3}$.

206.

Задача № 3

Процент числа учеников параллели восьмых классов, ставших призёрами олимпиады «Звезда», заключён в пределах от 1,7% до 2,3%. Найдите наименьшее возможное число школьников, участвовавших в олимпиаде.

156.

Задача № 4

В цилиндрический сосуд с площадью основания $S = 100 \text{ см}^2$ налили один литр воды и пустили плавать деревянный брусок массой $m = 100 \text{ гр}$. Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Определить уровень воды в сосуде.

256.

Задача № 5

К правому концу однородного стержня привязан гелиевый шарик, который создает подъемную силу 10 Н. На расстоянии одной трети длины стержня, от его левого конца подведена опора. Для удержания стержня в равновесии к его левому концу приходится прикладывать направленную вертикально вверх силу в 2 Н. Определить массу рассматриваемого стержня.

256.

МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА

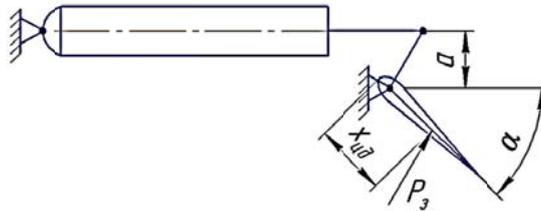
«ЗВЕЗДА»

«АВИАЦИОННАЯ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА»

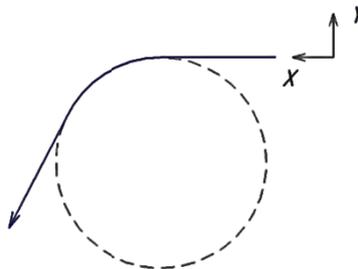
2015/16 уч.г.

11 КЛАСС

1. Определить усилие, действующее на шток гидроподъемника закрылка, если угол отношения закрылка $\alpha=45^{\circ}$; минимальная скорость горизонтального полета с выпущенными закрылками $V_{\min}=250$ км/ч; коэффициент нормальной силы закрылка $C_n=0,9$; площадь закрылки $b=0,5$ м; закрылок имеет 15%-ю осевую компенсацию; расчетный скоростной напор $q_{\text{рас}}=k \cdot q_{\min}$, где $k=3,56$.



2. Крылатый летательный аппарат на скорости $V = 400$ м/с входит в отвесное пикирование по дуге окружности за время $t = 8$ с. Определить нормальную перегрузку в начале входа в пикирование, если скорость движения по траектории остаётся постоянной. Пояснение: перегрузка в заданном направлении есть отношение суммы проекции сил, действующих на летательный аппарат (кроме силы веса), на данное направление к силе веса.



3. Какая часть газа осталась в сосуде, если после выпуска некоторого количества газа давление упало на 40%, а абсолютная температура уменьшилась на 20%?

Проектная часть

Беспилотный летательный аппарат (БЛА) – летательный аппарат самолётного или вертолётного типа без экипажа на борту, оснащённый двигателем и поднимающийся в воздух за счёт действия аэродинамических сил, управляемый автономно или дистанционно и способный нести нагрузку.

Применение БЛА в России с её обширной территорией является наиболее эффективным средством для мониторинга состояния ЛЭП, трубопроводов, железных дорог, сельхозугодий, лесных массивов.

Малые БЛА нуждаются в лёгких силовых установках, создание которых в нашей стране является областью инновационной и недостаточно развитой.

Предлагается проанализировать возможные типы двигателей для малых БЛА (тягой 15 – 500Н) и предложить проект своего варианта двигателя.

Критерии оценки проектов школьников многопрофильной инженерной олимпиады

Задание включает две части: расчетную и проектную.

Общая максимальная сумма – 100 баллов.

1. Расчетная часть.

1.1. Расчетная часть включает три задачи, которые далее могут быть связаны со второй частью – проектной и, таким образом, войти в эту вторую часть.

1.2. Максимальная оценка расчетной части – 30 баллов.

1.3. Если задача полностью решена с получением правильных числовых ответов, то оценивается 10 баллами.

1.3. Если задача в основном решена, то есть: все основные расчетные зависимости, связанные с сутью задачи получены, но часть несущественных для данной задачи зависимостей не получена и правильного числового результата нет, то задача оценивается 6 баллами.

1.4. Если имеются расчетная схема, начальные (канонические) уравнения для решения задачи, но они не преобразованы для получения итоговых расчетных зависимостей и задача не имеет числового результата, то задача оценивается 3 баллами.

2. Проектная часть.

2.1. Проектная часть должна включать одно наилучшее конструкторско-технологическое предложение по решению поставленной задачи, если решения расчетной части применимы в данной второй части, то их нужно применить, если нет, то дать свои решения.

2.2 Максимальная оценка проектной части 70 баллов.

2.3. Оценивание проектной части строится на экспертной оценке члена жюри с учетом следующих положений.

2.3.1. Оценка проектной части производится по следующим пяти критериям:

– Полнота исследования проблемы: обзор и анализ ближайших прототипов. Максимальная оценка 10 баллов, т.е. максимум можно получить 10 баллов.

– Оригинальность идеи, положенной в основу предлагаемого решения. Максимум 20 баллов.

– Логика изложения: описание того, как получена идея; описание решений по ее воплощению; конструкторско-технологическая и, возможно, экономическая проработка. Максимум 20 баллов.

– Возможность практического осуществления предложенных решений. Максимум 10 баллов.

– Наличие, качество и достаточность схем и рисунков. Максимум 10 баллов.

Требования к оформлению проектов при решении задач олимпиады.

Решение оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4, в которой должны быть следующие обязательные элементы и разделы (выделено жирным шрифтом; если участник не может написать содержание раздела, то заголовок раздела нужно привести, но под заголовком указать: «Реализация раздела не представляется возможной»):

Титульный лист с идентификацией участника.

Решение трех задач. Каждая задача должна начинаться с заголовка «Задача № ____».

Решение проектной задачи должно включать следующие разделы.

Введение (указывается область задачи, ее актуальность и общие схемы известных решений).

1. Анализ текущего состояния дел в области поставленной задачи. Должны быть перечислены наиболее близкие известные решения, дан перечень их достоинств и недостатков.

2. Цели и задачи исследования. На основе проведенного анализа уточняется: с какой целью проводится выполнение проекта; далее перечисляются частные задачи, которые необходимо решить для достижения указанной цели.
3. Поиск и формулирование идеи, которая будет положена в основу решения поставленной в условии задачи. Показать путь, который необходимо было пройти, чтобы прийти к оригинальной идее. Рекомендуется использовать методику ТРИЗ.
4. Развитие идеи в конкретных конструкторско-технологических решениях. Дать проработку воплощения идеи в конкретных устройствах или процессах, дать необходимые расчетные схемы, эскизы, другие иллюстрации с их названиями.
5. Технические, экономические, экологические расчеты. Привести необходимые расчетные схемы и расчеты показывающие работоспособность конструкции или ее частей, реализуемость процессов. По возможности, показать, почему предлагаемое решение окажется экономически выгодным, при необходимости, дать экологическую оценку решения. Допускается использование расчетов, аналогичных приведенным выше в расчетной части задания.

Выводы.

Дать общую оценку полученного решения, достижения поставленной цели, новизну, практическую полезность решения. Учащиеся должны оформить записку проекта черной авторучкой (ярко для возможности последующего сканирования). Почерк должен быть разборчивым или текст следует написать чертежным шрифтом. Нумерация страниц внизу посередине обязательна.

МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА

«ЗВЕЗДА»

«АВИАЦИОННАЯ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА»

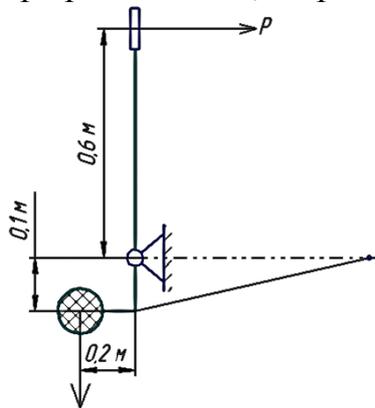
2015/16 уч.г.

9-10 КЛАСС

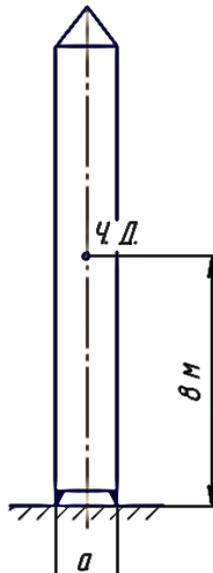
1. Определить изменения усилия на ручке управления (выраженное в Ньютонах), вызванное включением балансира в проводку управления в условиях выполнения маневров с перегрузками $n_y = 4$ и $n_y = -2$, если:

- масса балансира 2 кг;

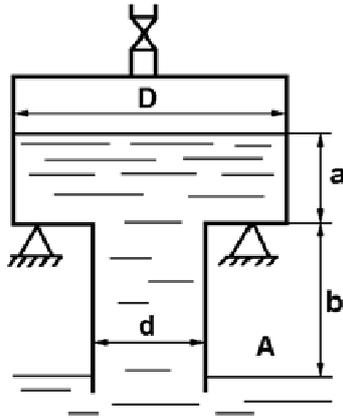
- усилие P при $n_y = 4$ без балансира равно 120 н, а при $n_y = -2$ $P = -60$ Н.



2. Определить скорость ветра, при которой ракета (без топлива) может устойчиво стоять на пусковом столе, если масса ракеты $M = 500$ кг; коэффициент сопротивления $C = 0,5$; боковая площадь ракеты $S = 25$ м²; расстояние между опорами $a = 1,4$ м.



3. Тонкостенный сосуд нижним открытым концом опущен в резервуар A (рисунок) и покоится на опорах. В сосуде создан вакуум, благодаря чему вода поднялась на высоту: $a + b = 1,9$ м. Размеры сосуда: $D = 0,8$ м, $d = 0,3$ м, $b = 1,5$ м. Собственный вес сосуда $G = 1$ кН. Определить величину силы, воспринимаемой опорами?



Проектная часть

Беспилотный летательный аппарат (БЛА) – летательный аппарат самолётного или вертолётного типа без экипажа на борту, оснащённый двигателем и поднимающийся в воздух за счёт действия аэродинамических сил, управляемый автономно или дистанционно и способный нести нагрузку.

Рассмотрите возможность создания беспилотного летательного аппарата (БЛА) в габаритах самолета-разведчика Lockheed U-2 (15,09×4,9×24,38 м) в качестве многоцелевой платформы большой продолжительности полета.

При выполнении задания:

- 1) используйте энергию солнечного света, при этом количество используемой энергии обосновать расчетами;
- 2) учтите возможность полета на высоте 20-22 км с продолжительностью несколько месяцев (до года);
- 3) помимо системы автоматизированного взлета и посадки, продумайте состав систем, обеспечивающих энергетическую автономию летательного аппарата (ЛА) и его безопасность.

Критерии оценки проектов школьников многопрофильной инженерной олимпиады

Задание включает две части: расчетную и проектную.

Общая максимальная сумма – 100 баллов.

1. Расчетная часть.

1.1. Расчетная часть включает три задачи, которые далее могут быть связаны со второй частью – проектной и, таким образом, войти в эту вторую часть.

1.2. Максимальная оценка расчетной части – 30 баллов.

1.3. Если задача полностью решена с получением правильных числовых ответов, то оценивается 10 баллами.

1.3. Если задача в основном решена, то есть: все основные расчетные зависимости, связанные с сутью задачи получены, но часть несущественных для данной задачи зависимостей не получена и правильного числового результата нет, то задача оценивается 6 баллами.

1.4. Если имеются расчетная схема, начальные (канонические) уравнения для решения задачи, но они не преобразованы для получения итоговых расчетных зависимостей и задача не имеет числового результата, то задача оценивается 3 баллами.

2. Проектная часть.

2.1. Проектная часть должна включать одно наилучшее конструкторско-технологическое предложение по решению поставленной задачи, если решения расчетной части применимы в данной второй части, то их нужно применить, если нет, то дать свои решения.

2.2 Максимальная оценка проектной части 70 баллов.

2.3. Оценивание проектной части строится на экспертной оценке члена жюри с учетом следующих положений.

2.3.1. Оценка проектной части производится по следующим пяти критериям:

– Полнота исследования проблемы: обзор и анализ ближайших прототипов. Максимальная оценка 10 баллов, т.е. максимум можно получить 10 баллов.

– Оригинальность идеи, положенной в основу предлагаемого решения. Максимум 20 баллов.

– Логика изложения: описание того, как получена идея; описание решений по ее воплощению; конструкторско-технологическая и, возможно, экономическая проработка. Максимум 20 баллов.

– Возможность практического осуществления предложенных решений. Максимум 10 баллов.

– Наличие, качество и достаточность схем и рисунков. Максимум 10 баллов.

Требования к оформлению проектов при решении задач олимпиады.

Решение оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4, в которой должны быть следующие обязательные элементы и разделы (выделено жирным шрифтом; если участник не может написать содержание раздела, то заголовок раздела нужно привести, но под заголовком указать: «Реализация раздела не представляется возможной»):

Титульный лист с идентификацией участника.

Решение трех задач. Каждая задача должна начинаться с заголовка «Задача № ____».

Решение проектной задачи должно включать следующие разделы.

Введение (указывается область задачи, ее актуальность и общие схемы известных решений).

1. Анализ текущего состояния дел в области поставленной задачи. Должны быть перечислены наиболее близкие известные решения, дан перечень их достоинств и недостатков.

2. Цели и задачи исследования. На основе проведенного анализа уточняется: с какой целью проводится выполнение проекта; далее перечисляются частные задачи, которые необходимо решить для достижения указанной цели.
3. Поиск и формулирование идеи, которая будет положена в основу решения поставленной в условии задачи. Показать путь, который необходимо было пройти, чтобы прийти к оригинальной идее. Рекомендуется использовать методику ТРИЗ.
4. Развитие идеи в конкретных конструкторско-технологических решениях. Дать проработку воплощения идеи в конкретных устройствах или процессах, дать необходимые расчетные схемы, эскизы, другие иллюстрации с их названиями.
5. Технические, экономические, экологические расчеты. Привести необходимые расчетные схемы и расчеты показывающие работоспособность конструкции или ее частей, реализуемость процессов. По возможности, показать, почему предлагаемое решение окажется экономически выгодным, при необходимости, дать экологическую оценку решения. Допускается использование расчетов, аналогичных приведенным выше в расчетной части задания.

Выводы.

Дать общую оценку полученного решения, достижения поставленной цели, новизну, практическую полезность решения. Учащиеся должны оформить записку проекта черной авторучкой (ярко для возможности последующего сканирования). Почерк должен быть разборчивым или текст следует написать чертежным шрифтом. Нумерация страниц внизу посередине обязательна.

МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА

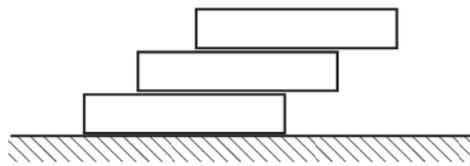
«ЗВЕЗДА»

«АВИАЦИОННАЯ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА»

2015/16 уч.г.

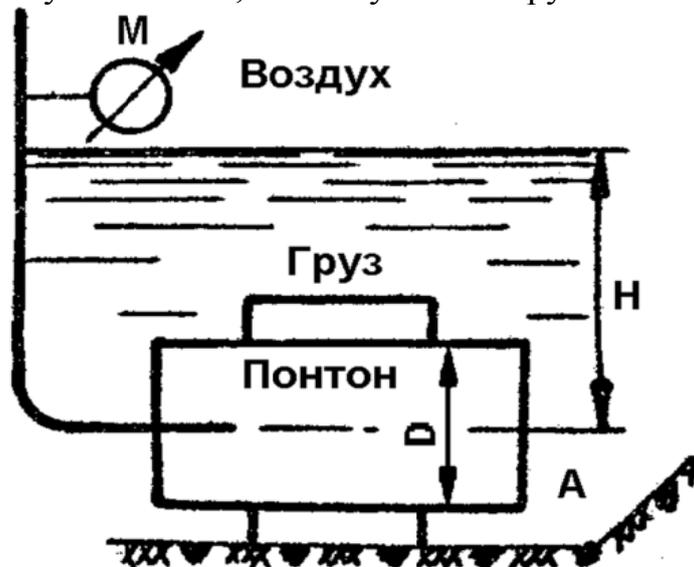
7-8 КЛАСС

1. Кирпичи кладут друг на друга так, как показано на рисунке. Каждый более высокий кирпич сдвигают на максимальную величину, не нарушающую равновесия. Какое надо взять число кирпичей и на какие величины сдвинуть их друг относительно друга, чтобы верхний кирпич оказался смещённым по отношению к нижнему на длину кирпича?



2. Посадочный модуль приближается к земле вертикально с ускорением 2 м/с^2 . Найдите вес космонавта массой 80 кг .

3. Цилиндрический понтон (рисунок) диаметром $D=1 \text{ м}$, погруженный под затонувший груз, заполнен воздухом, давление которого по манометру $M=110 \text{ кПа}$. Определить силу давления на крышку A понтона, если глубина погружения понтона $H=10,5 \text{ м}$.



Проектная часть

Бурное развитие космической техники позволяет думать, что колонизация космоса — вполне достижимая и оправданная цель. В силу своей близости к Земле (три дня полёта) и достаточно хорошей изученности ландшафта, Луна уже давно рассматривается как кандидат для места создания поселений людей. Разработайте летательный аппарат для многоразового транспортирования людей, а также обеспечивающих долговременную жизнедеятельность человека вне земных условий. При выполнении разработки акцентируйте внимание на решение следующих задач:

- 1) основные этапы и траектории полета;
- 2) оптимальная конфигурация воздушных и космических летательных аппаратов; взлетно-посадочные, маршевые и вспомогательные (корректирующие и ориентирующие) двигатели летательных аппаратов.

Критерии оценки проектов школьников многопрофильной инженерной олимпиады

Задание включает две части: расчетную и проектную.

Общая максимальная сумма – 100 баллов.

1. Расчетная часть.

1.1. Расчетная часть включает три задачи, которые далее могут быть связаны со второй частью – проектной и, таким образом, войти в эту вторую часть.

1.2. Максимальная оценка расчетной части – 30 баллов.

1.3. Если задача полностью решена с получением правильных числовых ответов, то оценивается 10 баллами.

1.3. Если задача в основном решена, то есть: все основные расчетные зависимости, связанные с сутью задачи получены, но часть несущественных для данной задачи зависимостей не получена и правильного числового результата нет, то задача оценивается 6 баллами.

1.4. Если имеются расчетная схема, начальные (канонические) уравнения для решения задачи, но они не преобразованы для получения итоговых расчетных зависимостей и задача не имеет числового результата, то задача оценивается 3 баллами.

2. Проектная часть.

2.1. Проектная часть должна включать одно наилучшее конструкторско-технологическое предложение по решению поставленной задачи, если решения расчетной части применимы в данной второй части, то их нужно применить, если нет, то дать свои решения.

2.2 Максимальная оценка проектной части 70 баллов.

2.3. Оценивание проектной части строится на экспертной оценке члена жюри с учетом следующих положений.

2.3.1. Оценка проектной части производится по следующим пяти критериям:

– Полнота исследования проблемы: обзор и анализ ближайших прототипов. Максимальная оценка 10 баллов, т.е. максимум можно получить 10 баллов.

– Оригинальность идеи, положенной в основу предлагаемого решения. Максимум 20 баллов.

– Логика изложения: описание того, как получена идея; описание решений по ее воплощению; конструкторско-технологическая и, возможно, экономическая проработка. Максимум 20 баллов.

– Возможность практического осуществления предложенных решений. Максимум 10 баллов.

– Наличие, качество и достаточность схем и рисунков. Максимум 10 баллов.

Требования к оформлению проектов при решении задач олимпиады.

Решение оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4, в которой должны быть следующие обязательные элементы и разделы (выделено жирным шрифтом; если участник не может написать содержание раздела, то заголовок раздела нужно привести, но под заголовком указать: «Реализация раздела не представляется возможной»):

Титульный лист с идентификацией участника.

Решение трех задач. Каждая задача должна начинаться с заголовка «Задача № ____».

Решение проектной задачи должно включать следующие разделы.

Введение (указывается область задачи, ее актуальность и общие схемы известных решений).

1. Анализ текущего состояния дел в области поставленной задачи. Должны быть перечислены наиболее близкие известные решения, дан перечень их достоинств и недостатков.

2. Цели и задачи исследования. На основе проведенного анализа уточняется: с какой целью проводится выполнение проекта; далее перечисляются частные задачи, которые необходимо решить для достижения указанной цели.
3. Поиск и формулирование идеи, которая будет положена в основу решения поставленной в условии задачи. Показать путь, который необходимо было пройти, чтобы прийти к оригинальной идее. Рекомендуется использовать методику ТРИЗ.
4. Развитие идеи в конкретных конструкторско-технологических решениях. Дать проработку воплощения идеи в конкретных устройствах или процессах, дать необходимые расчетные схемы, эскизы, другие иллюстрации с их названиями.
5. Технические, экономические, экологические расчеты. Привести необходимые расчетные схемы и расчеты показывающие работоспособность конструкции или ее частей, реализуемость процессов. По возможности, показать, почему предлагаемое решение окажется экономически выгодным, при необходимости, дать экологическую оценку решения. Допускается использование расчетов, аналогичных приведенным выше в расчетной части задания.

Выводы.

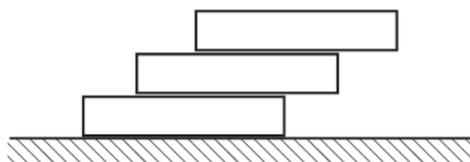
Дать общую оценку полученного решения, достижения поставленной цели, новизну, практическую полезность решения. Учащиеся должны оформить записку проекта черной авторучкой (ярко для возможности последующего сканирования). Почерк должен быть разборчивым или текст следует написать чертежным шрифтом. Нумерация страниц внизу посередине обязательна.

Решения Многопрофильной инженерной олимпиады
«Звезда»
«Авиационная и ракетно-космическая техника»

7, 8 кл.

Расчетная часть.

1. Кирпичи кладут друг на друга так, как показано на рисунке. Каждый более высокий кирпич сдвигают на максимальную величину, не нарушающую равновесия. Какое надо взять число кирпичей и на какие величины сдвинуть их друг относительно друга, чтобы верхний кирпич оказался смещённым по отношению к нижнему на длину кирпича?



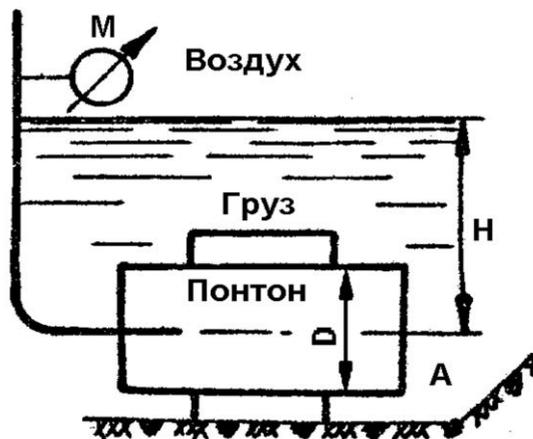
Ответ: 5 кирпичей, смещения которых друг относительно друга равны

$$\frac{a}{2}, \frac{a}{4}, \frac{a}{6}, \frac{a}{8}$$

2. Посадочный модуль приближается к земле вертикально с ускорением 2 м/с^2 . Найдите вес космонавта массой 80 кг .

Ответ: $\sim 640 \text{ Н}$.

3. Цилиндрический понтон (рисунок) диаметром $D=1 \text{ м}$, погруженный под затонувший груз, заполнен воздухом, давление которого по манометру $M=110 \text{ кПа}$. Определить силу давления на крышку A понтона, если глубина погружения понтона $H=10,5 \text{ м}$.



Ответ: $F=3930 \text{ Н}$

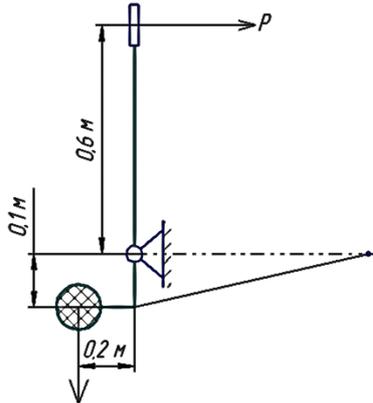
9, 10 кл.

Расчетная часть.

1. Определить изменения усилия на ручке управления (выраженное в Ньютонах), вызванное включением балансира в проводку управления в условиях выполнения маневров с перегрузками $n_y = 4$ и $n_y = -2$, если:

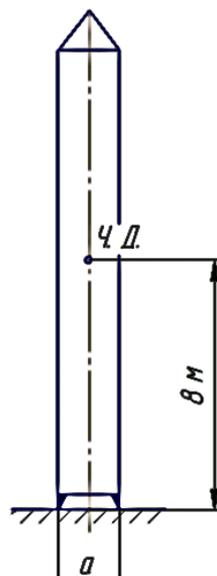
- масса балансира 2 кг;

- усилие P при $n_y = 4$ без балансира равно 120 н, а при $n_y = -2$ $P = -60$ Н.



Ответ: при $n_y = 4$: $\Delta P = 26,6$ Н;
при $n_y = -2$: $\Delta P = 13,4$ Н.

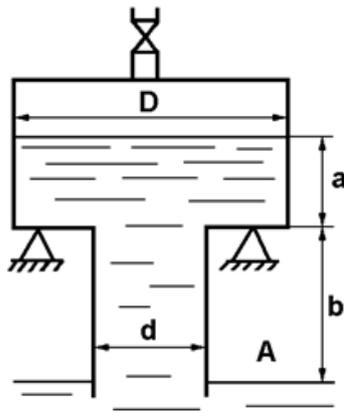
2. Определить скорость ветра, при которой ракета (без топлива) может устойчиво стоять на пусковом столе, если масса ракеты $M = 500$ кг; коэффициент сопротивления $C = 0,5$; боковая площадь ракеты $S = 25$ м²; расстояние между опорами $a = 1,4$ м.



Ответ: $U = 7,6$ м/с (при $g = 10$ м²/с).

3. Тонкостенный сосуд нижним открытым концом опущен в резервуар A (рисунок) и покоится на опорах. В сосуде создан вакуум, благодаря чему вода

поднялась на высоту: $a+b=1,9$ м. Размеры сосуда: $D=0,8$ м, $d=0,3$ м, $b=1,5$ м. Собственный вес сосуда $G=1$ кН. Определить величину силы, воспринимаемой опорами?

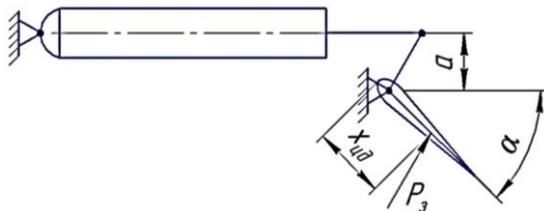


Ответ: $R=3992$ Н.

11 кл.

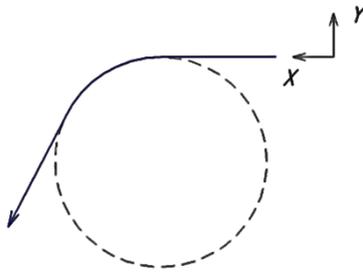
Расчетная часть.

1. Определить усилие, действующее на шток гидроподъемника закрылка, если угол отклонения закрылка $\alpha=45^{\circ}$; минимальная скорость горизонтального полета с выпущенными закрылками $V_{\min}=250$ км/ч; коэффициент нормальной силы закрылка $C_n=0,9$; площадь закрылки $S=0,5$ м²; закрылок имеет 15%-ю осевую компенсацию; расчетный скоростной напор $H_{\text{ск}}=k \cdot q_{\min}$, где $k=3,56$. $x_{\text{цд}}=2a$.



Ответ: $F=8,2$ кН.

2. Крылатый летательный аппарат на скорости $V = 400$ м/с входит в отвесное пикирование по дуге окружности за время $t = 8$ с. Определить нормальную перегрузку в начале входа в пикирование, если скорость движения по траектории остаётся постоянной. Пояснение: перегрузка в заданном направлении есть отношение суммы проекции сил, действующих на летательный аппарат (кроме силы веса), на данное направление к силе веса.



Ответ: 7,85 (при $g=10 \text{ м}^2/\text{с}$).

3. Какая часть газа осталась в сосуде, если после выпуска некоторого количества газа давление упало на 40%, а абсолютная температура уменьшилась на 20%?

Ответ: 75%.

МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА

«ЗВЕЗДА»

«ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ КОРАБЛЕСТРОЕНИЯ И ВОДНОГО ТРАНСПОРТА»

2015/16 уч.г.

9-11 КЛАСС

Проектная задача: Разработка проекта нового наплавного (понтонного) моста.

Наплавной мост – уникальное строительное сооружение, позволяющее решить проблему переправы автотранспорта. Является полноценной альтернативой обычным капитальным мостам, но экономически менее затратное, при сроке эксплуатации до капитального ремонта 30 лет. Не препятствует движению маломерных судов. Средняя грузоподъемность до 80 тонн.

Мост состоит из составных частей (секций) и береговых опор.

Наплавная часть состоит из мостовых участков понтонного типа и обеспечивает пропуск автомобилей и пешеходов. Мостовые участки с помощью специальных сцепных замков собираются в мост необходимой длины. Один из мостовых участков изготавливается пролетного типа, что обеспечивает пропуск маломерного флота. Для пропуска больших судов предусмотрена выводная секция, которая может отводиться при помощи речного буксирного транспорта или быть с автоматическим управлением.

Верхняя надстройка для проезда автотранспорта и прохода пешеходов обеспечивает долговечность конструкции моста. Настил верхнего строения проезжей части моста выложен из деревянного бруса и обеспечивает хорошее сцепление колес автотранспорта.

На конечностях моста устанавливаются аппарели для удобного заезда автотранспорта и прохода пешеходов во время снижения уровня воды. По желанию заказчика крепление аппарели может быть выполнено одним из двух вариантов:

- Скользящее опирание на береговых опорах и шарнирным соединением с мостом;
- Шарнирное соединение аппарелей на береговых опорах и скользящим опиранием на мост.

Береговые опоры выполняются в виде металлических коробов, устанавливаемых в берег реки с засыпкой камнем и дополнительным креплением с помощью анкерных тяг. Береговые опоры могут быть выполнены на месте в виде свайного сооружения.

Во многих регионах есть большой переизбыток использованных и новых металлических бочек, применяемых для хранения горюче-смазочных материалов. Выпуск налажен, утилизация бочек производится неактивно.

Описание: Бочки металлические стальные сварные с гофрами на корпусе предназначены для транспортировки и хранения жидких химических и нефтехимических продуктов, таких как:

- Натр едкий жидкий (сода каустическая),
- Пластификатор ДОФ (диоктилфталат),
- Стекло натриево жидкое,
- ГСМ (горюче-смазочных материалов),
- Лакокрасочных материалов,
- Растворителей,
- и других жидкостей, не действующих активно на сталь.

Основные показатели Бочки металлической 200 л. (габариты бочки, размеры)

Наименование	Значение
Вместимость	200 литров
Габаритные размеры бочки 200 л, мм:	
- диаметр наружный, мм	594 ± 3

- высота бочки, мм	845 ± 5
Толщина металла, мм: обечайка и днище	0,8-1,0*
Вес, не более, кг	20

Задача – спроектировать мост на основе бочек ГСМ.

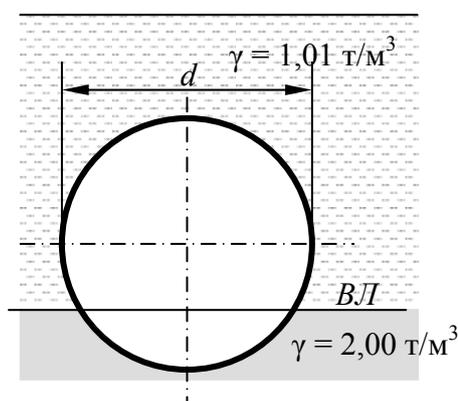
Критерии:

- Конструкция
- Грузоподъемность
- Прочность

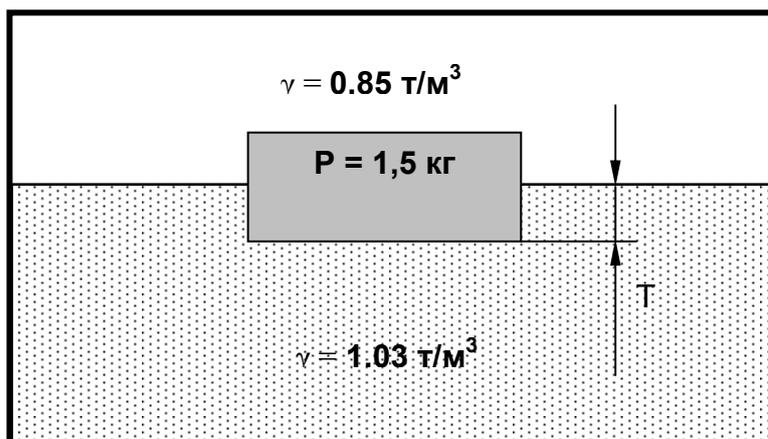
В обоснование разрабатываемого варианта можно включить:

- Река
- Населенный пункт
- Скорость течения реки
- Рабочий перепад уровня воды
- Отметки глубин реки в створе установки
- Наличие пролета для маломерного флота
- Наличие выводной части моста
- Наличие пешеходных переходов
- Ширина проезжей части
- Величина полной массы транспортных средств
- Срок службы моста

Задача 1. Круглый цилиндрический понтон диаметром $d = 5,0$ м и длиной $L = 24$ м погружается на жидкий илистый грунт удельным весом $\gamma_1 = 2,00$ т/м³ (рис. 12), Определить, какой объем понтона v_1 погрузится в ил, если вес понтона при погружении $P = 530$ т, глубина воды в месте погружения более 6 м, а удельный вес воды $\gamma = 1,01$ т/м³.

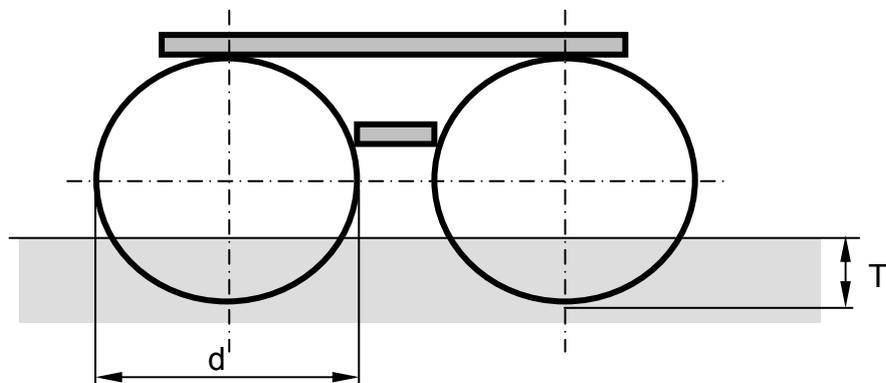


Задача 2. В топливной цистерне корабля снизу находится забортная вода с удельным весом $\gamma = 1,03$ т/м³ а сверху – дизельное топливо с удельным весом $\gamma = 0,85$ т/м³ (рис. 17). В плоскости раздела обеих



жидкостей плавает поплавок в виде прямоугольного параллелепипеда, частично погруженного в воду, частично в топливо. Найти осадку поплавка под плоскость раздела T , если его размеры $L = 20$ см, $B = 10$ см, $H = 8$ см, а вес $P = 1,5$ кг.

Задача 3. Понтон состоит из двух цилиндрических поплавков, диаметром $d = 1,0$ м, жестко соединенных между собою (рис. 18). Длина каждого понтона $L = 6,0$ м. Найти вес понтона, если его средняя осадка порожнем в воде с удельным весом $\gamma = 1,01$ т/м³ составляет $T = 0,25$ м. При решении задачи считать, масса связей понтона в расчете не учитывается.



Критерии оценки проектов школьников многопрофильной инженерной олимпиады

Задание включает две части: расчетную и проектную.

Общая максимальная сумма – 100 баллов.

1. Расчетная часть.

1.1. Расчетная часть включает три задачи, которые далее могут быть связаны со второй частью – проектной и, таким образом, войти в эту вторую часть.

1.2. Максимальная оценка расчетной части – 30 баллов.

1.3. Если задача полностью решена с получением правильных числовых ответов, то оценивается 10 баллами.

1.3. Если задача в основном решена, то есть: все основные расчетные зависимости, связанные с сутью задачи получены, но часть несущественных для данной задачи зависимостей не получена и правильного числового результата нет, то задача оценивается 6 баллами.

1.4. Если имеются расчетная схема, начальные (канонические) уравнения для решения задачи, но они не преобразованы для получения итоговых расчетных зависимостей и задача не имеет числового результата, то задача оценивается 3 баллами.

2. Проектная часть.

2.1. Проектная часть должна включать одно наилучшее конструкторско-технологическое предложение по решению поставленной задачи, если решения расчетной части применимы в данной второй части, то их нужно применить, если нет, то дать свои решения.

2.2 Максимальная оценка проектной части 70 баллов.

2.3. Оценивание проектной части строится на экспертной оценке члена жюри с учетом следующих положений.

2.3.1. Оценка проектной части производится по следующим пяти критериям:

– Полнота исследования проблемы: обзор и анализ ближайших прототипов. Максимальная оценка 10 баллов, т.е. максимум можно получить 10 баллов.

– Оригинальность идеи, положенной в основу предлагаемого решения. Максимум 20 баллов.

– Логика изложения: описание того, как получена идея; описание решений по ее воплощению; конструкторско-технологическая и, возможно, экономическая проработка. Максимум 20 баллов.

– Возможность практического осуществления предложенных решений. Максимум 10 баллов.

– Наличие, качество и достаточность схем и рисунков. Максимум 10 баллов.

Требования к оформлению проектов при решении задач олимпиады.

Решение оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4, в которой должны быть следующие обязательные элементы и разделы (выделено жирным шрифтом; если участник не может написать содержание раздела, то заголовок раздела нужно привести, но под заголовком указать: «Реализация раздела не представляется возможной»):

Титульный лист с идентификацией участника.

Решение трех задач. Каждая задача должна начинаться с заголовка «Задача № ____».

Решение проектной задачи должно включать следующие разделы.

Введение (указывается область задачи, ее актуальность и общие схемы известных решений).

1. Анализ текущего состояния дел в области поставленной задачи. Должны быть перечислены наиболее близкие известные решения, дан перечень их достоинств и недостатков.

2. Цели и задачи исследования. На основе проведенного анализа уточняется: с какой целью проводится выполнение проекта; далее перечисляются частные задачи, которые необходимо решить для достижения указанной цели.

3. Поиск и формулирование идеи, которая будет положена в основу решения поставленной в условии задачи. Показать путь, который необходимо было пройти, чтобы прийти к оригинальной идее. Рекомендуется использовать методику ТРИЗ.

4. Развитие идеи в конкретных конструкторско-технологических решениях. Дать проработку воплощения идеи в конкретных устройствах или процессах, дать необходимые расчетные схемы, эскизы, другие иллюстрации с их названиями.

5. Технические, экономические, экологические расчеты. Привести необходимые расчетные схемы и расчеты показывающие работоспособность конструкции или ее частей, реализуемость процессов. По возможности, показать, почему предлагаемое решение окажется экономически выгодным, при необходимости, дать экологическую оценку решения. Допускается использование расчетов, аналогичных приведенным выше в расчетной части задания.

Выводы.

Дать общую оценку полученного решения, достижения поставленной цели, новизну, практическую полезность решения. Учащиеся должны оформить записку проекта черной авторучкой (ярко для возможности последующего сканирования). Почерк должен быть разборчивым или текст следует написать чертежным шрифтом. Нумерация страниц внизу посередине обязательна.

МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА

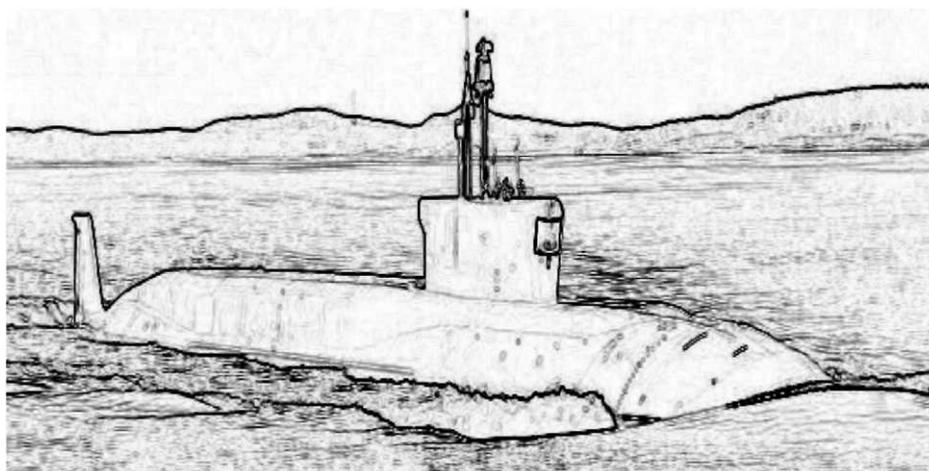
«ЗВЕЗДА»

«ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ КОРАБЛЕСТРОЕНИЯ И ВОДНОГО

ТРАНСПОРТА»

2015/16 уч.г.

7-8 КЛАСС



Проектная задача: Разработка проекта коллективного спасательного средства на подводной лодке.

Подводная лодка (подлодка, ПЛ, субмарина) — класс кораблей, способных погружаться и длительное время действовать в подводном положении. Стоит, однако, отметить, что до 1944 года все подлодки большую часть времени проводили в надводном положении и, по сути, были погружающимися лодками — надводными кораблями, способными погружаться под воду для атаки в светлое время суток или для скрытия от вражеских кораблей.

Конструкция корпуса подводных лодок имеет специфические особенности, обусловленные плаванием подводных лодок в воде на значительных глубинах, оказывающих большое давление на корпус. Основными расчетными параметрами подводных лодок специалисты принимают:

а) рабочую, или оперативную, глубину — наибольшую глубину, на которую подводные лодки погружаются при эксплуатации;

б) расчетную, или разрушающую глубину, соответствующую гидростатическому давлению, которое принимается в расчетах прочности корпусных элементов;

в) испытательную, или предельную, глубину погружения. На эту глубину, несколько превышающую рабочую, американские подводные лодки погружаются во время проведения сдаточных испытаний.

Экспериментальные подводные лодки рассчитаны на рабочую глубину погружения 600—960 м, а в перспективном проектировании подводные лодки рассчитываются на рабочие глубины, превышающие 4500 м.

Основным элементом конструкции подводного корабля является его прочный корпус, представляющий собою соединение круговых цилиндров или конических колец оболочки, называемых обечайками, подкрепленных поперечными ребрами жесткости — шпангоутами. В зарубежном подводном кораблестроении нашли применение также прочные корпуса с поперечными сечениями, имеющими вид овала и вертикальной или горизонтальной «восьмерки» (рис. 1).

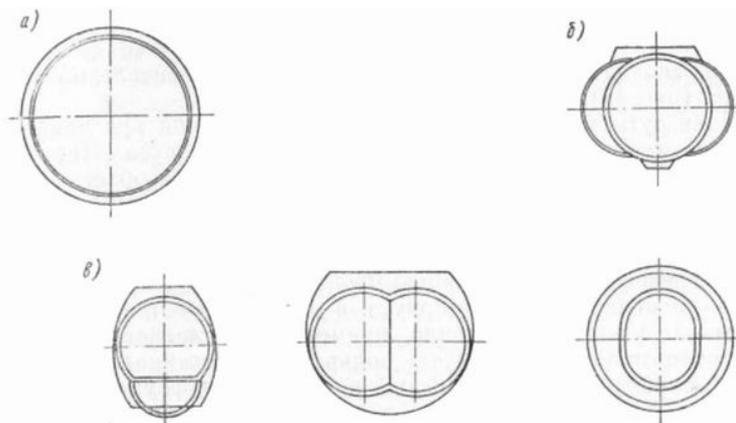


Рис.1 Конструкции поперечных сечений подводных лодок: а — однокорпусной; б — полуторакорпусной; в — двухкорпусной.

Спасательные средства экипажей подводных лодок – устройства и приспособления для самостоятельного выхода личного состава затонувшей подводной лодки. Делятся на коллективные (всплывающие камеры на 20 человек и более, всплывающие отсеки и т. п.) и индивидуальные (гидрокомбинезоны, изолирующие дыхательные аппараты для выхода из подводной лодки через шлюзовые камеры, входные люки и торпедные аппараты). Как правило, спасательные устройства и средства концентрируются в отсеках-убежищах (над ними), предназначенных для выхода из аварийной ПЛ на поверхность. Отсеками-убежищами (отсеками живучести) являются на ПЛ концевые и центральный отсеки.

К спасательным устройствам для выхода мокрым способом относятся:

1. Спасательный люк:
 - 1 человек;
 - до 100 метров свободным всплытием, до 100 метров по буйрепу, до 120 метров по буйрепу с ДГБ силами СПАСР.
2. Спасательный люк с БПВ (блоком подачи воздуха):
 - 1 человек;
 - до 220 метров с парашютной системой ПП-2, до 140 метров без ПП-2, в обоих случаях используется комбинезон комплектности № 1 и фал с карабином.
3. Прочная рубка:
 - 4–6 человек;
 - до 100 метров свободным всплытием, до 100 метров по буйрепу, до 120 метров по буйрепу с ДГБ силами СПАСР.
4. Торпедный аппарат:
 - 2–3 человека;
 - до 100 метров свободным всплытием, до 100 метров по буйрепу, до 120 метров по буйрепу с ДГБ силами СПАСР.

Задача: Предложите целесообразные варианты аварийно-спасательной системы (АСС) подводной лодки, представляющей из себя закрепленный на подводной лодке всплывающий спасательный модуль со средствами его отделения от нее.

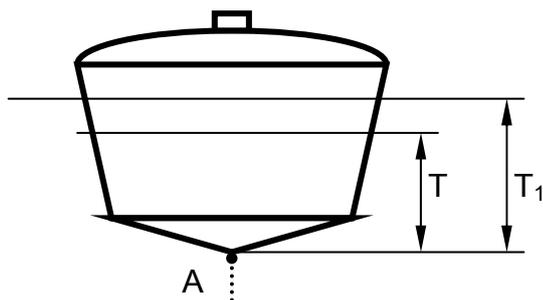
Критерии:

- 1) Формирование внешнего облика АСС;
- 2) Объемная компоновка и размещение на корпусе ПЛ;
- 3) Расчет необходимых усилий для отрыва от корпуса ПЛ;
- 4) Подбор силовой установки и расчет потребного количества топлива;
- 5) Способы обеспечения жизнеобеспечения людей, устойчивости и управляемости АСС;
- 6) Примерный состав необходимого оборудования АСС.

Задача 1. Подводная лодка «Комсомолец» погрузилась на рекордную глубину 1020 м. Оцените силу давления, которое испытывал каждый квадратный сантиметр поверхности лодки на этой глубине. Атмосферное давление принять равным 100 кПа.

Задача 2. Подсчитайте, на какой глубине человек ещё может открыть изнутри крышку выходного люка лодки. При открывании нужно преодолеть силу давления воды на крышку люка. Считать, что крышка круглая, диаметром 65 см, а человек может поднять 90 кг. Играет ли роль, где расположен люк: сверху, снизу или сбоку лодки?

Задача 3. С затонувшего корабля выпущен сигнальный буй, прикрепленный к тросу длиной $l_{\text{тр}} = 50$ м. Из-за малой длины троса буй всплыл не полностью и плавает с осадкой $T_1 = 0,64$ м (рис. 23). Реакция от натяжения троса составила $R = 75$ кг. Через некоторое время трос оборвался в точке А. Определить осадку буя после обрыва троса, если средний диаметр буя равен $d = 1,0$ м, удельный вес воды $\gamma = 1,02$ т/м³, а вес одного погонного метра соединительного троса составляет 0,8 кг.



Задача 4. Какие силы дают подводной лодке возможность погружаться, всплывать или оставаться на необходимой глубине?

Задача 5. Сжатый воздух является вторым по значению источником энергии на лодке и, во вторую очередь, даёт запас кислорода. С его помощью производится множество эволюций — от погружения и всплытия до удаления из лодки отходов.

Сколько литров воды можно вытеснить из цистерны подводной лодки воздухом из баллона объёмом 50 л, если он наполнен воздухом при температуре 27 °С при давлении 1 МПа. Вытеснение производится на глубине 40 м. Температура воздуха после расширения 0°С. Атмосферное давление 100 кПа. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с².

Критерии оценки проектов школьников многопрофильной инженерной олимпиады

Задание включает две части: расчетную и проектную.

Общая максимальная сумма – 100 баллов.

1. Расчетная часть.

1.1. Расчетная часть включает три задачи, которые далее могут быть связаны со второй частью – проектной и, таким образом, войти в эту вторую часть.

1.2. Максимальная оценка расчетной части – 30 баллов.

1.3. Если задача полностью решена с получением правильных числовых ответов, то оценивается 10 баллами.

1.3. Если задача в основном решена, то есть: все основные расчетные зависимости, связанные с сутью задачи получены, но часть несущественных для данной задачи зависимостей не получена и правильного числового результата нет, то задача оценивается 6 баллами.

1.4. Если имеются расчетная схема, начальные (канонические) уравнения для решения задачи, но они не преобразованы для получения итоговых расчетных зависимостей и задача не имеет числового результата, то задача оценивается 3 баллами.

2. Проектная часть.

2.1. Проектная часть должна включать одно наилучшее конструкторско-технологическое предложение по решению поставленной задачи, если решения расчетной части применимы в данной второй части, то их нужно применить, если нет, то дать свои решения.

2.2 Максимальная оценка проектной части 70 баллов.

2.3. Оценивание проектной части строится на экспертной оценке члена жюри с учетом следующих положений.

2.3.1. Оценка проектной части производится по следующим пяти критериям:

– Полнота исследования проблемы: обзор и анализ ближайших прототипов. Максимальная оценка 10 баллов, т.е. максимум можно получить 10 баллов.

– Оригинальность идеи, положенной в основу предлагаемого решения. Максимум 20 баллов.

– Логика изложения: описание того, как получена идея; описание решений по ее воплощению; конструкторско-технологическая и, возможно, экономическая проработка. Максимум 20 баллов.

– Возможность практического осуществления предложенных решений. Максимум 10 баллов.

– Наличие, качество и достаточность схем и рисунков. Максимум 10 баллов.

Требования к оформлению проектов при решении задач олимпиады.

Решение оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4, в которой должны быть следующие обязательные элементы и разделы (выделено жирным шрифтом; если участник не может написать содержание раздела, то заголовок раздела нужно привести, но под заголовком указать: «Реализация раздела не представляется возможной»):

Титульный лист с идентификацией участника.

Решение трех задач. Каждая задача должна начинаться с заголовка «Задача № ____».

Решение проектной задачи должно включать следующие разделы.

Введение (указывается область задачи, ее актуальность и общие схемы известных решений).

1. Анализ текущего состояния дел в области поставленной задачи. Должны быть перечислены наиболее близкие известные решения, дан перечень их достоинств и недостатков.

2. Цели и задачи исследования. На основе проведенного анализа уточняется: с какой целью проводится выполнение проекта; далее перечисляются частные задачи, которые необходимо решить для достижения указанной цели.

3. Поиск и формулирование идеи, которая будет положена в основу решения поставленной в условии задачи. Показать путь, который необходимо было пройти, чтобы прийти к оригинальной идее. Рекомендуется использовать методику ТРИЗ.

4. Развитие идеи в конкретных конструкторско-технологических решениях. Дать проработку воплощения идеи в конкретных устройствах или процессах, дать необходимые расчетные схемы, эскизы, другие иллюстрации с их названиями.

5. Технические, экономические, экологические расчеты. Привести необходимые расчетные схемы и расчеты показывающие работоспособность конструкции или ее частей, реализуемость процессов. По возможности, показать, почему предлагаемое решение окажется экономически выгодным, при необходимости, дать экологическую оценку решения. Допускается использование расчетов, аналогичных приведенным выше в расчетной части задания.

Выводы.

Дать общую оценку полученного решения, достижения поставленной цели, новизну, практическую полезность решения. Учащиеся должны оформить записку проекта черной авторучкой (ярко для возможности последующего сканирования). Почерк должен быть разборчивым или текст следует написать чертежным шрифтом. Нумерация страниц внизу посередине обязательна.

Многопрофильная инженерная олимпиада
«ЗВЕЗДА»
«Техника и технологии кораблестроения и
водного транспорта»

7-8 классы

Задача 1. Для постановки корабля в док необходимо уменьшить его осадку до $T_1 = 8,30$ м. Какое количество грузов необходимо для этого снять с корабля, если его первоначальная осадка $T = 9,00$ м, площадь конструктивной ватерлинии $S = 5\,500$ м², а удельный вес воды $\gamma = 1,025$ т/м³. При решении задачи судно в пределах изменения осадки считать прямостенным.

Решение. $P = \gamma S \Delta T$,

$$\Delta T = T_1 - T_0 = 8,3 - 9,0 = -0,7 \text{ м,}$$
$$P = 1,025 \cdot 5500 \cdot (-0,7) = -3946 \text{ т.}$$

Задача 2. Подсчитайте, на какой глубине человек ещё может открыть изнутри крышку выходного люка лодки. При открывании нужно преодолеть силу давления воды на крышку люка. Считать, что крышка круглая, диаметром 65 см, а человек может поднять 90 кг. Играет ли роль, где расположен люк: сверху, снизу или сбоку лодки?

Решение. Силу давления воды на люк можно рассчитать по формуле: $F = pS$, где $p = \rho gh$. Тогда $h = F/\rho gS$.

$$\text{Площадь люка } S = 3,14 \cdot 0,65^2 : 4 = 0,33 \text{ м}^2.$$

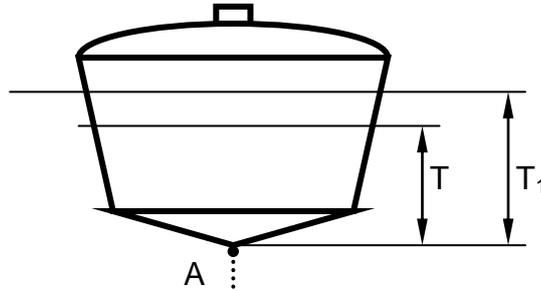
$$\text{Сила } F \text{ равна весу груза } 90 \text{ кг. } F = 90 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 882 \text{ Н}$$

Тогда

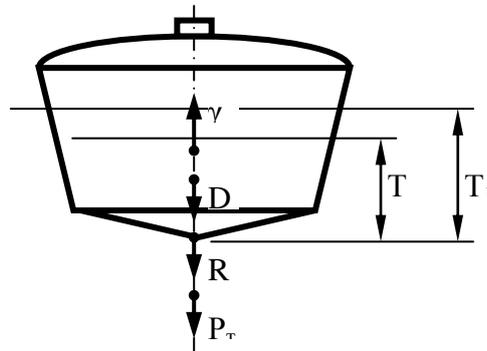
$$h = \frac{882 \text{ Н}}{1030 \text{ кг/м}^3 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 0,33 \text{ м}^2} = 0,265 \text{ м}$$

На глубине более 26,5-27 см человек без помощи механизмов люк открыть не сможет. Положение люка значение не имеет, т.к. вода оказывает равное давление во все стороны.

Задача 3. С затонувшего корабля выпущен сигнальный буй, прикрепленный к тросу длиной $l_{\text{тр}} = 50$ м. Из-за малой длины троса буй всплыл не полностью и плавает с осадкой $T_1 = 0,64$ м (рис. 23). Реакция от натяжения троса составила $R = 75$ кг. Через некоторое время трос оборвался в точке А. Определить осадку буя после обрыва троса, если средний диаметр буя равен $d = 1,0$ м, удельный вес воды $\gamma = 1,02$ т/м³, а вес одного погонного метра соединительного троса составляет 0,8 кг.



Решение.



При плавании буя с осадкой T_1 силе плавучести γV_1 противодействуют: сила тяжести (масса) самого буя – D , сила тяжести (масса) троса – $P_{\text{тр}}$, реакция троса – R .

$$\gamma V_1 = D + P_{\text{тр}} + R,$$

При обрыве троса реакция R и сила тяжести троса пропадают.

$$\gamma V = D,$$

Тогда:

$$\gamma V_1 - \gamma V = P_{\text{тр}} + R,$$

$$V_1 - V = \Delta V = (P_{\text{тр}} + R)/\gamma,$$

$$P_{\text{тр}} = l_{\text{тр}} p_{\text{тр}} = 50 * 0,8 = 40 \text{ кг} = 0,040 \text{ т},$$

$$\Delta V = (0,040 + 0,075)/1,02 = 0,113 \text{ м}^3,$$

С другой стороны изменение объема подводной части буя:
 $\Delta V = S \Delta T$,

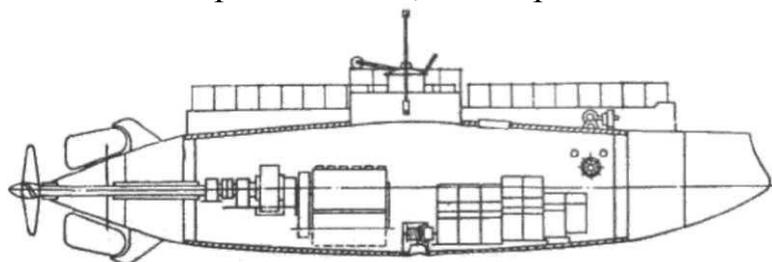
$$\Delta T = \frac{\Delta V}{S},$$
$$S = \pi d^2 / 4 = 3,14 * 1,0^2 / 4 = 0,79 \text{ м}^2,$$

$$\Delta T = 0,113 / 0,79 = 0,14 \text{ м.}$$

$$T = T_1 - \Delta T = 0,64 - 0,14 = \mathbf{0,50 \text{ м.}}$$

Задача 4. Какие силы дают подводной лодке возможность погружаться, всплывать или оставаться на необходимой глубине?

Решение. На лодку, как и на все остальные физические тела, погруженные в воду, распространяется закон Архимеда: на тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила, равная весу вытесненной телом воды. Она уравновешивает силу тяжести, действующую на тело. На этом основано главное свойство любого корабля - его плавучесть, способность удерживаться на поверхности воды. Чтобы лодка могла погружаться, всплывать или держаться под водой, она должна менять свою плавучесть. Лодка оборудована специальными цистернами, которые то заполняются забортной водой, то опорожняются.

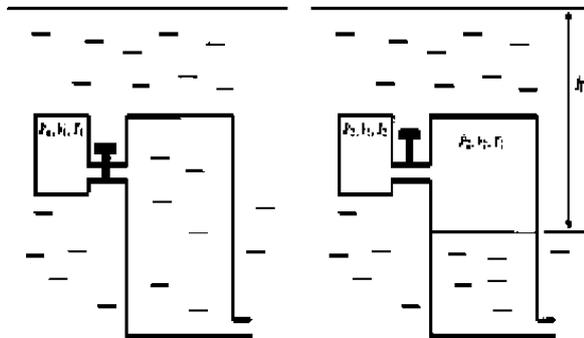


Задача 5. Сжатый воздух является вторым по значению источником энергии на лодке и, во вторую очередь, даёт запас кислорода. С его помощью производится множество эволюций — от погружения и всплытия до удаления из лодки отходов.

Сколько литров воды можно вытеснить из цистерны подводной лодки воздухом из баллона объёмом 50 л, если он наполнен воздухом при температуре 27 °С при давлении 1 МПа. Вытеснение

производится на глубине 40 м. Температура воздуха после расширения 0°C. Атмосферное давление 100 кПа. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с².

Решение.



2. Объем входит в уравнения Клапейрона и Менделеева-Клапейрона:

$$\frac{PV}{T} = const \text{ или } \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \text{ и } PV = \nu RT, \text{ соответственно.}$$

3, 4. В качестве **рабочего выражения** выберем

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}. \tag{1}$$

Тогда объем вытесненной воды

$$\Delta V = V_2 - V_1. \tag{2}$$

6. Неизвестной величиной является V_2 .

7. Выразим V_2 из равенства (1):

$$V_2 = \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{P_1}{P_2} \cdot V_1. \tag{3}$$

Появилась новая неизвестная величина P_2 (давление, которое будет создавать воздух после расширения).

Очевидно, что давление P_2 будет равно гидростатическому давлению воды:

$$P_2 = P_A + \rho gh. \tag{4}$$

Тогда

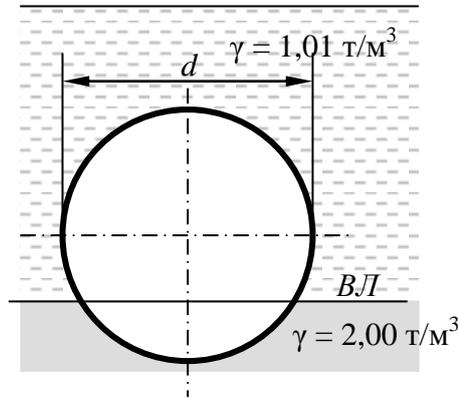
$$V_2 = \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{P_1}{(P_A + \rho gh)} \cdot V_1. \tag{5}$$

Таким образом,

$$\Delta V = \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{P_1}{(P_A + \rho gh)} \cdot V_1 - V_1 = \frac{273}{300} \cdot \frac{10^5}{(10^5 + 10^3 \cdot 10 \cdot 40)} \cdot 50 - 50 = \frac{273}{300} \cdot 2 \cdot 50 - 50 = 91 - 50 = 41 \text{ л.}$$

9-11 классы

Задача 1. Круглый цилиндрический понтон диаметром $d = 5,0$ м и длиной $L = 24$ м погружается на жидкий илистый грунт удельным весом $\gamma_1 = 2,00 \text{ т/м}^3$ (рис. 12), Определить, какой объем понтона V_1 погрузится в ил, если вес понтона при погружении $P = 530$ т, глубина воды в месте погружения более 6 м, а удельный вес воды $\gamma = 1,01 \text{ т/м}^3$.



Решение.

$$D = \gamma_1 V_1 + \gamma_2 V_2.$$

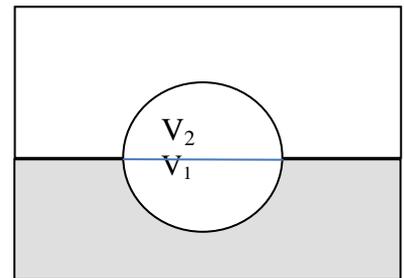
$$V = V_1 + V_2, \text{ откуда}$$

$$V_2 = V - V_1,$$

$$V = L\pi d^2/4 = 24 \cdot 3,14 \cdot 5,0^2/4 = 471 \text{ м}^3.$$

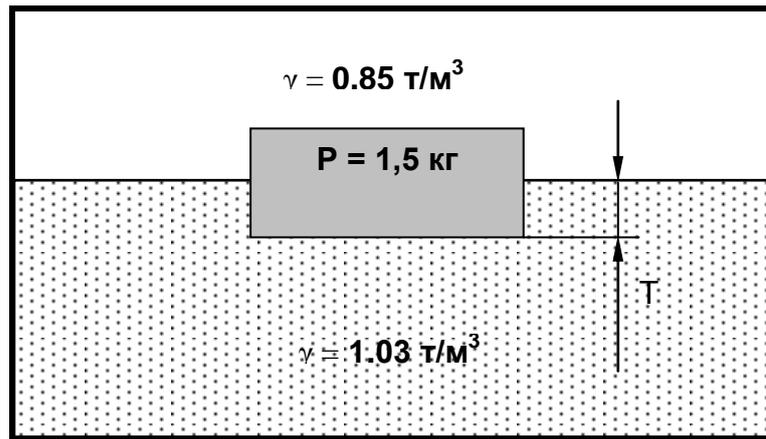
$$D = \gamma_1 V_1 + \gamma_2 (V - V_1) = \gamma_1 V_1 + \gamma_2 V - \gamma_2 V_1 = (\gamma_1 - \gamma_2) V_1 + \gamma_2 V.$$

$$V_1 = \frac{D - \gamma_2 V}{\gamma_1 - \gamma_2} = \frac{530 - 1,01 \cdot 471}{2,00 - 1,01} = 54,84 \text{ м}^3.$$



Задача 2. В топливной цистерне корабля снизу находится забортная вода с удельным весом $\gamma = 1,03 \text{ т/м}^3$ а сверху – дизельное топливо с удельным весом $\gamma = 0,85 \text{ т/м}^3$ (рис. 17). В плоскости раздела обеих жидкостей плавает поплавок в виде прямоугольного параллелепипеда, частично погруженного в воду, частично в топливо. Найти осадку поплавка под плоскость раздела T , если его размеры $L = 20$ см, $B = 10$ см, $H = 8$ см, а вес $P = 1,5$ кг

Задача 2. В топливной цистерне корабля снизу находится забортная вода с удельным весом $\gamma = 1,03 \text{ т/м}^3$ а сверху – дизельное топливо с удельным весом $\gamma = 0,85 \text{ т/м}^3$ (рис. 17). В плоскости раздела обеих жидкостей плавает поплавков в виде прямоугольного параллелепипеда, частично погруженного в воду, частично в топливо. Найти осадку поплавка под плоскость раздела T , если его размеры $L = 20 \text{ см}$, $B = 10 \text{ см}$, $H = 8 \text{ см}$, а вес $P = 1,5 \text{ кг}$.



Решение.

$$P = \gamma_1 V_1 + \gamma_2 V_2,$$

$$V_1 = LBT,$$

$$V_2 = LB(H - T).$$

$$P = \gamma_1 LBT + \gamma_2 LB(H - T),$$

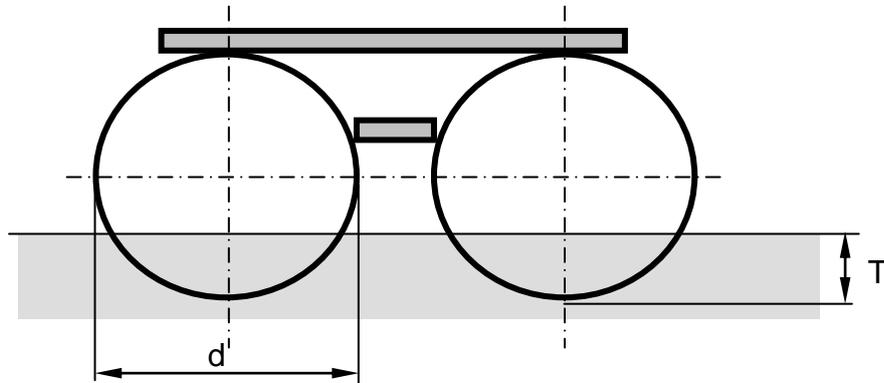
$$P / LB = \gamma_1 T + \gamma_2 H - \gamma_2 T,$$

$$P / LB - \gamma_2 H = (\gamma_1 - \gamma_2) T.$$

$$T = \frac{P / LB - \gamma_2 H}{\gamma_1 - \gamma_2},$$

$$T = \frac{1,5 / (0,2 * 0,1) - 850 * 0,08}{1030 - 850} = 0,0389 \text{ м} = \mathbf{3,89 \text{ см.}}$$

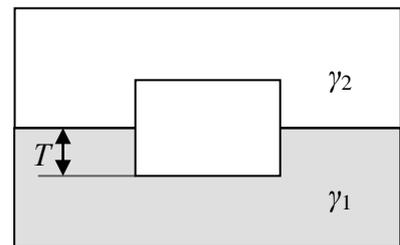
Задача 3. Понтон состоит из двух цилиндрических поплавков, диаметром $d = 1,0$ м, жестко соединенных между собою (рис. 18). Длина каждого понтона $L = 6,0$ м. Найти вес понтона, если его средняя осадка порожнем в воде с удельным весом $\gamma = 1,01$ т/м³ составляет $T = 0,25$ м. При решении задачи считать, масса связей понтона в расчете не учитывается.



Решение.

$$D_{\text{понт}} = \gamma V_{\text{понт}},$$

$$V_{\text{понт}} = 2\varphi L\omega,$$



Так как поплавки – цилиндры, то $\varphi = 1$.

Форма мидель шпангоута – сегмент. Площадь сегмента:

$$\omega = r^2 \left(\alpha - \frac{\sin 2\alpha}{2} \right)$$

где α – центральный угол, выраженный в радианах.

По теореме: длина катета в прямоугольном треугольнике, лежащего напротив угла в 30° равна половине гипотенузы. В треугольнике ABC : $AC = d/2$, $AB = d/4 = AC/2$. Следовательно, угол $ACB = 30^\circ$. Угол $\alpha = CAB = 60^\circ = 1,047$ радиан.

$$\omega = 0,5^2 \left(1,047 - \frac{\sin(2 \cdot 1,047)}{2} \right) = 0,15 \text{ м}^2.$$

$$V_{\text{понт}} = 2 \cdot 1 \cdot 0,15 \cdot 6,0 = 1,80 \text{ м}^3.$$

$$D_{\text{понт}} = 1,01 \cdot 1,80 = 1,82 \text{ т.}$$

МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА

«ЗВЕЗДА»

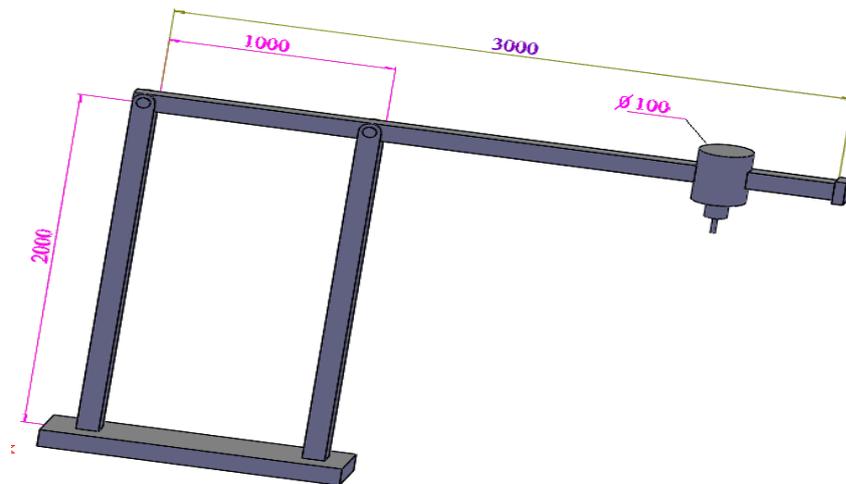
«МАШИНОСТРОЕНИЕ»

2015/16 уч.г.

9-11 КЛАСС

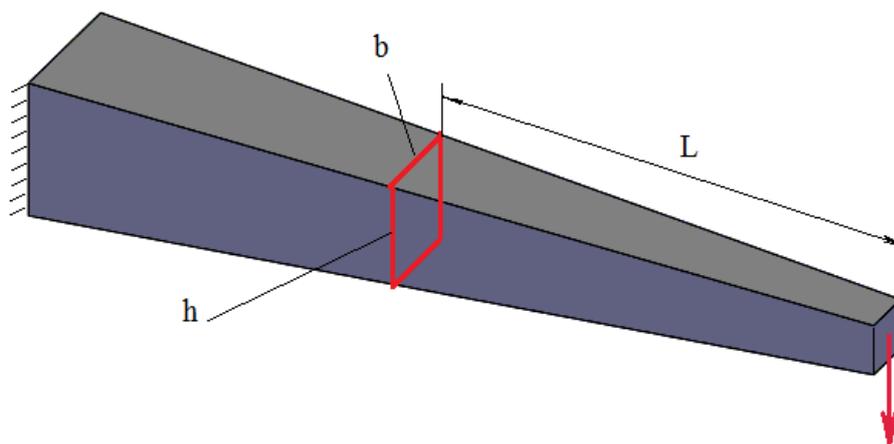
Задача на решение №1

Определите максимальную массу цилиндрического шпинделя станка-робота портального типа из условий прочности его стальных вертикальных стержней неполого квадратного сечения размером 100x100 миллиметров. Размеры стержней даны на рис. 1. Крепление сверху шарнирное. Коэффициент запаса прочности принять $K=1,5$.



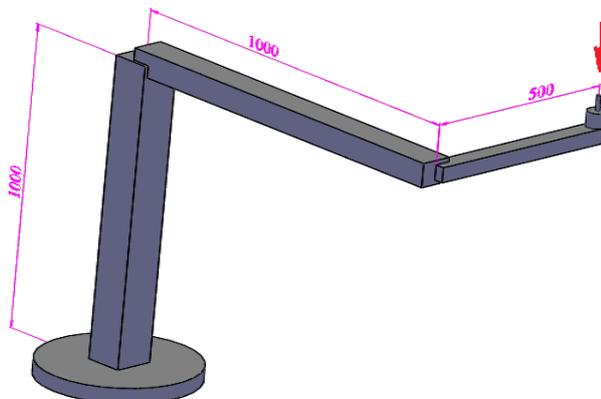
Задача на решение №2

Звенья рук промышленных роботов (плечи, локти) могут быть, например, квадратного поперечного сечения и быть сплошными. Размеры такого сечения могут быть постоянными по длине звена, а могут меняться (см. рис. 2). Если полагать, что звено, например, локоть расположено горизонтально и на его конце (в кисти) зажат груз некоторой массы, то в звене в некоторых его точках могут возникнуть максимальные напряжения, которые могут разрушить это звено. Определите в виде формулы закон изменения размера h квадратного поперечного сечения звена в зависимости от расстояния этого сечения до груза L . В качестве условия принять требование, чтобы максимальные напряжения в каждом из сечений звена были бы одинаковыми.



Задача на решение №3.

Определить величину смещения конца сверла, установленного в шпинделе на конце руки промышленного робота, в зависимости от действия силы резания на этом сверле, равной 100 Н. Все элементы робота выполнены из конструкционной стали. Конструкция и размеры робота приведены на рисунке. Массой всех элементов робота, шпинделя и сверла пренебречь. Длины всех звеньев робота считать длинами, указанные на рис. 3. Сечения всех звеньев сплошные и квадратные. Размеры квадратов, соответственно: 100, 80 и 50 мм.



Проектная задача

Капсула пока еще безымянного российского транспортного лунного корабля представляет собой полый усеченный конус с диаметрами оснований 3 и 1,5 метров и высотой 3 метра. В корпусе имеются два диаметрально расположенных отверстия трапециевидальной формы с размерами примерно 1x1,5 метра (рис. 4.) Внутри капсулы при ее изготовлении на всех ее поверхностях необходимо выполнить множество отверстий и вырезов. Для обеспечения точности их расположения (в пределах 0,1 мм) целесообразно использование промышленного робота. При сверлении и фрезеровании на инструментах возникают силы до 500 Н. Предложите вариант такого робота или другого устройства с минимальными размерами.



Критерии оценки проектов школьников многопрофильной инженерной олимпиады

Задание включает две части: расчетную и проектную. Общая максимальная сумма – 100 баллов.

1. Расчетная часть

1.1. Расчетная часть включает **три** задачи, которые далее могут быть связаны со второй частью – проектной и, таким образом, войти в эту вторую часть.

1.2. Максимальная оценка расчетной части – 30 баллов.

1.3. Если задача полностью решена с получением правильных числовых ответов, то оценивается 10 баллами.

1.3. Если задача в основном решена, то есть: все основные расчетные зависимости, связанные с сутью задачи получены, но часть несущественных для данной задачи зависимостей не получена и правильного числового результата нет, то задача оценивается 6 баллами.

1.4. Если имеются расчетная схема, начальные (канонические) уравнения для решения задачи, но они не преобразованы для получения итоговых расчетных зависимостей и задача не имеет числового результата, то задача оценивается 3 баллами.

2. Проектная часть

2.1. Проектная часть должна включать одно наилучшее конструкторско-технологическое предложение по решению поставленной задачи, если решения расчетной части применимы в данной второй части, то их нужно применить, если нет, то дать свои решения.

2.2 Максимальная оценка проектной части 70 баллов.

2.3. Оценивание проектной части строится на экспертной оценке члена жюри с учетом следующих положений.

2.3.1. Оценка проектной части производится по следующим пяти критериям:

– Полнота исследования проблемы: обзор и анализ ближайших прототипов. Максимальная оценка 10 баллов, т.е. максимум можно получить 10 баллов .

– Оригинальность идеи, положенной в основу предлагаемого решения. Максимум 20 баллов.

– Логика изложения: описание того, как получена идея; описание решений по ее воплощению; конструкторско-технологическая и, возможно, экономическая проработка. Максимум 20 баллов.

– Возможность практического осуществления предложенных решений. Максимум 10 баллов.

– Наличие, качество и достаточность схем и рисунков. Максимум 10 баллов.

Требования к оформлению проектов при решении задач олимпиады.

Решение оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4, в которой должны быть следующие обязательные элементы и разделы (выделено жирным шрифтом; если участник не может написать содержание раздела, то заголовок раздела нужно привести, но под заголовком указать: «Реализация раздела не представляется возможной»):

Титульный лист с идентификацией участника.

Решение трех задач. Каждая задача должна начинаться с заголовка «Задача № ____».

Решение проектной задачи должно включать следующие разделы.

Введение (указывается область задачи, ее актуальность и общие схемы известных решений).

1. Анализ текущего состояния дел в области поставленной задачи.

Должны быть перечислены *наиболее близкие* известные решения, дан перечень их *достоинств* и *недостатков*.

2. Цели и задачи исследования.

На *основе проведенного анализа* уточняется: с какой целью проводится выполнение проекта; далее перечисляются *частные* задачи, которые необходимо решить для достижения указанной цели.

3. Поиск и формулирование идеи, которая будет положена в основу решения поставленной в условии задачи.

Показать путь, который необходимо было пройти, чтобы прийти к оригинальной идее. Рекомендуются использовать методику ТРИЗ.

4. Развитие идеи в конкретных конструкторско-технологических решениях.

Дать проработку воплощения идеи в конкретных устройствах или процессах, дать необходимые расчетные схемы, эскизы, другие иллюстрации с их названиями.

5. Технические, экономические, экологические расчеты.

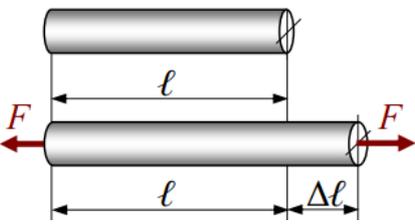
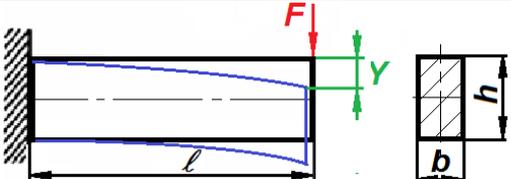
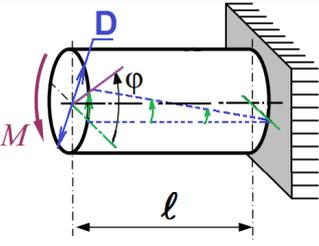
Привести необходимые расчетные схемы и расчеты показывающие работоспособность конструкции или ее частей, реализуемость процессов. По возможности, показать, почему предлагаемое решение окажется экономически выгодным, при необходимости, дать экологическую оценку решения. Допускается использование расчетов, аналогичных приведенным выше в расчетной части задания.

Выводы.

Дать общую оценку полученного решения, достижения поставленной цели, новизну, практическую полезность решения.

Учащиеся должны оформить записку проекта **черной** авторучкой (ярко для возможности последующего сканирования). Почерк должен быть разборчивым или текст следует написать чертежным шрифтом. Нумерация страниц внизу посередине обязательна.

Справочная информация для решения задач (система СИ)

Формулирование задачи и расчетная схема	Формула и ее параметры	
	Жесткость	Прочность
1. Растяжение или сжатие стержня 	Δl – удлинение (сжатие) $\Delta l = F \cdot l / (E \cdot S)$, где F – приложенная сила; l – первоначальная длина стержня; E – модуль упругости первого рода (ПУ); S – площадь поперечного сечения стержня.	Работоспособность обеспечивается если $\sigma \cdot K < [\sigma]$, где $\sigma = F / S$, где F – приложенная сила; S – площадь поперечного сечения стержня. Можно принять коэффициент запаса $K=1,5$.
2. Поперечный изгиб стержня прямоугольного сечения 	Y – прогиб стержня $Y = F \cdot l^3 / (3 \cdot E \cdot J_x)$ и $J_x = b \cdot h^3 / 12$, где F – приложенная сила; l – длина стержня; E – модуль упругости ПУ; b и h – ширина и высота прямоугольного сечения стержня.	Работоспособность обеспечивается если $\sigma \cdot K < [\sigma]$ и $K=1,5$, где $\sigma = 6 \cdot F \cdot l / (b \cdot h^2)$, где F – приложенная сила; l – длина стержня; b и h – ширина и высота прямоугольного сечения стержня.
3. Кручение вала 	φ – угол поворота сечения $\varphi = M \cdot l / (G \cdot I)$ и $I = \pi \cdot D^4 / 32$, где M – крутящий момент; l – длина вала; G – модуль упругости второго рода; D – диаметр вала. Если вал квадратный, то $I \approx h^4 / 7$	Работоспособность обеспечивается если $\tau \cdot K < [\tau]$ и $K=1,5$, где $\tau = 16 \cdot M / (\pi \cdot D^3)$, где M – крутящий момент; D – диаметр вала. Если вал квадратный, то $\tau \approx 5 \cdot M / (h^3)$,
	Для стали	$E=20 \cdot 10^{10}$ Па; $G=8 \cdot 10^{10}$ Па
	Для алюминиевого сплава	$E=7 \cdot 10^{10}$ Па; $G=2,5 \cdot 10^{10}$ Па
		$[\sigma] = 5 \cdot 10^8$ Па; $[\tau] = 4,0 \cdot 10^8$ Па
		$[\sigma] = 2 \cdot 10^8$ Па; $[\tau] = 1,5 \cdot 10^8$ Па

МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА

«ЗВЕЗДА»

«МАШИНОСТРОЕНИЕ»

2015/16 уч.г.

7-8 КЛАСС

Задача на решение №1.

Какова должна быть мощность двигателя плечевого сустава человекоподобного робота, чтобы он смог равномерно приподнять пылесос массой 3 килограмма на высоту 10 сантиметров за 1 секунду, доставая его с полки шкафа. Потери энергии в механизме робота достигают 50%. Массой руки робота пренебречь.

Задача на решение №2.

Робот-квадрокоптер (маленький квадратный вертолет с четырьмя винтами в вершинах этого квадрата) используется для фотосъемки местности. Определите, сможет ли такой робот подняться на высоту 1 километр, если его масса равна 4 килограммам, а емкость его электрической батареи составляет 10 Ватт*час.

Задача на решение №3.

Роботы-лошади, предназначенные для переноски грузов, начинают применяться в армии. Общая масса такого робота с грузом 1000 килограммов. Такой робот должен проходить всюду, в том числе и по обледеневшей дороге. Зная, что коэффициент трения стали по льду равен 0,02, определите максимальную высоту H пологой горы с прямолинейной дорогой, на которую может забраться такой робот, если длина L этой горы вдоль горизонтальной линии равна 1000 метров.

Проектная задача.

Семье, проживающей в загородном доме с приусадебным участком, необходим робот-помощник. Он должен убирать вещи на место в доме и на участке. Вещи могут быть массой до 3-х килограммов. Предложите конструкцию такого робота с минимальной массой и размерами.

Критерии оценки проектов школьников многопрофильной инженерной олимпиады

Задание включает две части: расчетную и проектную. Общая максимальная сумма – 100 баллов.

1. Расчетная часть

1.1. Расчетная часть включает **три** задачи, которые далее могут быть связаны со второй частью – проектной и, таким образом, войти в эту вторую часть.

1.2. Максимальная оценка расчетной части – 30 баллов.

1.3. Если задача полностью решена с получением правильных числовых ответов, то оценивается 10 баллами.

1.3. Если задача в основном решена, то есть: все основные расчетные зависимости, связанные с сутью задачи получены, но часть несущественных для данной задачи зависимостей не получена и правильного числового результата нет, то задача оценивается 6 баллами.

1.4. Если имеются расчетная схема, начальные (канонические) уравнения для решения задачи, но они не преобразованы для получения итоговых расчетных зависимостей и задача не имеет числового результата, то задача оценивается 3 баллами.

2. Проектная часть

2.1. Проектная часть должна включать одно наилучшее конструкторско-технологическое предложение по решению поставленной задачи, если решения расчетной части применимы в данной второй части, то их нужно применить, если нет, то дать свои решения.

2.2 Максимальная оценка проектной части 70 баллов.

2.3. Оценивание проектной части строится на экспертной оценке члена жюри с учетом следующих положений.

2.3.1. Оценка проектной части производится по следующим пяти критериям:

– Полнота исследования проблемы: обзор и анализ ближайших прототипов. Максимальная оценка 10 баллов, т.е. максимум можно получить 10 баллов .

– Оригинальность идеи, положенной в основу предлагаемого решения. Максимум 20 баллов.

– Логика изложения: описание того, как получена идея; описание решений по ее воплощению; конструкторско-технологическая и, возможно, экономическая проработка. Максимум 20 баллов.

– Возможность практического осуществления предложенных решений. Максимум 10 баллов.

– Наличие, качество и достаточность схем и рисунков. Максимум 10 баллов.

Требования к оформлению проектов при решении задач олимпиады.

Решение оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4, в которой должны быть следующие обязательные элементы и разделы (выделено жирным шрифтом; если участник не может написать содержание раздела, то заголовок раздела нужно привести, но под заголовком указать: «Реализация раздела не представляется возможной»):

Титульный лист с идентификацией участника.

Решение трех задач. Каждая задача должна начинаться с заголовка «Задача № ____».

Решение проектной задачи должно включать следующие разделы.

Введение (указывается область задачи, ее актуальность и общие схемы известных решений).

1. Анализ текущего состояния дел в области поставленной задачи.

Должны быть перечислены *наиболее близкие* известные решения, дан перечень их *достоинств* и *недостатков*.

2. Цели и задачи исследования.

На *основе проведенного анализа* уточняется: с какой целью проводится выполнение проекта; далее перечисляются *частные* задачи, которые необходимо решить для достижения указанной цели.

3. Поиск и формулирование идеи, которая будет положена в основу решения поставленной в условии задачи.

Показать путь, который необходимо было пройти, чтобы прийти к оригинальной идее. Рекомендуется использовать методику ТРИЗ.

4. Развитие идеи в конкретных конструкторско-технологических решениях.

Дать проработку воплощения идеи в конкретных устройствах или процессах, дать необходимые расчетные схемы, эскизы, другие иллюстрации с их названиями.

5. Технические, экономические, экологические расчеты.

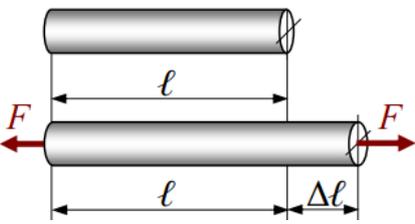
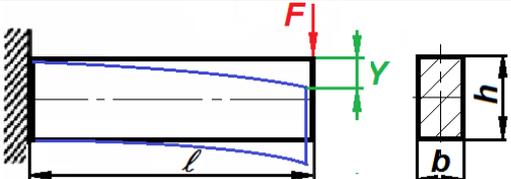
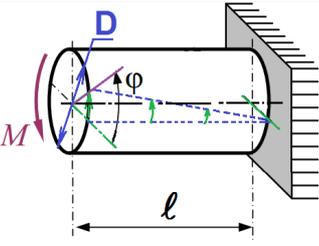
Привести необходимые расчетные схемы и расчеты показывающие работоспособность конструкции или ее частей, реализуемость процессов. По возможности, показать, почему предлагаемое решение окажется экономически выгодным, при необходимости, дать экологическую оценку решения. Допускается использование расчетов, аналогичных приведенным выше в расчетной части задания.

Выводы.

Дать общую оценку полученного решения, достижения поставленной цели, новизну, практическую полезность решения.

Учащиеся должны оформить записку проекта **черной** авторучкой (ярко для возможности последующего сканирования). Почерк должен быть разборчивым или текст следует написать чертежным шрифтом. Нумерация страниц внизу посередине обязательна.

Справочная информация для решения задач (система СИ)

Формулирование задачи и расчетная схема	Формула и ее параметры	
	Жесткость	Прочность
1. Растяжение или сжатие стержня 	Δl – удлинение (сжатие) $\Delta l = F \cdot l / (E \cdot S)$, где F – приложенная сила; l – первоначальная длина стержня; E – модуль упругости первого рода (ПУ); S – площадь поперечного сечения стержня.	Работоспособность обеспечивается если $\sigma \cdot K < [\sigma]$, где $\sigma = F / S$, где F – приложенная сила; S – площадь поперечного сечения стержня. Можно принять коэффициент запаса $K=1,5$.
2. Поперечный изгиб стержня прямоугольного сечения 	Y – прогиб стержня $Y = F \cdot l^3 / (3 \cdot E \cdot J_x)$ и $J_x = b \cdot h^3 / 12$, где F – приложенная сила; l – длина стержня; E – модуль упругости ПУ; b и h – ширина и высота прямоугольного сечения стержня.	Работоспособность обеспечивается если $\sigma \cdot K < [\sigma]$ и $K=1,5$, где $\sigma = 6 \cdot F \cdot l / (b \cdot h^2)$, где F – приложенная сила; l – длина стержня; b и h – ширина и высота прямоугольного сечения стержня.
3. Кручение вала 	φ – угол поворота сечения $\varphi = M \cdot l / (G \cdot I)$ и $I = \pi \cdot D^4 / 32$, где M – крутящий момент; l – длина вала; G – модуль упругости второго рода; D – диаметр вала. Если вал квадратный, то $I \approx h^4 / 7$	Работоспособность обеспечивается если $\tau \cdot K < [\tau]$ и $K=1,5$, где $\tau = 16 \cdot M / (\pi \cdot D^3)$, где M – крутящий момент; D – диаметр вала. Если вал квадратный, то $\tau \approx 5 \cdot M / (h^3)$,
	Для стали $E=20 \cdot 10^{10}$ Па; $G=8 \cdot 10^{10}$ Па	$[\sigma] = 5 \cdot 10^8$ Па; $[\tau] = 4,0 \cdot 10^8$ Па
	Для алюминиевого сплава $E=7 \cdot 10^{10}$ Па; $G=2,5 \cdot 10^{10}$ Па	$[\sigma] = 2 \cdot 10^8$ Па; $[\tau] = 1,5 \cdot 10^8$ Па

МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА

«ЗВЕЗДА»

«МАШИНОСТРОЕНИЕ»

2015/16 уч.г.

7-8 классы

Задача на решение №1.

Какова должна быть мощность двигателя плечевого сустава человекоподобного робота, чтобы он смог равномерно приподнять пылесос массой 3 килограмма на высоту 10 сантиметров за 1 секунду, доставая его с полки шкафа. Потери энергии в механизме робота достигают 50%. Массой руки робота пренебречь.

1. Работа, совершаемая силой равна $A=F*S=mg*S=3*9.8*0.1\approx 3$ Дж.
2. Мощность равна $N=A/t= 3/1=3$ Вт.
3. Учитывая, что потери 50% ($K=0.5$), то необходима мощность двигателя $N_d=N/K=6$ Вт.

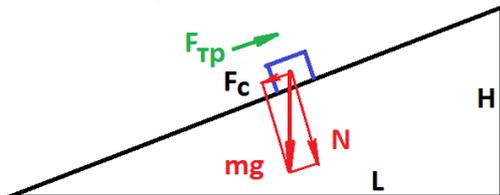
Задача на решение №2.

Робот-квадрокоптер (маленький квадратный вертолет с четырьмя винтами в вершинах этого квадрата) используется для фотосъемки местности. Определите, сможет ли такой робот подняться на высоту 1 километр, если его масса равна 4 килограммам, а емкость его электрической батареи составляет 10 Ватт*час.

1. Чтобы поднять на такую высоту такой груз необходимо совершить работу равную $A=h*mg=1000*4*9.8\approx 40\ 000$ Дж.
2. Емкость батареи согласно размерностям дает мощность 10 Ватт в течение часа. За секунду такая батарея может обеспечить выполнение работы 10 Дж. ($A= N*t$). В течении часа работа может обеспечить выполнение работы 10 Дж * 3600 сек, т.е. в целом 36000 Дж. Это меньше 40 000. Значит такой батареи недостаточно для подъема квадрокоптера на данную высоту.

Задача на решение №3.

Роботы-лошади, предназначенные для переноски грузов, начинают применяться в армии. Общая масса такого робота с грузом 1000 килограммов. Такой робот должен проходить всюду, в том числе и по обледеневшей дороге. Зная, что коэффициент трения стали по льду равен 0,02, определите максимальную высоту H пологой горы с прямолинейной дорогой, на которую может забраться такой робот, если длина L этой горы вдоль горизонтальной линии равна 1000 метров.

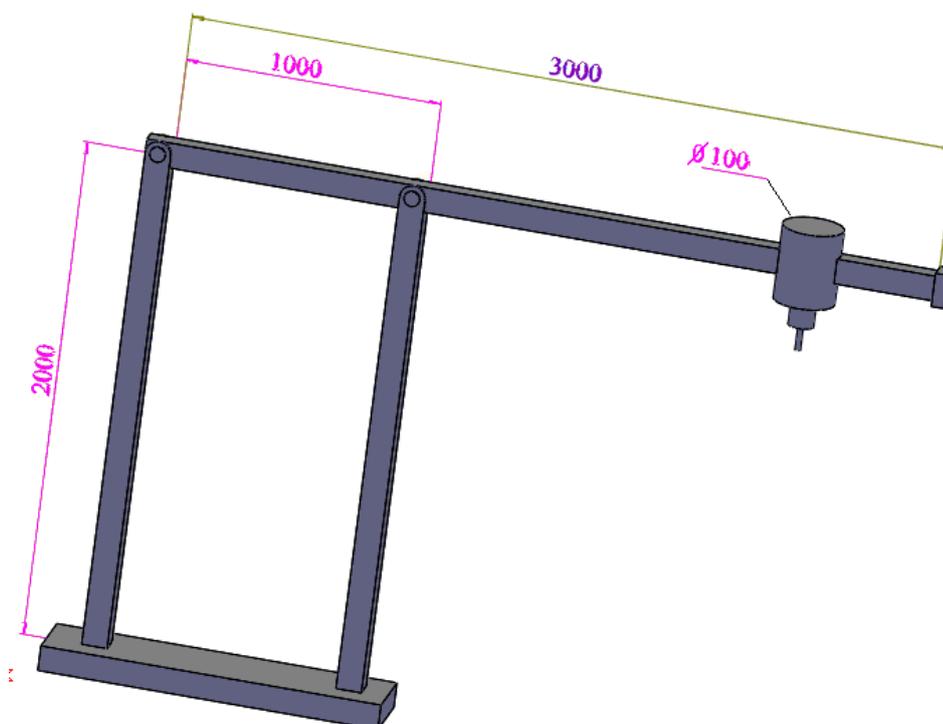


1. Робот будет скользить вниз благодаря составляющей его веса F_c . Из подобия треугольников горы и силового треугольника $F_c/N=H/L$. Или $H = F_c L / N$.
2. Чтобы он не скользил сила трения $F_{тр}$ должны быть больше или равна F_c . $F_{тр} = \mu N$ или $F_c = \mu N$.
3. Подставим в 1): $H = \mu N L / N = \mu L$. Окончательно: $H = 0,02*1000=20$ м.

9-11 классы

Задача на решение №1

Определите максимальную массу цилиндрического шпинделя станка-робота портального типа из условий прочности его стальных вертикальных стержней неполого квадратного сечения размером 100x100 миллиметров. Размеры стержней даны на рис. 1. Крепление вверху шарнирное. Коэффициент запаса прочности принять $K=1,5$.



1. Поскольку крепление шарнирное, и на конструкцию действует лишь вертикальная сила, то вертикальные стержни работают только на растяжение или сжатие.

2. Условие прочности таких стержней $K \cdot F/S = [\sigma]$. Для стали $[\sigma] = 5 \cdot 10^8$ Па

3. Если использовать правило рычага, относительно левой опоры (стержня), то имеем рычаг 2-го рода. Тогда можно рассчитать нагрузку на правом стержне (R): $L_1 \cdot R = L_2 \cdot mg$.

На эскизе выносные линии горизонтальных размеров установлены от правых торцов вертикальных стержней. Поэтому расстояние между осями таких стержней будет так же 1000 мм, расстояние от оси цилиндрического шпинделя до оси левого стержня (учитывая одинаковые размеры их сечений 100 и 100 мм) будет 3000 мм, а расстояние от оси цилиндрического шпинделя до оси правого стержня будет 2000 мм.

Тогда $L_1 = 1000$ мм, а $L_2 = 3000$ мм, и тогда $m = (L_1 / L_2) (R/g)$.

4. Так как реакция на правой опоре равна силе воздействия на нее, то $R = F = [\sigma] S / K$

5. Площадь $S = 0,1 \cdot 0,1 = 0,01$ м².

6. Тогда масса может быть: $m = (1000/3000) (5 \cdot 10^8 \cdot 0,01 / 1,5 / 9,8) = 113378,7$ кг. После округления до целого 113379 кг.

7. Применяя правило рычага 1-го рода к левой опоре, видно, что соотношение расстояний будет меньше и усилие на ней будет меньше. Поскольку материал опор это

Ответ: 113379 кг.

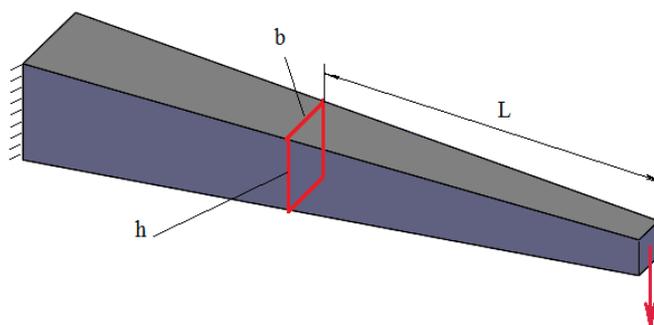
Примечание 1. Можно было бы учесть и массу горизонтального стержня, но про него ничего не сказано. Если учащийся учтет каким-то образом этот фактор, например, предположит, что он такой же, как и остальные, то это хорошо, но добавлять балл не следует. Если не учтет, то оценку снижать не следует.

Примечание 2. Если учащийся не учтет, что шпиндель имеет диаметр и центр его массы не перенесет на расстояние радиуса, то оценка снижется с 10 до 6 баллов (как это отмечено в правилах).

Примечание 3. Поскольку сейчас учащиеся не изучают дисциплину «Черчение», то могут не определить точно характер расположения выносных линий от вертикальных стержней и принять, что выносные линии совпадают с осями симметрии таких стержней. В таком случае полученный ответ будет равен 115300 Кг. Данный ответ следует признать так же правильным.

Задача на решение №2

Звенья рук промышленных роботов (плечи, локти) могут быть, например, квадратного поперечного сечения и быть сплошными. Размеры такого сечения могут быть постоянными по длине звена, а могут меняться (см. рис. 2). Если полагать, что звено, например, локоть расположено горизонтально и на его конце (в кисти) зажат груз некоторой массы, то в звене в некоторых его точках могут возникнуть максимальные напряжения, которые могут разрушить это звено. Определите в виде формулы закон изменения размера h квадратного поперечного сечения звена в зависимости от расстояния этого сечения до груза L . В качестве условия принять требование, чтобы максимальные напряжения в каждом из сечений звена были бы одинаковыми.



1. Формула для расчета напряжений в любом сечении $\sigma = 6 \cdot L \cdot F / (b \cdot h^2)$.

2. Поскольку по условию сечение квадратное, то $\sigma = 6 \cdot L \cdot F / (h^3)$.

3. Откуда $h = (\text{Корень третьей степени от } (6 \cdot F / \sigma)) \cdot (\text{Корень третьей степени от } (L))$

Максимальные значения напряжений (σ) всюду должны быть одинаковыми и не зависящими от L . Масса груза и, соответственно, его вес, так же не меняются. Таким образом, размер h зависит от L как корень третьей степени от этой величины..

$$h = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot F}{(\sigma)}} \cdot \sqrt[3]{L} \qquad h = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot F \cdot L}{(\sigma)}}$$

Ответ:

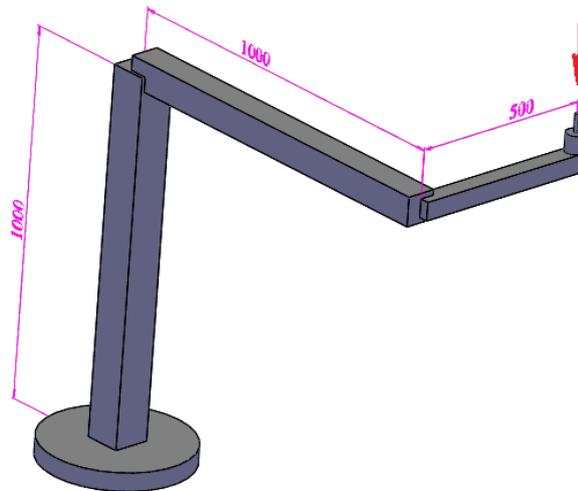
или другой вариант записи

Примечание. В условиях задачи требуется найти «закон изменения размера h квадратного поперечного сечения звена в зависимости от расстояния этого сечения до груза L ». Такая зависимость обусловлена использованием корня третьей степени от L . Все остальные параметры правой части равенства выступают в качестве константы. Поскольку в условии ничего не сказано по необходимости учета коэффициента запаса прочности, то приведенные выше формулы следует признать правильными. Однако, в справочном материале для учащихся указано, что максимальные напряжения рассчитываются с учетом коэффициента запаса прочности K . Если учащиеся приведут итоговую зависимость с данным коэффициентом, то и такие зависимости следует признать правильными (например, не 6, а 9 под корнем). В любом случае важно получить правильную зависимость h от L .

Задача на решение №3.

Определить величину смещения конца сверла, установленного в шпинделе на конце руки промышленного робота, в зависимости от действия силы резания на этом сверле, равной 100

Н. Все элементы робота выполнены из конструкционной стали. Конструкция и размеры робота приведены на рисунке. Массой всех элементов робота, шпинделя и сверла пренебречь. Длинами всех звеньев робота считать длины, указанные на рис. 3. Сечения всех звеньев сплошные и квадратные. Размеры квадратов, соответственно: 100, 80 и 50 мм.



1. Имеется три стержня, каждый из которых деформируется: третий стержень изгибается, второй изгибается и скручивается и первый изгибается и сжимается. Необходимо рассчитать все эти деформации последовательно и сложить.

2. Изгиб третьего стержня: $Y_3 = FL_3^3 / (3 \cdot E \cdot J_x)$, где $J_x = h_3^4 / 12$. $E = 2 \cdot 10^{11}$ Па
 $Y_3 = 100 \cdot 0,5^3 / (3 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 0,05^4 / 12) = 0,000040$ м.

3. Изгиб второго стержня (силу от сверла перенести на конец данного стержня и добавили от нее крутящий момент):

$Y_2 = 100 \cdot 1^3 / (3 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 0,08^4 / 12) = 0,000049$ м.

4. Скручивание второго стержня от крутящего момента: $\varphi = M \cdot L_2 / (G \cdot I)$. Здесь $M = F \cdot L_3$ и $I \approx h^4 / 7$. $G = 8 \cdot 10^{10}$ Па.

$\varphi = F \cdot L_3 \cdot L_2 / (G \cdot h^4 / 7)$ или $\varphi = 100 \cdot 0,5 \cdot 1 / (8 \cdot 10^{10} \cdot 0,08^4 / 7) = 1 \cdot 10^{-4}$ рад.

Тогда перемещение конца третьего звена будет равно: $\text{tg}(0,0001 \text{ рад}) \cdot L_3$

или $\text{tg}(0,0001 \text{ рад}) \cdot 0,5 = 0,000053$ м.

5. Изгиб первого стержня (перенесли силу от сверла на конец этого стержня и приложили момент от этой силы. Изгиб создается таким моментом силы от сверла с плечом, равным диагонали треугольника от двух последних стержней, – применяется теорема Пифагора):

$Y_1 = 100 \cdot \text{SQRT}(0,5^2 + 1^2)^3 / (3 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 0,1^4 / 12) = 0,000028$ м.

6. Сжатие первого стержня: $\Delta L = F \cdot L_1 / (E S_1)$

$\Delta L = 100 \cdot 1 / (2 \cdot 10^{11} \cdot 0,1 \cdot 0,1) = 5 \cdot 10^{-8}$ м.

7 Суммарная деформация: $0,000040 + 0,000049 + 0,000053 + 0,000028 + 5 \cdot 10^{-8} = 0,00017$ м.

или 0,17 мм.

Ответ: 0,17 мм.

МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ
ОЛИМПИАДА
«ЗВЕЗДА»

«Технологии материалов»
2015/16 уч.г.
9-11 КЛАСС

Необходимо изготовить уличный вазон для цветов вместимостью 50 л. Предложите материал, конструкцию, технологию изготовления. Определите цену готового изделия.

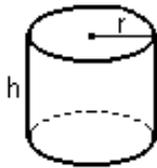
Расчетная часть:

1. Рассчитайте размеры изготавливаемого изделия исходя из необходимости получить заданный внутренний объем или размер, используя геометрические формулы.
2. Определите вес полученного изделия, зная его размеры и плотность материала.
3. Рассчитайте цену изделия исходя из условий, что затраты на работу по изготовлению составляет 50% от стоимости материала, а торговая наценка 20 % от стоимости изделия.

Проектная часть:

1. Выбрать материал, сделав обоснование: чугун, сталь, алюминий, пластик и др.
2. Привести эскиз (чертеж) с указанием размеров изготавливаемого изделия;
3. Описать технологию получения самого материала;
4. Разработать технологию изготовления изделия из выбранного материала.

Цилиндр



Объем: $\pi \cdot r^2 \cdot h$
 Площадь боковой поверхности: $2 \cdot \pi \cdot r \cdot h$

Параллелепипед



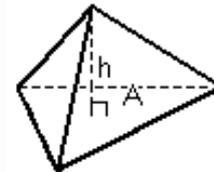
Объем: $A \cdot h$ или: $a \cdot b \cdot c \cdot \sin(\theta)$

Прямоугольный параллелепипед



Объем: $a \cdot b \cdot c$
 Площадь поверхности: $2 \cdot (a \cdot b + a \cdot c + b \cdot c)$

Пирамида



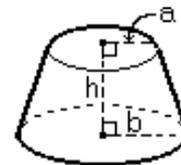
Объем: $\frac{1}{3} \cdot A \cdot h$

Конус



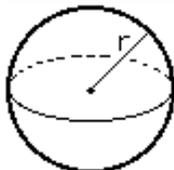
Объем: $\frac{1}{3} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h$
 Площадь боковой поверхности: $\pi \cdot r \cdot l$

Усеченный конус



Объем: $\frac{1}{3} \cdot \pi \cdot h \cdot (a^2 + a \cdot b + b^2)$
 Площадь боковой поверхности: $\pi \cdot (a + b) \cdot l$
 или: $\pi \cdot (a + b) \cdot \sqrt{h^2 + (b - a)^2}$

Сфера



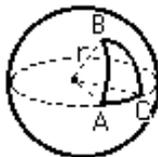
Объем: $\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$
 Площадь поверхности: $4 \cdot \pi \cdot r^2$

Сферический сегмент



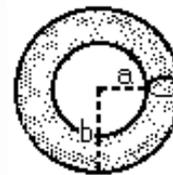
Объем: $\frac{1}{3} \cdot \pi \cdot h^2 \cdot (3 \cdot r - h)$
 Площадь шаровой поверхности: $2 \cdot \pi \cdot r \cdot h$

Сферический треугольник



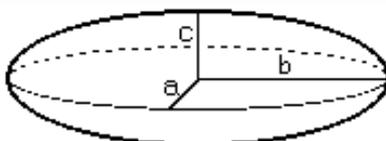
Площадь: $(A + B + C - \pi) \cdot r^2$

Тор



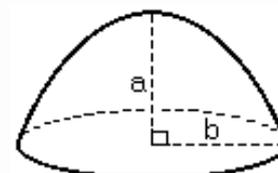
Объем: $\frac{1}{4} \cdot \pi^2 \cdot (a + b) \cdot (b - a)^2$
 Площадь поверхности: $\pi^2 \cdot (b^2 - a^2)$

Эллипсоид



Объем: $\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot a \cdot b \cdot c$

Параболоид



Объем: $\frac{1}{2} \cdot \pi \cdot b^2 \cdot a$

Плотность и цена материалов

Материал	Плотность, кг/м ³	Цена, руб./кг
Чугун	7000	35
Сталь	7600	25
Сталь нержавеющая	7900	140
Алюминий	2700	140
Латунь	8800	250
Бронза	8200	300
Пластик	1000	100
Дерево	500	15
Композиционный материал	1500	250

Критерии оценки проектов школьников многопрофильной инженерной олимпиады

Задание включает две части: расчетную и проектную.

Общая максимальная сумма – 100 баллов.

1. Расчетная часть.

1.1. Расчетная часть включает три задачи, которые далее могут быть связаны со второй частью – проектной и, таким образом, войти в эту вторую часть.

1.2. Максимальная оценка расчетной части – 30 баллов.

1.3. Если задача полностью решена с получением правильных числовых ответов, то оценивается 10 баллами.

1.3. Если задача в основном решена, то есть: все основные расчетные зависимости, связанные с сутью задачи получены, но часть несущественных для данной задачи зависимостей не получена и правильного числового результата нет, то задача оценивается 6 баллами.

1.4. Если имеются расчетная схема, начальные (канонические) уравнения для решения задачи, но они не преобразованы для получения итоговых расчетных зависимостей и задача не имеет числового результата, то задача оценивается 3 баллами.

2. Проектная часть.

2.1. Проектная часть должна включать одно наилучшее конструкторско-технологическое предложение по решению поставленной задачи, если решения расчетной части применимы в данной второй части, то их нужно применить, если нет, то дать свои решения.

2.2 Максимальная оценка проектной части 70 баллов.

2.3. Оценивание проектной части строится на экспертной оценке члена жюри с учетом следующих положений.

2.3.1. Оценка проектной части производится по следующим пяти критериям:

- Полнота исследования проблемы: обзор и анализ ближайших прототипов. Максимальная оценка 10 баллов, т.е. максимум можно получить 10 баллов.
- Оригинальность идеи, положенной в основу предлагаемого решения. Максимум 20 баллов.
- Логика изложения: описание того, как получена идея; описание решений по ее воплощению; конструкторско-технологическая и, возможно, экономическая проработка. Максимум 20 баллов.
- Возможность практического осуществления предложенных решений. Максимум 10 баллов.
- Наличие, качество и достаточность схем и рисунков. Максимум 10 баллов.

Требования к оформлению проектов при решении задач олимпиады.

Решение оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4, в которой должны быть следующие обязательные элементы и разделы (выделено жирным шрифтом; если участник не может написать содержание раздела, то заголовок раздела нужно привести, но под заголовком указать: «Реализация раздела не представляется возможной»):

Титульный лист с идентификацией участника.

Решение трех задач. Каждая задача должна начинаться с заголовка «Задача № ____».

Решение проектной задачи должно включать следующие разделы.

Введение (указывается область задачи, ее актуальность и общие схемы известных решений).

1. Анализ текущего состояния дел в области поставленной задачи. Должны быть перечислены наиболее близкие известные решения, дан перечень их достоинств и недостатков.
2. Цели и задачи исследования. На основе проведенного анализа уточняется: с какой целью проводится выполнение проекта; далее перечисляются частные задачи, которые необходимо решить для достижения указанной цели.
3. Поиск и формулирование идеи, которая будет положена в основу решения поставленной в условии задачи. Показать путь, который необходимо было пройти, чтобы прийти к оригинальной идее. Рекомендуются использовать методику ТРИЗ.
4. Развитие идеи в конкретных конструкторско-технологических решениях. Дать проработку воплощения идеи в конкретных устройствах или процессах, дать необходимые расчетные схемы, эскизы, другие иллюстрации с их названиями.
5. Технические, экономические, экологические расчеты. Привести необходимые расчетные схемы и расчеты показывающие работоспособность конструкции или ее частей, реализуемость процессов. По возможности, показать, почему предлагаемое решение окажется экономически выгодным, при необходимости, дать экологическую оценку решения. Допускается использование расчетов, аналогичных приведенным выше в расчетной части задания.

Выводы.

Дать общую оценку полученного решения, достижения поставленной цели, новизну, практическую полезность решения. Учащиеся должны оформить записку проекта черной авторучкой (ярко для возможности последующего сканирования). Почерк должен быть разборчивым или текст следует написать чертежным шрифтом. Нумерация страниц внизу посередине обязательна.

МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ
ОЛИМПИАДА
«ЗВЕЗДА»

«Технологии материалов»
2015/16 уч.г.
7-8 КЛАСС

Расчетная часть:

1) Рассчитайте размеры изготавливаемого изделия исходя из необходимости получить заданный внутренний объем или площадь, используя геометрические формулы.

2) Определите вес полученного изделия, зная его размеры и плотность материала.

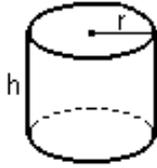
3) Рассчитайте цену изделия исходя из условий, что затраты на работу по изготовлению составляет 50% от стоимости материала, а торговая наценка 20 % от стоимости изделия.

Проектная часть: Необходимо изготовить книжный шкаф внутренним объемом 0,36 м³. Предложите материал, конструкцию, технологию изготовления. Определите цену готового изделия.

1. Выбрать материал, сделав обоснование: чугун, сталь, алюминий, пластик и др.
2. Привести эскиз (чертеж) с указанием размеров изготавливаемого изделия.

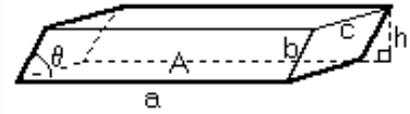
Приложение 1

Цилиндр



Объем: $\pi \cdot r^2 \cdot h$
 Площадь боковой поверхности: $2 \cdot \pi \cdot r \cdot h$

Параллелепипед



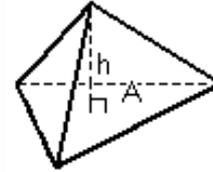
Объем: $A \cdot h$ или: $a \cdot b \cdot c \cdot \sin(\theta)$

Прямоугольный параллелепипед



Объем: $a \cdot b \cdot c$
 Площадь поверхности: $2 \cdot (a \cdot b + a \cdot c + b \cdot c)$

Пирамида



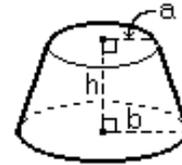
Объем: $\frac{1}{3} \cdot A \cdot h$

Конус



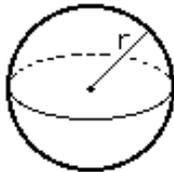
Объем: $\frac{1}{3} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h$
 Площадь боковой поверхности: $\pi \cdot r \cdot l$

Усеченный конус



Объем: $\frac{1}{3} \cdot \pi \cdot h \cdot (a^2 + a \cdot b + b^2)$
 Площадь боковой поверхности: $\pi \cdot (a + b) \cdot l$
 или: $\pi \cdot (a + b) \cdot \sqrt{h^2 + (b - a)^2}$

Сфера



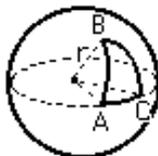
Объем: $\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$
 Площадь поверхности: $4 \cdot \pi \cdot r^2$

Сферический сегмент



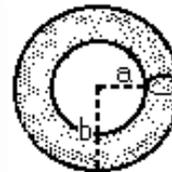
Объем: $\frac{1}{3} \cdot \pi \cdot h^2 \cdot (3 \cdot r - h)$
 Площадь шаровой поверхности: $2 \cdot \pi \cdot r \cdot h$

Сферический треугольник



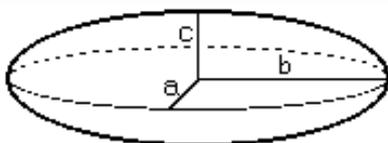
Площадь: $(A + B + C - \pi) \cdot r^2$

Тор



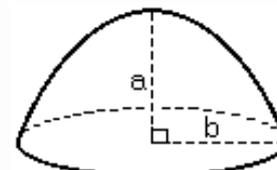
Объем: $\frac{1}{4} \cdot \pi^2 \cdot (a + b) \cdot (b - a)^2$
 Площадь поверхности: $\pi^2 \cdot (b^2 - a^2)$

Эллипсоид



Объем: $\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot a \cdot b \cdot c$

Параболоид



Объем: $\frac{1}{2} \cdot \pi \cdot b^2 \cdot a$

Плотность и цена материалов

Материал	Плотность, кг/м ³	Цена, руб./кг
Чугун	7000	35
Сталь	7600	25
Сталь нержавеющая	7900	140
Алюминий	2700	140
Латунь	8800	250
Бронза	8200	300
Пластик	1000	100
Дерево	500	15
Композиционный материал	1500	250

Критерии оценки проектов школьников многопрофильной инженерной олимпиады

Задание включает две части: расчетную и проектную.

Общая максимальная сумма – 100 баллов.

1. Расчетная часть.

1.1. Расчетная часть включает три задачи, которые далее могут быть связаны со второй частью – проектной и, таким образом, войти в эту вторую часть.

1.2. Максимальная оценка расчетной части – 30 баллов.

1.3. Если задача полностью решена с получением правильных числовых ответов, то оценивается 10 баллами.

1.3. Если задача в основном решена, то есть: все основные расчетные зависимости, связанные с сутью задачи получены, но часть несущественных для данной задачи зависимостей не получена и правильного числового результата нет, то задача оценивается 6 баллами.

1.4. Если имеются расчетная схема, начальные (канонические) уравнения для решения задачи, но они не преобразованы для получения итоговых расчетных зависимостей и задача не имеет числового результата, то задача оценивается 3 баллами.

2. Проектная часть.

2.1. Проектная часть должна включать одно наилучшее конструкторско-технологическое предложение по решению поставленной задачи, если решения расчетной части применимы в данной второй части, то их нужно применить, если нет, то дать свои решения.

2.2 Максимальная оценка проектной части 70 баллов.

2.3. Оценивание проектной части строится на экспертной оценке члена жюри с учетом следующих положений.

2.3.1. Оценка проектной части производится по следующим пяти критериям:

– Полнота исследования проблемы: обзор и анализ ближайших прототипов. Максимальная оценка 10 баллов, т.е. максимум можно получить 10 баллов.

– Оригинальность идеи, положенной в основу предлагаемого решения. Максимум 20 баллов.

– Логика изложения: описание того, как получена идея; описание решений по ее воплощению; конструкторско-технологическая и, возможно, экономическая проработка. Максимум 20 баллов.

– Возможность практического осуществления предложенных решений. Максимум 10 баллов.

– Наличие, качество и достаточность схем и рисунков. Максимум 10 баллов.

Требования к оформлению проектов при решении задач олимпиады.

Решение оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4, в которой должны быть следующие обязательные элементы и разделы (выделено жирным шрифтом; если участник не может написать содержание раздела, то заголовок раздела нужно привести, но под заголовком указать: «Реализация раздела не представляется возможной»):

Титульный лист с идентификацией участника.

Решение трех задач. Каждая задача должна начинаться с заголовка «Задача № ____».

Решение проектной задачи должно включать следующие разделы.

Введение (указывается область задачи, ее актуальность и общие схемы известных решений).

1. Анализ текущего состояния дел в области поставленной задачи. Должны быть перечислены наиболее близкие известные решения, дан перечень их достоинств и недостатков.

2. Цели и задачи исследования. На основе проведенного анализа уточняется: с какой целью проводится выполнение проекта; далее перечисляются частные задачи, которые необходимо решить для достижения указанной цели.

3. Поиск и формулирование идеи, которая будет положена в основу решения поставленной в условии задачи. Показать путь, который необходимо было пройти, чтобы прийти к оригинальной идее. Рекомендуется использовать методику ТРИЗ.

4. Развитие идеи в конкретных конструкторско-технологических решениях. Дать проработку воплощения идеи в конкретных устройствах или процессах, дать необходимые расчетные схемы, эскизы, другие иллюстрации с их названиями.

5. Технические, экономические, экологические расчеты. Привести необходимые расчетные схемы и расчеты показывающие работоспособность конструкции или ее частей, реализуемость процессов. По возможности, показать, почему предлагаемое решение окажется экономически выгодным, при необходимости, дать экологическую оценку решения. Допускается использование расчетов, аналогичных приведенным выше в расчетной части задания.

Выводы.

Дать общую оценку полученного решения, достижения поставленной цели, новизну, практическую полезность решения. Учащиеся должны оформить записку проекта черной авторучкой (ярко для возможности последующего сканирования). Почерк должен быть разборчивым или текст следует написать чертежным шрифтом. Нумерация страниц внизу посередине обязательна.

МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА

«ЗВЕЗДА»

«ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА»

2015/16 уч.г.

9-11 КЛАСС

1. По горизонтальной ровной дороге прямолинейно движется автомобиль. На него действуют силы сопротивления: воздуха $P_w=0,5V^2$ Н, качению $P_f=3000$ Н. Сила тяги на ведущих колёсах

$P_k=-16V^2+320V+8000$. Масса автомобиля $m=2000$ кг. Определить время разгона с 5 до 15 м/с.

2. Симметричный межколёсный дифференциал – это устройство, позволяющее колёсам на ведущей оси автомобиля вращаться с различной скоростью. Сила тяги при этом всегда делится поровну между колёсами. Поясните причину невозможности движения при буксовании одного из колёс при попадании на поверхность с низкими сцепными свойствами (лёд, песок и т.д.).

3. Определите минимальный тормозной путь автомобиля при замедлении с 20 м/с до полной остановки. Коэффициент сцепления (трения) между колёсами и дорогой $\varphi=0,85(1-e^{-25*S})(1+e^{-6*S})$. Коэффициент скольжения $S=1-\omega*R/V$, где ω – скорость вращения колеса, R – радиус колеса, V – скорость автомобиля. Масса автомобиля $m=2000$ кг.

Проектная часть.

Предложите для условий задачи 3 техническое решение, обеспечивающее минимальный тормозной путь автомобиля.

Критерии оценки проектов школьников многопрофильной инженерной олимпиады

Задание включает две части: расчетную и проектную.

Общая максимальная сумма – 100 баллов.

1. Расчетная часть.

1.1. Расчетная часть включает три задачи, которые далее могут быть связаны со второй частью – проектной и, таким образом, войти в эту вторую часть.

1.2. Максимальная оценка расчетной части – 30 баллов.

1.3. Если задача полностью решена с получением правильных числовых ответов, то оценивается 10 баллами.

1.3. Если задача в основном решена, то есть: все основные расчетные зависимости, связанные с сутью задачи получены, но часть несущественных для данной задачи зависимостей не получена и правильного числового результата нет, то задача оценивается 6 баллами.

1.4. Если имеются расчетная схема, начальные (канонические) уравнения для решения задачи, но они не преобразованы для получения итоговых расчетных зависимостей и задача не имеет числового результата, то задача оценивается 3 баллами.

2. Проектная часть.

2.1. Проектная часть должна включать одно наилучшее конструкторско-технологическое предложение по решению поставленной задачи, если решения расчетной части применимы в данной второй части, то их нужно применить, если нет, то дать свои решения.

2.2 Максимальная оценка проектной части 70 баллов.

2.3. Оценивание проектной части строится на экспертной оценке члена жюри с учетом следующих положений.

2.3.1. Оценка проектной части производится по следующим пяти критериям:

– Полнота исследования проблемы: обзор и анализ ближайших прототипов. Максимальная оценка 10 баллов, т.е. максимум можно получить 10 баллов.

– Оригинальность идеи, положенной в основу предлагаемого решения. Максимум 20 баллов.

– Логика изложения: описание того, как получена идея; описание решений по ее воплощению; конструкторско-технологическая и, возможно, экономическая проработка. Максимум 20 баллов.

– Возможность практического осуществления предложенных решений. Максимум 10 баллов.

– Наличие, качество и достаточность схем и рисунков. Максимум 10 баллов.

Требования к оформлению проектов при решении задач олимпиады.

Решение оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4, в которой должны быть следующие обязательные элементы и разделы (выделено жирным шрифтом; если участник не может написать содержание раздела, то заголовок раздела нужно привести, но под заголовком указать: «Реализация раздела не представляется возможной»):

Титульный лист с идентификацией участника.

Решение трех задач. Каждая задача должна начинаться с заголовка «Задача № ____».

Решение проектной задачи должно включать следующие разделы.

Введение (указывается область задачи, ее актуальность и общие схемы известных решений).

1. Анализ текущего состояния дел в области поставленной задачи. Должны быть перечислены наиболее близкие известные решения, дан перечень их достоинств и недостатков.

2. Цели и задачи исследования. На основе проведенного анализа уточняется: с какой целью проводится выполнение проекта; далее перечисляются частные задачи, которые необходимо решить для достижения указанной цели.

3. Поиск и формулирование идеи, которая будет положена в основу решения поставленной в условии задачи. Показать путь, который необходимо было пройти, чтобы прийти к оригинальной идее. Рекомендуется использовать методику ТРИЗ.

4. Развитие идеи в конкретных конструкторско-технологических решениях. Дать проработку воплощения идеи в конкретных устройствах или процессах, дать необходимые расчетные схемы, эскизы, другие иллюстрации с их названиями.

5. Технические, экономические, экологические расчеты. Привести необходимые расчетные схемы и расчеты показывающие работоспособность конструкции или ее частей, реализуемость процессов. По возможности, показать, почему предлагаемое решение окажется экономически выгодным, при необходимости, дать экологическую оценку решения. Допускается использование расчетов, аналогичных приведенным выше в расчетной части задания.

Выводы.

Дать общую оценку полученного решения, достижения поставленной цели, новизну, практическую полезность решения. Учащиеся должны оформить записку проекта черной авторучкой (ярко для возможности последующего сканирования). Почерк должен быть разборчивым или текст следует написать чертежным шрифтом. Нумерация страниц внизу посередине обязательна.

МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА

«ЗВЕЗДА»

«ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА»

2015/16 уч.г.

7-8 КЛАСС

1. По горизонтальной ровной дороге прямолинейно движется автомобиль. На него действуют силы сопротивления: воздуха $P_w=0,5V^2$ Н, качению $P_f=3000$ Н. Определить мощность двигателя, необходимую для достижения максимальной скорости $V_{\max}=50$ м/с.
2. По горизонтальной ровной дороге прямолинейно движется автомобиль. На него действуют силы сопротивления: воздуха $P_w=0,5V^2$ Н, качению $P_f=3000$ Н. Сила тяги на ведущих колёсах $P_k=-16V^2+320V+8000$. Масса автомобиля $m=2000$ кг. Определить максимальную скорость автомобиля.
3. Симметричный межколёсный дифференциал – это устройство, позволяющее колёсам на ведущей оси автомобиля вращаться с различной скоростью. Сила тяги при этом всегда делится поровну между колёсами. Поясните причину невозможности движения при буксовании одного из колёс при попадании на поверхность с низкими сцепными свойствами (лёд, песок и т.д.).

Проектная часть.

Предложите для условий задачи 3 техническое решение, обеспечивающее возможность движения при буксовании одного из колёс на поверхности с низкими сцепными свойствами.

Критерии оценки проектов школьников многопрофильной инженерной олимпиады

Задание включает две части: расчетную и проектную.

Общая максимальная сумма – 100 баллов.

1. Расчетная часть.

1.1. Расчетная часть включает три задачи, которые далее могут быть связаны со второй частью – проектной и, таким образом, войти в эту вторую часть.

1.2. Максимальная оценка расчетной части – 30 баллов.

1.3. Если задача полностью решена с получением правильных числовых ответов, то оценивается 10 баллами.

1.3. Если задача в основном решена, то есть: все основные расчетные зависимости, связанные с сутью задачи получены, но часть несущественных для данной задачи зависимостей не получена и правильного числового результата нет, то задача оценивается 6 баллами.

1.4. Если имеются расчетная схема, начальные (канонические) уравнения для решения задачи, но они не преобразованы для получения итоговых расчетных зависимостей и задача не имеет числового результата, то задача оценивается 3 баллами.

2. Проектная часть.

2.1. Проектная часть должна включать одно наилучшее конструкторско-технологическое предложение по решению поставленной задачи, если решения расчетной части применимы в данной второй части, то их нужно применить, если нет, то дать свои решения.

2.2 Максимальная оценка проектной части 70 баллов.

2.3. Оценивание проектной части строится на экспертной оценке члена жюри с учетом следующих положений.

2.3.1. Оценка проектной части производится по следующим пяти критериям:

– Полнота исследования проблемы: обзор и анализ ближайших прототипов. Максимальная оценка 10 баллов, т.е. максимум можно получить 10 баллов.

– Оригинальность идеи, положенной в основу предлагаемого решения. Максимум 20 баллов.

– Логика изложения: описание того, как получена идея; описание решений по ее воплощению; конструкторско-технологическая и, возможно, экономическая проработка. Максимум 20 баллов.

– Возможность практического осуществления предложенных решений. Максимум 10 баллов.

– Наличие, качество и достаточность схем и рисунков. Максимум 10 баллов.

Требования к оформлению проектов при решении задач олимпиады.

Решение оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4, в которой должны быть следующие обязательные элементы и разделы (выделено жирным шрифтом; если участник не может написать содержание раздела, то заголовок раздела нужно привести, но под заголовком указать: «Реализация раздела не представляется возможной»):

Титульный лист с идентификацией участника.

Решение трех задач. Каждая задача должна начинаться с заголовка «Задача № ____».

Решение проектной задачи должно включать следующие разделы.

Введение (указывается область задачи, ее актуальность и общие схемы известных решений).

1. Анализ текущего состояния дел в области поставленной задачи. Должны быть перечислены наиболее близкие известные решения, дан перечень их достоинств и недостатков.

2. Цели и задачи исследования. На основе проведенного анализа уточняется: с какой целью проводится выполнение проекта; далее перечисляются частные задачи, которые необходимо решить для достижения указанной цели.

3. Поиск и формулирование идеи, которая будет положена в основу решения поставленной в условии задачи. Показать путь, который необходимо было пройти, чтобы прийти к оригинальной идее. Рекомендуется использовать методику ТРИЗ.

4. Развитие идеи в конкретных конструкторско-технологических решениях. Дать проработку воплощения идеи в конкретных устройствах или процессах, дать необходимые расчетные схемы, эскизы, другие иллюстрации с их названиями.

5. Технические, экономические, экологические расчеты. Привести необходимые расчетные схемы и расчеты показывающие работоспособность конструкции или ее частей, реализуемость процессов. По возможности, показать, почему предлагаемое решение окажется экономически выгодным, при необходимости, дать экологическую оценку решения. Допускается использование расчетов, аналогичных приведенным выше в расчетной части задания.

Выводы.

Дать общую оценку полученного решения, достижения поставленной цели, новизну, практическую полезность решения. Учащиеся должны оформить записку проекта черной авторучкой (ярко для возможности последующего сканирования). Почерк должен быть разборчивым или текст следует написать чертежным шрифтом. Нумерация страниц внизу посередине обязательна.

МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ

ОЛИМПИАДА

«ЗВЕЗДА»

«ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА»

2015/16 уч.г.

7-8 КЛАСС

1. По горизонтальной ровной дороге прямолинейно движется автомобиль. На него действуют силы сопротивления: воздуха $P_w=0,5V^2$ Н, качению $P_f=3000$ Н. Определить мощность двигателя, необходимую для достижения максимальной скорости $V_{max}=50$ м/с.

Решение.

1) Мощность, затрачиваемая на движение автомобиля $N=V \cdot P_k$, где P_k – сила тяги на ведущих колёсах.

2) Если $V=V_{max}$, то $P_k=P_w+P_f$.

3) $N=V_{max} \cdot (0,5 V_{max}^2+3000)=212500$ (Вт).

2. По горизонтальной ровной дороге прямолинейно движется автомобиль. На него действуют силы сопротивления: воздуха $P_w=0,5V^2$ Н, качению $P_f=3000$ Н. Сила тяги на ведущих колёсах $P_k=-16V^2+320V+8000$. Масса автомобиля $m=2000$ кг. Определить максимальную скорость автомобиля.

Решение.

1) Если $V=V_{max}$, то $P_k=P_w+P_f$.

2) $-16 V_{max}^2+320 V_{max}+8000=0,5 V_{max}^2+3000$.

3) $V_{max}=29,6$ м/с.

3. Симметричный межколёсный дифференциал – это устройство, позволяющее колёсам на ведущей оси автомобиля вращаться с различной скоростью. Сила тяги при этом всегда делится поровну между колёсами. Поясните причину невозможности движения при

буксовании одного из колёс на поверхности с низкими сцепными свойствами (лёд, песок и т.д.).

Решение.

- 1) Сила тяги на буксующем колесе $P_k = G \cdot \varphi$, где G – нагрузка на колесо, φ – коэффициент сцепления.
- 2) Если φ мал, то P_k на этом колесе тоже мала.
- 3) Из условия симметричности дифференциала сила тяги на втором колесе оси также мала.
- 4) Если суммарная сила тяги меньше сил сопротивления движению, то автомобиль остановится.

Проектная часть.

Предложите для условий задачи 3 техническое решение, обеспечивающее возможность движения при буксовании одного из колёс на поверхности с низкими сцепными свойствами.

9-11 КЛАСС

1. По горизонтальной ровной дороге прямолинейно движется автомобиль. На него действуют силы сопротивления: воздуха $P_w = 0,5V^2$ Н, качению $P_f = 3000$ Н. Сила тяги на ведущих колёсах $P_k = -16V^2 + 320V + 8000$. Масса автомобиля $m = 2000$ кг. Определить время разгона с 5 до 15 м/с.

Решение.

1) Ускорение автомобиля $j = \frac{dv}{dt}$.

2) $m \cdot j = P_k - P_w - P_f$.

3) $\frac{dv}{dt} = \frac{P_k - P_w - P_f}{m}$.

4) $\frac{dv}{dt} = \frac{-16,5 \cdot V^2 + 320 \cdot V + 5000}{2000}$.

5) $\int_5^{15} \frac{dv}{-0,00825 \cdot V^2 + 0,16 \cdot V + 2,5} = \int_0^t dt$.

б) $t=3,12$ с.

2. Симметричный межколёсный дифференциал – это устройство, позволяющее колёсам на ведущей оси автомобиля вращаться с различной скоростью. Сила тяги при этом всегда делится поровну между колёсами. Поясните причину невозможности движения при буксовании одного из колёс при попадании на поверхность с низкими сцепными свойствами (лёд, песок и т.д.).

Решение.

- 1) Сила тяги на буксующем колесе $P_k = G \cdot \varphi$, где G – нагрузка на колесо, φ – коэффициент сцепления.
- 2) Если φ мал, то P_k на этом колесе тоже мала.
- 3) Из условия симметричности дифференциала сила тяги на втором колесе оси также мала.
- 4) Если суммарная сила тяги меньше сил сопротивления движению, то автомобиль остановится.

3. Определите минимальный тормозной путь автомобиля при замедлении с 20 м/с до полной остановки. Коэффициент сцепления (трения) между колёсами и дорогой $\varphi = 0,85 (1 - e^{-25 \cdot S}) / (1 + e^{-6 \cdot S})$. Коэффициент скольжения $S = 1 - \omega \cdot R / V$, где ω – скорость вращения колеса, R – радиус колеса, V – скорость автомобиля. Масса автомобиля $m = 2000$ кг.

Решение.

- 1) Минимальный тормозной путь обеспечивается максимальным коэффициентом сцепления φ_{\max} .
- 2) $\varphi_{\max} = 1,17$ – найти любым способом.
- 3) Пренебрегая силами сопротивления движению $m \cdot j = -\varphi_{\max} \cdot m \cdot g$, где j – ускорение замедления автомобиля.
- 4) $j = \text{const}$, тогда тормозной путь $s = V^2 / (2 \cdot j)$.
- 5) $j = 17,5$ м.

Проектная часть.

Предложите для условий задачи 3 техническое решение, обеспечивающее минимальный тормозной путь автомобиля.

МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА

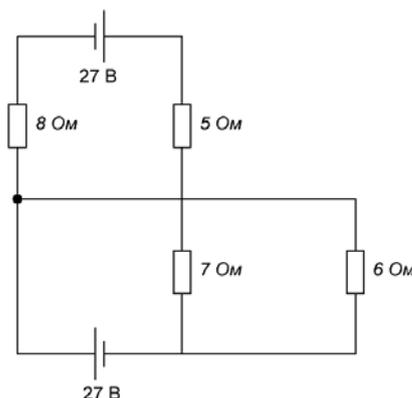
«ЗВЕЗДА»

«ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СИСТЕМА СВЯЗИ»

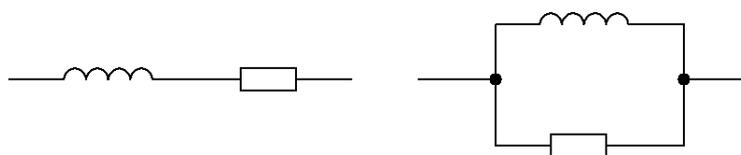
2015/16 уч.г.

7-8 КЛАСС

1. Рассчитать внутреннее сопротивление источника тока 35 В, если известно, что к нему подключен нагревательный элемент через который течет ток 2 А с удельным сопротивлением $5 \text{ Ом} \cdot \text{м}$, площадью поперечного сечения 2 мм^2 и длиной 5 м.
2. Чему равны силы тока на резисторах в схеме при напряжениях на каждом источнике в 27 В?



5. Сопротивление какой цепи переменному току больше, во сколько раз и почему?



Проектная задача

Известно, что период колебания сигнала мультивибратора (схема 1) определяется по формуле $T = 0,693(R_2 C_1 + R_3 C_2)$, где R_2 , R_3 , C_1 , C_2 – сопротивления и емкости соответственно резисторов R_2 и R_4 и конденсаторов C_1 и C_2 . На основе мультивибратора, приведенного на схеме 1, разработать генератор звуковой частоты (привести расчет и начертить схему), генерирующий звучание ноты b1 (си бемоль первой октавы) следующей за

Семь ступеней звукоряда образуют октаву, при этом частота звуков в каждой последующей октаве будет в два раза выше, чем в предыдущей, а схожие звуки получают одинаковые названия ступеней. Октав всего девять. Октава, лежащая посередине диапазона используемых в музыке звуков, называется Первая октава, далее Вторая, затем Третья, Четвертая и, наконец, Пятая. Октавы ниже первой имеют названия: Малая октава, Большая, Контроктава, Субконтроктава. Субконтроктава - это самая низкая из слышимых октав. Октавы ниже Субконтроктавы и выше Пятой октавы в музыке не применяются и названий не имеют.

Расположение частотных границ октав условно и выбрано таким образом, чтобы каждая октава начиналась с первой ступени (нота До) равномерно темперированного двенадцатизвукового строя и при этом частота 6-й ступени (нота Ля) Первой октавы составляла бы 440 Гц.

Частота первой ступени одной октавы и первой ступени следующей за ней октавы (октавный интервал), будет отличаться ровно в 2 раза. Например, нота Ля первой октавы имеет частоту 440 герц, а нота Ля второй октавы - 880 герц. Музыкальные звуки, частота которых отличается в два раза, воспринимаются на слух как очень похожие, как повторение одного звука, только на разной высоте (не путайте с унисоном, когда звуки имеют одинаковую частоту). Это явление называется **октавное сходство звуков**.

Критерии оценки проектов школьников многопрофильной инженерной олимпиады

Задание включает две части: расчетную и проектную.

Общая максимальная сумма – 100 баллов.

1. Расчетная часть.

1.1. Расчетная часть включает три задачи, которые далее могут быть связаны со второй частью – проектной и, таким образом, войти в эту вторую часть.

1.2. Максимальная оценка расчетной части – 30 баллов.

1.3. Если задача полностью решена с получением правильных числовых ответов, то оценивается 10 баллами.

1.3. Если задача в основном решена, то есть: все основные расчетные зависимости, связанные с сутью задачи получены, но часть несущественных для данной задачи зависимостей не получена и правильного числового результата нет, то задача оценивается 6 баллами.

1.4. Если имеются расчетная схема, начальные (канонические) уравнения для решения задачи, но они не преобразованы для получения итоговых расчетных зависимостей и задача не имеет числового результата, то задача оценивается 3 баллами.

2. Проектная часть.

2.1. Проектная часть должна включать одно наилучшее конструкторско-технологическое предложение по решению поставленной задачи, если решения расчетной части применимы в данной второй части, то их нужно применить, если нет, то дать свои решения.

2.2 Максимальная оценка проектной части 70 баллов.

2.3. Оценивание проектной части строится на экспертной оценке члена жюри с учетом следующих положений.

2.3.1. Оценка проектной части производится по следующим пяти критериям:

– Полнота исследования проблемы: обзор и анализ ближайших прототипов. Максимальная оценка 10 баллов, т.е. максимум можно получить 10 баллов.

– Оригинальность идеи, положенной в основу предлагаемого решения. Максимум 20 баллов.

– Логика изложения: описание того, как получена идея; описание решений по ее воплощению; конструкторско-технологическая и, возможно, экономическая проработка. Максимум 20 баллов.

– Возможность практического осуществления предложенных решений. Максимум 10 баллов.

– Наличие, качество и достаточность схем и рисунков. Максимум 10 баллов.

Требования к оформлению проектов при решении задач олимпиады.

Решение оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4, в которой должны быть следующие обязательные элементы и разделы (выделено жирным шрифтом; если участник не может написать содержание раздела, то заголовок раздела нужно привести, но под заголовком указать: «Реализация раздела не представляется возможной»):

Титульный лист с идентификацией участника.

Решение трех задач. Каждая задача должна начинаться с заголовка «Задача № ____».

Решение проектной задачи должно включать следующие разделы.

Введение (указывается область задачи, ее актуальность и общие схемы известных решений).

1. Анализ текущего состояния дел в области поставленной задачи. Должны быть перечислены наиболее близкие известные решения, дан перечень их достоинств и недостатков.

2. Цели и задачи исследования. На основе проведенного анализа уточняется: с какой целью проводится выполнение проекта; далее перечисляются частные задачи, которые необходимо решить для достижения указанной цели.

3. Поиск и формулирование идеи, которая будет положена в основу решения поставленной в условии задачи. Показать путь, который необходимо было пройти, чтобы прийти к оригинальной идее. Рекомендуются использовать методику ТРИЗ.

4. Развитие идеи в конкретных конструкторско-технологических решениях. Дать проработку воплощения идеи в конкретных устройствах или процессах, дать необходимые расчетные схемы, эскизы, другие иллюстрации с их названиями.

5. Технические, экономические, экологические расчеты. Привести необходимые расчетные схемы и расчеты показывающие работоспособность конструкции или ее частей, реализуемость процессов. По возможности, показать, почему предлагаемое решение окажется экономически выгодным, при необходимости, дать экологическую оценку решения. Допускается использование расчетов, аналогичных приведенным выше в расчетной части задания.

Выводы.

Дать общую оценку полученного решения, достижения поставленной цели, новизну, практическую полезность решения. Учащиеся должны оформить записку проекта черной авторучкой (ярко для возможности последующего сканирования). Почерк должен быть разборчивым или текст следует написать чертежным шрифтом. Нумерация страниц внизу посередине обязательна.

МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА

«ЗВЕЗДА»

«ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СИСТЕМА СВЯЗИ»

2015/16 уч.г.

9-11 КЛАСС

1. Решить неравенство: $|x - 10| \log_2(x - 3) < 2(x - 10)$
2. При подключении к источнику тока с ЭДС 15 В резистора сопротивлением 15 Ом КПД источника оказывается равным 75%. Определить максимальную мощность, которую этот источник может отдать во внешнюю цепь.
3. Электрон влетел в пространство между двумя вертикальными отклоняющими пластинами, имея скорость 10^7 м/с, первоначально направленную параллельно пластинам, Длина пластин 10 см, расстояние между ними 2 см. В момент вылета электрона направление скорости электрона изменилось относительно первоначального на 35° . Определить напряжение между пластинами.

Проектная часть: радиолокаторы

4. Радиолокация — метод обнаружения и определения местонахождения и поведения объектов посредством радиоволн. Волны излучаются радиолокатором, отражаются от объекта и возвращаются на РЛС, которая анализирует их. Радиолокатор состоит из: а) мощного передатчика, работающего чаще всего на коротких волнах от 3 м до 1 см; б) специальной направленной антенны; в) приёмника, улавливающего отражённые от цели сигналы; г) индикаторного устройства; д) вспомогательного оборудования. Бывают радиолокаторы обнаружения с большим радиусом действия; РЛС точной орудийной наводки; навигационные и др.

Первым применением радиолокации были поиск и дальнейшее обнаружение самолётов и кораблей. Затем появились бортовые радиолокаторы; ракеты оснащаются для выполнения боевых задач специальными автономными радиолокаторами. Для распознавания местности на ракете имеется бортовой радиолокатор, который сканирует земную поверхность и соответствующим образом корректирует траекторию полета. В последние годы появились системы для одновременного слежения за многими целями, находящимися на разных высотах и азимутах; океанские суда используют радиолокационные системы для навигации. На промысловых траулерах радиолокатор находит применение для обнаружения косяков рыбы.

Сигналы, посылаемые импульсным передатчиком, одновременно поступают на индикатор и попадают в антенну, направляющую луч на цель. Часть энергии, отраженной от цели, возвращается обратно в антенну, усиливается в приемнике и выводится на индикатор. После этого может быть определено расстояние (дальность) до цели. Угловое направление в горизонтальной плоскости на цель и высота

цели определяются соответственно угловым направлением (азимутом) и углом возвышения луча антенны в точке, где эхо-сигнал имеет максимальную величину.

РЛС с непрерывным сигналом, т.н. доплеровский радиолокатор, особенно удобен для получения информации о движущихся объектах: система излучает непрерывный сигнал постоянной частоты. Если объект движется по направлению к радиолокатору, то отраженный сигнал имеет несколько более высокую частоту, а если объект удаляется от радиолокатора, то частота отраженного сигнала оказывается ниже частоты излученного сигнала (эффект Доплера).

Приблизительные (усреднённые) справочные данные по радиолокаторам приведены на обороте бланка задания. Участнику олимпиады предлагается письменно, в краткой форме изложить принцип работы какого-либо типа радиолокатора (именно, как его участник понимает), сопровождая изложение предлагаемой самостоятельно структурной схемой радиолокатора и рассчитать дальность его действия для номинальной (приведённой в справочных данных) мощности генерируемого сигнала и чувствительности радиоприёмника.

Мощность принимаемого отклика радиосигнала задается формулой:

$$P_r = \frac{P_t G_t S \sigma F^4}{(4\pi)^2 R_t^2 R_r^2} = P_t \cdot \frac{G_t}{4\pi R_t^2} \cdot F^2 \cdot \sigma \cdot F^2 \cdot \frac{S}{4\pi R_r^2}.$$

Здесь введены обозначения:

- P_r – мощность сигнала на клеммах приёмной антенны (10^{-10} Вт);
 P_t – мощность передатчика (0,5 Вт);
 G_t – коэффициент усиления передающей антенны (100);
 S – эффективная апертура (площадь) приёмной антенны, рассчитываемая как $S = G_r \cdot \lambda^2 / 4\pi$, где G_r – коэффициент усиления приёмной антенны, λ – длина волны ($S = 1$);
 σ – эффективная площадь рассеяния цели ($\sigma = 10$);
 F – коэффициент потерь при распространении сигнала ($F = 0,1$);
 R_t – расстояние от передающей антенны до цели;
 R_r – расстояние от цели до приемной антенны.

В тех случаях, когда передающая и приёмная антенны располагаются на одинаковом расстоянии от цели, формула с учётом $R_r = R_t = R$ упрощается:

$$P_r = \frac{P_t G_t S \sigma F^4}{(4\pi)^2 R^4}.$$

Принимаемая мощность уменьшается пропорционально 4-й степени расстояния. Коэффициент F можно принять равным 0,1...1 в предположении, что сигнал распространяется в вакууме и без интерференции.

Минимальная чувствительность (минимальная обнаруживаемая приёмником мощность) задается формулой:

$$P_{r \min} = kT \Delta f_r k_n k_d, \text{ где}$$

- $k = 1,38062 \cdot 10^{-23}$ Дж / К – постоянная Больцмана;
 T – абсолютная температура приёмника, К ($T = 350$ К);
 Δf_r – полоса пропускания приёмника, Гц ($5 \cdot 10^3 \dots 50 \cdot 10^3$ Гц);
 k_n – коэффициент шума приёмника ($k_n = 1$);
 k_d – отношение энергий сигнал / шум на входе приёмника, обеспечивающее приём ($k_n = 5$);

Дальность действия радиоустройства с пассивным ответом:

$$D_{\max} = 4 \sqrt{\frac{P_t G_t S \sigma}{(4\pi)^2 P_{r \min}}}, \text{ где введены обозначения}$$

- P_t – мощность передатчика (0,5 Вт);
 G_t – коэффициент направленного действия (КНД) антенны (100);
 S – эффективная апертура (площадь) приёмной антенны (10);
 σ – эффективная площадь рассеяния цели (10);
 $P_{r \min}$ – минимальная чувствительность приёмника (10^{-10} Вт);

Дальность действия радиоустройства с активным ответом:

Активный ответ приходит от радиолокационного ответчика (ретранслятора, req), установленного на цели. Максимальная дальность действия по каналу запроса $D_{req.\max}$, по каналу ответа $D_{resp.\max}$. Мощность ответчика в этом случае фиксирована и не зависит от мощности сигнала запроса.

$$D_{req.\max} = \sqrt{\frac{P_{req} G_{req} S}{4\pi P_{r \min}}}, \quad D_{resp.\max} = \sqrt{\frac{P_{resp} G_{req} S}{4\pi P_{r \min}}}.$$

Критерии оценки проектов школьников многопрофильной инженерной олимпиады

Задание включает две части: расчетную и проектную.

Общая максимальная сумма – 100 баллов.

1. Расчетная часть.

1.1. Расчетная часть включает три задачи, которые далее могут быть связаны со второй частью – проектной и, таким образом, войти в эту вторую часть.

1.2. Максимальная оценка расчетной части – 30 баллов.

1.3. Если задача полностью решена с получением правильных числовых ответов, то оценивается 10 баллами.

1.3. Если задача в основном решена, то есть: все основные расчетные зависимости, связанные с сутью задачи получены, но часть несущественных для данной задачи зависимостей не получена и правильного числового результата нет, то задача оценивается 6 баллами.

1.4. Если имеются расчетная схема, начальные (канонические) уравнения для решения задачи, но они не преобразованы для получения итоговых расчетных зависимостей и задача не имеет числового результата, то задача оценивается 3 баллами.

2. Проектная часть.

2.1. Проектная часть должна включать одно наилучшее конструкторско-технологическое предложение по решению поставленной задачи, если решения расчетной части применимы в данной второй части, то их нужно применить, если нет, то дать свои решения.

2.2 Максимальная оценка проектной части 70 баллов.

2.3. Оценивание проектной части строится на экспертной оценке члена жюри с учетом следующих положений.

2.3.1. Оценка проектной части производится по следующим пяти критериям:

– Полнота исследования проблемы: обзор и анализ ближайших прототипов. Максимальная оценка 10 баллов, т.е. максимум можно получить 10 баллов.

– Оригинальность идеи, положенной в основу предлагаемого решения. Максимум 20 баллов.

– Логика изложения: описание того, как получена идея; описание решений по ее воплощению; конструкторско-технологическая и, возможно, экономическая проработка. Максимум 20 баллов.

– Возможность практического осуществления предложенных решений. Максимум 10 баллов.

– Наличие, качество и достаточность схем и рисунков. Максимум 10 баллов.

Требования к оформлению проектов при решении задач олимпиады.

Решение оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4, в которой должны быть следующие обязательные элементы и разделы (выделено жирным шрифтом; если участник не может написать содержание раздела, то заголовок раздела нужно привести, но под заголовком указать: «Реализация раздела не представляется возможной»):

Титульный лист с идентификацией участника.

Решение трех задач. Каждая задача должна начинаться с заголовка «Задача № ____».

Решение проектной задачи должно включать следующие разделы.

Введение (указывается область задачи, ее актуальность и общие схемы известных решений).

1. Анализ текущего состояния дел в области поставленной задачи. Должны быть перечислены наиболее близкие известные решения, дан перечень их достоинств и недостатков.

2. Цели и задачи исследования. На основе проведенного анализа уточняется: с какой целью проводится выполнение проекта; далее перечисляются частные задачи, которые необходимо решить для достижения указанной цели.

3. Поиск и формулирование идеи, которая будет положена в основу решения поставленной в условии задачи. Показать путь, который необходимо было пройти, чтобы прийти к оригинальной идее. Рекомендуется использовать методику ТРИЗ.

4. Развитие идеи в конкретных конструкторско-технологических решениях. Дать проработку воплощения идеи в конкретных устройствах или процессах, дать необходимые расчетные схемы, эскизы, другие иллюстрации с их названиями.

5. Технические, экономические, экологические расчеты. Привести необходимые расчетные схемы и расчеты показывающие работоспособность конструкции или ее частей, реализуемость процессов. По возможности, показать, почему предлагаемое решение окажется экономически выгодным, при необходимости, дать экологическую оценку решения. Допускается использование расчетов, аналогичных приведенным выше в расчетной части задания.

Выводы.

Дать общую оценку полученного решения, достижения поставленной цели, новизну, практическую полезность решения. Учащиеся должны оформить записку проекта черной авторучкой (ярко для возможности последующего сканирования). Почерк должен быть разборчивым или текст следует написать чертежным шрифтом. Нумерация страниц внизу посередине обязательна.

Ответы

«Электроника, радиотехника и система СВЯЗИ»

9-11 класс

Задание №1:

ОДЗ $x > 3$; 1. $x = 10 \Rightarrow 0 = 0$;

2. $x > 10 \Rightarrow (x - 10) \log_2(x - 3) = 2 \cdot (x - 10)$; $\log_2(x - 3) = 2$; $x - 3 = 4$; $x = 7$ (посторонний);

3. $10 > x > 3 \Rightarrow (10 - x) \log_2(x - 3) = -2 \cdot (10 - x)$; $\log_2(x - 3) = -2$; $x - 3 = 1/4$; $x = 13/4$.

Ответ: $x = \{13/4; 10\}$

Задание №2:

КПД источника $\eta = R/(R + r)$, где r - внутреннее сопротивление источника. Из уравнения $R/(R + r) = 3/4$ следует, что $r = R/3$. Максимальную мощность источник отдаёт при нагрузке, равной внутреннему сопротивлению источника:

$$P_{\max} = rE^2 / (2r)^2 = 3E^2 / 4R = 3 \cdot 225 / 4 \cdot 15 = 11,25 \text{ (Вт)}.$$

Ответ: $P_{\max} = 11,25 \text{ Вт}$.

Задание №3:

Под действием силы Кулона возникает перпендикулярное ускорение $a = \frac{F_K}{m_e} = \frac{eE}{m_e}$,

следовательно у электрона появилась поперечная составляющая скорости $V = \frac{eEt}{m_e}$, время

пролета определяется первоначальной скоростью и длиной пластин $t = \frac{S}{V_0}$. По углу вылета

можно определить поперечную составляющую скорости

$$V = V_0 \operatorname{tg} 30^\circ \Rightarrow V_0 \operatorname{tg} 30^\circ = \frac{eEt}{m_e} \text{ подставляем } E = \frac{U}{d} \text{ и выражаем } U = \frac{V_0^2 dm_e}{eS} \cong 80 \text{ В}$$

Ответ: $U \cong 80 \text{ В}$

Проектная часть:

1. Самые первоначальные определения и понятия по теме «Радиолокаторы» уже даны в вводном разделе задания. Однако тема настолько обширна, что представляется необозримой, особенно при ограничении по месту и времени для изложения.

2. Специфика решения отдельных задач и их широкий спектр привели к большому разнообразию типов РЛС. бокового обзора и т.д. Специфика решения отдельных задач и их широкий спектр привели к большому разнообразию типов РЛС. Например, для повышения точности стрельбы по самолётам в головках зенитных снарядов устанавливают миниатюрные РЛС (!), измеряющие расстояние от снаряда до объекта и приводящие в действие (на определённом расстоянии) взрыватель снаряда.
3. Из обширной литературы, посвящённой радиолокации, выделяются книги и статьи, затрагивающие два момента, часто обозначаемые специалистами как крупные этапы в развитии радиолокации: это **корреляционный приём** и **фазированные антенные решётки**.
4. Использование СМ диапазона позволило создать **панорамные самолётные РЛС** кругового обзора земной поверхности, сыгравшие важную роль во время 2-й мировой войны при решении задачи «слепого» бомбометания, а также при поиске и уничтожении на море подводных лодок. Для этих станций характерна высокая степень различения отдельных деталей на земной поверхности (мостов, сооружений, железных дорог и т.д.) или на море (перископов подводных лодок и т.п.). Освоение СМ диапазона привело также к созданию **РЛС обнаружения самолетов и наведения на них самолётов-перехватчиков**, которые, используя данные, полученные от РЛС дальнего обнаружения, или работая автономно, обнаруживают самолёты и одновременно измеряют их координаты — дальность, азимут и высоту полёта.
5. Одним из наиболее интересных и экзотических видов радиолокационных приложений являются **радиолокационные станции бокового обзора**, предназначенные для картографирования земной поверхности, решения задач воздушной разведки и т.д., имеют высокую разрешающую способность, определяющую качество радиолокационного изображения, его детальность. Это достигается либо значительным увеличением размера антенны, располагаемой вдоль фюзеляжа самолёта, что позволяет увеличить разрешающую способность по сравнению с панорамными РЛС кругового обзора на порядок, либо применением метода **искусственного раскрыва антенны**, позволяющего приблизиться к разрешающей способности оптических средств наблюдения; при этом разрешающая способность не зависит от дальности наблюдения и длины волны зондирующего сигнала. В РЛС с искусственным раскрывом антенны часто используют сложные оптические системы многоканальной (по дальности) обработки сигналов с когерентным накоплением их в каждом канале. Сопряжение таких систем с фотографическими устройствами позволяет получать высококачественную запись информации.

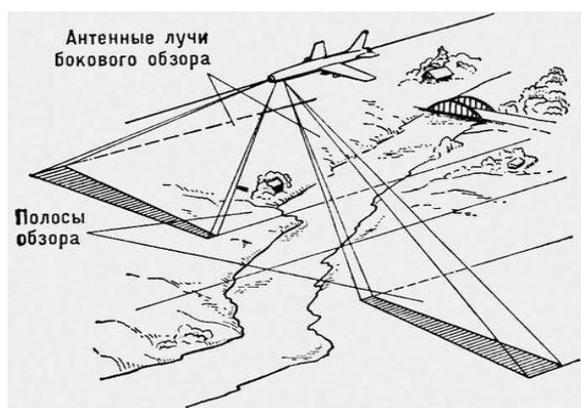


Рис.1. Работа РЛС бокового обзора

6. Для самолета, находящегося на расстоянии 3 км от РЛС, запаздывание сигнала составит всего 20 мкс. Такой результат получается из - за того, что радиоволна проходит путь в обоих направлениях, к цели и обратно, так что общее расстояние, пройденное волной, составит 6 км. Однако при радиолокации Марса, успешно проведенной в начале 60-х годов, задержка сигнала составила около 11 мин, а это время малым назвать нельзя. Современная вычислительная техника способна с высокой точностью обрабатывать сигналы с ничтожным временем запаздывания,

поэтому с помощью радаров можно регистрировать объекты, расположенные как на больших, так и на малых расстояниях от наблюдателя. Существует единственное существенное ограничение применения радаров в целях сверхдальних наблюдений - это ослабление сигнала. Если сигнал проходит большое расстояние, то он частично рассеивается, искажается и ослабевает и выделить его в приемнике из собственных шумов приемника и шумов иного происхождения зачастую крайне затруднительно. Ослабление сигнала при радиолокации вполне поддается расчету, который основан на простых физических соображениях. Если в какой-то точке излучается мощность P , то поток мощности через единичную площадку, находящуюся на расстоянии R , будет пропорционален дроби, в знаменателе которой стоит площадь сферы радиусом R , окружающей источник. Таким образом, при обычной радиосвязи мощность, принятая антенной, обратно пропорциональна

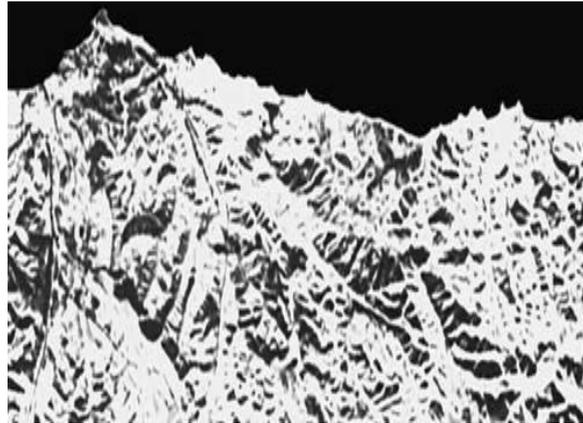
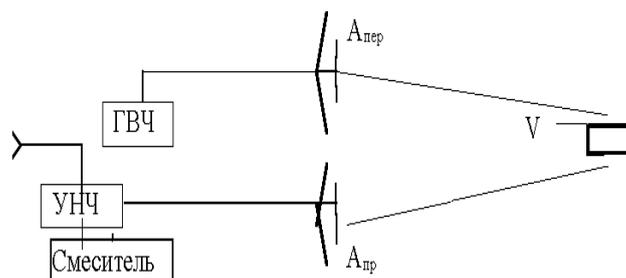


Рис. 2. РЛ (!) изображение гористого берега моря

квадрату расстояния. Этот закон - закон сферической расходимости пучка энергии - выполняется всегда при распространении волн в свободном пространстве. Даже если сконцентрировать излучаемую мощность в узкий луч и поток энергии возрастет в несколько раз (этот коэффициент называется коэффициентом направленного действия антенны, КНД), квадратичная зависимость от расстояния сохранится. Но в радиолокации радиосигнал преодолевает двойные расстояния, а сама облучаемая цель рассеивает энергию по всем направлениям, и если облучающий цель поток энергии ослабевает обратно пропорционально квадрату расстояния, то приходящий к приемнику рассеянный поток еще ослабляется во столько же раз и оказывается обратно пропорциональным четвертой степени расстояния. Это означает, что для повышения дальности действия РЛС в два раза при прочих равных условиях мощность ее передатчика надо повысить в 16 раз. Столь высокой ценой достигаются высокие характеристики современных РЛС.

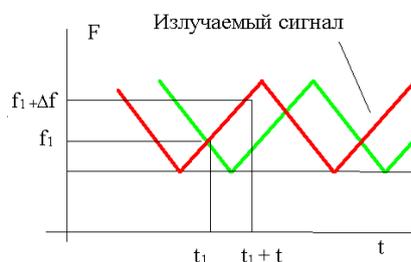
- Очень интересны РЛС, работающие по «Доплеру»: доплеровская РЛС непрерывного излучения - самая простая из всех. Именно по такому принципу были построены первые «радиоуловители» самолетов. Она содержит генератор высокочастотных колебаний (ГВЧ), передающую $A_{пер}$ и приемную $A_{пр}$ антенны, смеситель и усилитель низкой частоты биений (УНЧ). На его выходе включаются либо наушники, либо частотомер.



Доплеровская РЛС не обнаруживает неподвижные предметы. Сигнал, отраженный от них имеет ту же самую частоту, что и излучаемый. Но если обнаруживаемый объект движется в направлении лоатора или от него, частота отраженного сигнала изменяется вследствие эффекта Доплера (эффект Доплера - изменение длины волны λ (или частоты), наблюдаемое при движении источника волн относительно их приемника. Характерен для любых волн (свет, звук и т. д.). При приближении источника к приемнику λ уменьшается, а при удалении растет на величину $\lambda - \lambda_0 = V \cdot \lambda_0 / c$, где λ_0 - длина волны источника, c - скорость распространения волны, V - относительная скорость движения источника.).

При радиолокации эффект Доплера проявляется вдвое сильнее. Самолет, летящий навстречу излучаемой лоатором волне, встречает более частые колебания электромагнитного поля. Переизлучая их во время движения, он еще повышает их частоту. При удалении же самолета от лоатора частота отраженного сигнала понижается. В приемную антенну попадают два сигнала: прямого прохождения (от излучающей антенны) и отраженный от цели. В смесителе они взаимодействуют, образуя разностную частоту биений, в точности равную доплеровской $F_d = 2f_0V / c$, где f_0 - частота излучаемого сигнала; V - радиальная скорость цели; c - скорость радиоволн, равная скорости света.

Определить дальность доплеровским лоатором нельзя, но если частоту излучаемых колебаний изменять в некоторых пределах, т.е. *вести в генератор частотную модуляцию*, то появляется возможность измерить дальность. Первую опытную установку, действующую по такому принципу, построил известный ученый Б. К. Шембель и использовал ее при локации Крымских гор. Пусть частота передатчика изменяется по пилообразному закону. Частота отраженного сигнала будет изменяться также, но с запаздыванием на некоторое время t , время распространения волн до цели и обратно. Если частота передатчика в какой-то момент t_1 равна f_1 , то отраженный сигнал возвращается с этой же частотой. Но частота передатчика к времени $t_1 + \Delta t$ успеет измениться до значения $f_1 + \Delta f$, и в приемнике выделится сигнал биений с частотой Δf .



Эта частота тем выше, чем больше расстояние до цели. Лоаторы с частотной модуляцией нашли свое применение в авиации, на судах, а также для выполнения операции стыковки космических кораблей на орбите, обеспечивающие очень хорошую точность определения дистанции.

Расчётная часть. Определим предельную дальность для РЛС, имеющую порядки, рекомендованные в справочных данных параметров по мощности передатчика и чувствительности приёмника РЛС.

- P_r – мощность сигнала на клеммах приёмной антенны (10^{-12} Вт);
- P_t – мощность передатчика (1,0 Вт);
- G_t – коэффициент усиления передающей антенны (150);
- S – эффективная апертура (площадь) приёмной антенны (20);
- σ – эффективная площадь рассеяния цели ($\sigma = 20$);
- R_t – расстояние от передающей антенны до цели;
- R_r – расстояние от цели до приемной антенны.

В тех случаях, когда передающая и приёмная антенны располагаются на одинаковом расстоянии от цели, формула с учётом $R_r = R_t = R$ упрощается:

$$P_r = \frac{P_t G_t S \sigma}{(4\pi)^2 R^4}$$

(Принимаемая мощность уменьшается пропорционально 4-й степени расстояния).

Записав выражение $10^{-12} = \frac{150 \cdot 20 \cdot 20}{(4\pi)^2 R^4}$, определим R :

$$R = \sqrt[4]{\frac{150 \cdot 20 \cdot 20}{(4\pi)^2 \cdot 10^{-12}}} = \sqrt[4]{\frac{6 \cdot 10^4}{(4\pi)^2 \cdot 10^{-12}}} = \sqrt[4]{\frac{10^{16} \cdot 3}{8\pi^2}} = 10^4 \cdot \sqrt[4]{\frac{3}{8\pi^2}} \approx 0,45 \cdot 10^4 = 4500(\text{м})$$

Расстояние весьма умеренное, но и исходные величины выбраны были далеко не предельные.

Так, например, для питания стационарной РЛС дальнего обнаружения нужна своя небольшая электростанция и речка рядом – вода для охлаждения элементов РЛС. Так что, 1 Вт – это просто шутка.

7-8 класс

Задание № 1

Дано:

$$\varepsilon = 35 \text{ В}, r - ? (\text{Ом}), I = 2 \text{ А}, \rho = 5 \text{ Ом} \cdot \text{м}, S = 2 \text{ мм}^2, l = 5 \text{ м}.$$

Решение:

Согласно закону Ома для полной цепи сила тока в цепи I равна $\frac{\varepsilon}{r+R}$ (1), где ε – источник ЭДС, r – внутреннее сопротивление этого источника, R – сопротивление всех внешних элементов цепи. Согласно формуле, связывающей сопротивление проводника с его геометрическими характеристиками, сопротивление R всех внешних элементов цепи равно $\rho \frac{l}{S}$ (2), где ρ – удельная проводимость проводника, l – его длина, S – его площадь. Выражая r из (1) и подставляя в полученное выражение (2) получаем r равно $\frac{\varepsilon - I\rho l/S}{I}$. Поскольку все значения физических величин даны в СИ кроме S , переведем это значение в СИ и получим $2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$. В итоге, внутреннее сопротивление источника напряжения r равно $-12,5 \text{ МОм}$. В таком случае, в абсолютном значении внутреннее сопротивление много больше сопротивления всех внешних элементов, а значит, источник ЭДС называют источником тока.

Задание № 2

Количество узлов цепи $У$ равно 2, количество ветвей $В$ равно 3, следовательно, количество независимых контуров цепи $К$ равно $В - У + 1 = 3 - 2 + 1 = 2$, следовательно, по Второму закону Кирхгофа можно составить *два* независимых уравнения из трех. Поскольку $У - 1 = 2 - 1 = 1$, то по Первому закону Кирхгофа можно составить *одно* независимое уравнение из двух. В результате возможны 6 различных комбинаций уравнений, что нужно иметь в виду при проверке работ различных участников олимпиады. Выбрав контуры, пометим их римскими цифрами I и II (схема 2). Произвольно выбираем положительное направление токов, например, так, как показано на (схеме 2). Таким образом,

$$\begin{cases} I_1 - I_2 - I_3 = 0 \\ 6I_3 = 27 \\ 20I_1 + 6I_3 = 27 \end{cases}$$

Решая систему уравнения любым освоенным способом, получим для $I_1 I_2 I_3$ соответственно 0 - 4,5 4,5.

Задание № 3

$$Z_A^2 = X_L^2 + R^2$$

$$\frac{1}{Z_B^2} = \frac{1}{X_L^2} + \frac{1}{R^2} = \frac{X_L^2 + R^2}{X_L^2 R^2}$$

$$\frac{Z_A^2}{Z_B^2} = \frac{(X_L^2 + R^2)^2}{X_L^2 R^2} = \frac{X_L^4 + 2X_L^2 R^2 + R^4}{X_L^2 R^2} = \frac{X_L^4 + R^4}{X_L^2 R^2} + 2 > 1, \quad \text{следовательно,} \quad Z_A^2 > Z_B^2,$$

следовательно, $Z_A > Z_B$.

МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА

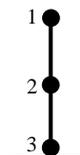
«ЗВЕЗДА»

«ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА»

2015/16 уч.г.

11 КЛАСС

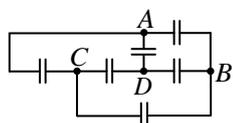
1. (10 баллов) В середине и на концах невесомого стержня длины l , удерживаемого в вертикальном положении на поверхности стола, укреплены одинаковые маленькие шарики. Стержень отпускают, и он падает на поверхность стола. Найти скорости шариков в тот момент, когда стержень упадет на поверхность. Трение отсутствует.



2. (10 баллов) В стакане имеется раствор некоторой соли с процентным содержанием $\rho = 30\%$. Из стакана взяли половину раствора и выпарили его до двукратного увеличения процентного содержания соли. После этого выпаренный раствор вылили обратно в стакан. Найти процентное содержание соли в стакане. **Указание.** Процентным содержанием некоторого вещества в растворе называется

$$\rho = \frac{m}{(m + M)} \cdot 100\%$$

где m - масса вещества, M - масса воды.



3. (10 баллов) Дана цепь, содержащая 6 конденсаторов – пять из них одинаковы, конденсатор между контактами С и D имеет вдвое меньшую емкость. К какой паре контактов А-В, А-С, А-D, В-С, В-D или С-D нужно подключить источник напряжения, чтобы хотя бы один из конденсаторов цепи оказался незаряженным? Ответ обосновать.

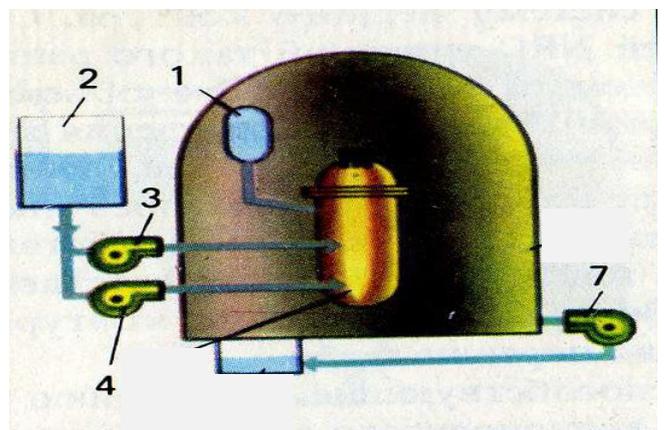
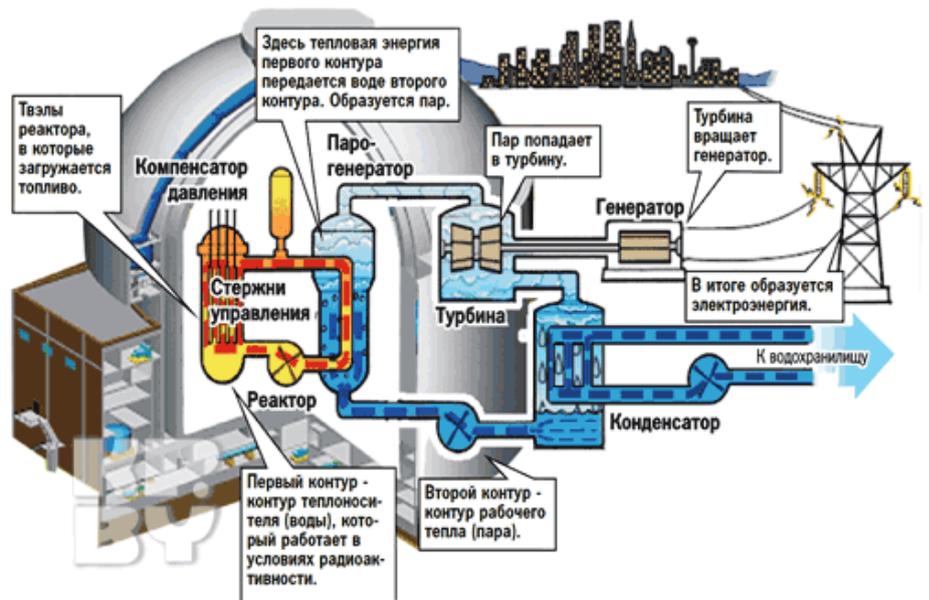
4. (70 баллов) 28 марта 1979 года на АЭС «Три-майл-айленд» (США) произошла авария, приведшая к расплавлению тепловыделяющих элементов реактора и частичному выбросу в атмосферу радиоактивных продуктов. Рассмотрите хронологию аварии, реакцию на нее персонала станции и укажите ошибки в их действиях, а также недостатки в конструкции реактора.

В рабочем режиме тепло, выделяющееся в топливных элементах реактора, нагревает поступающую в реактор под действием насосов воду первого контура охлаждения. Эта вода нагревает в парогенераторе воду второго контура охлаждения, превращая ее в пар. Пар вращает турбины генератора, который вырабатывает электроэнергию.

При аварии насосов первого и второго контуров охлаждения предусмотрена система аварийного охлаждения реактора, которая должна предотвратить его перегрев с расплавлением активной зоны реактора. Принципиальная схема системы аварийного охлаждения реактора содержит пассивную и активную части. Пассивная часть – аварийные емкости (2 на рисунке), вода из которых может подаваться в реактор под действием силы тяжести. Активная часть – система насосов высокого давления (3,4,7), работающих от резервных источников питания и подающих воду в реактор.

Хронология аварии и реакция на нее персонала АЭС была следующей.

1. отказ насосов второго контура охлаждения. Вода второго контура перестала поступать в парогенератор. Автоматически включилась аварийная система подачи воды в парогенератор, но вода в парогенератор не поступала, поскольку задвижки насосов были закрыты после планового ремонта.
2. Стало расти давление воды в первом контуре, поскольку прекратился отток тепла от него. Автоматически сработала система компенсации давления, сбрасывающая пар из первого контура в специальную емкость (барботер). Автоматически сработала (через 9 секунд после исходного события) система аварийной остановки реактора.
3. Рост температуры прекратился, давление в первом контуре начало падать, но утечка (воды из первого контура) продолжилась, поскольку клапан системы компенсации давления не закрылся (неисправен). При этом индикаторы на пульте управления показывали, что клапан закрыт.
4. При падении давления в первом контуре ниже 12 МПа (при нормальном давлении 16 МПа) сработала активная система охлаждения активной зоны насосами высокого давления. Из трех имеющихся насосов операторы оставили работающим один, поскольку уровнемер в компенсаторе объема показывал, что вода поступает в реактор в большем, чем нужно количестве. В действительности продолжалась утечка воды из реактора (уровнемер неисправен).
5. Падение давления привело в вскипанию теплоносителя в активной зоне, образованию в верхней части активной зоны парового пузыря. Пузырь начал расти, создал давление и понизил уровень теплоносителя в активной зоне, оголив верхушки тепловыделяющих элементов.
6. Через 8 минут после начала аварии операторы обнаружили, что вода не поступает в парогенератор, задвижки аварийной системы насосов были открыты.



7. Через 14 минут после начала аварии пар из-за образования пара давление в компенсаторе давления превысило допустимый предел и пар начал поступать под гермооболочку реактора,
8. Через 38 минут после начала аварии обходчики доложили, что включились насосы откачивающие воду из-под гермооболочки реактора. Операторы отключили их.
9. Температура внутри гермооболочки стала расти. Стал расти также нейтронный поток в реакторе. Операторы приступили к экстренному вводу в реактор бора (поглотителя нейтронов), чтобы не допустить вывода реактора на рабочий режим.
10. Через 1 час 13 минут после начала аварии из-за большого количества пара в первом контуре стали вибрировать насосы первого контура. Операторы отключили 2 (из 4) главных насоса. Из-за наличия пара в реакторе прекратилась также естественная циркуляция теплоносителя.
11. Только через 2,5 часа после начала аварии операторы поняли причину – уход теплоносителя из первого контура из-за неисправности клапана системы сброса давления. Клапан был закрыт в первый контур стала поступать охлаждающая вода. За это время температура активной зоны реактора за счет остаточного тепловыделения достигла 2200° С, оболочки тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов) были частично разрушены, с выделением большого количества водорода. Уровень радиоактивности в реакторе значительно вырос.
12. Только в этот момент операторы поняли масштаб аварии и попытались включить циркуляционные насосы для охлаждения реактора. Но в реакторе скопилось большое количество водорода, мешающего свободному протеканию теплоносителя. Насосы включить не удалось.
13. Было принято решение об увеличении давления в первом контуре и постепенном удалении водорода из реактора. Только через 15 часов после начала аварии удалось запустить один циркуляционный насос первого контура. А в состоянии «холодный останов» реактор был приведен только через месяц после аварии.
14. За время аварии ТВЭЛы частично расплавились, активная зона реактора была сильно повреждена, однако расплавленное топливо не прожгло корпус реактора, поэтому влияние аварии на окружающую территорию оказалось незначительным. Эвакуация населения не проводилась.

Нарушение работы каких узлов реактора оказало наиболее существенное влияние на развитие аварии? Какие из перечисленных действий операторов АЭС (по пунктам) были верными, а какие нет? Что нужно было изменить в действиях персонала? Конструкцию каких узлов реактора нужно доработать для устранения возможности подобных аварий?

Критерии оценки проектов школьников многопрофильной инженерной олимпиады

Задание включает две части: расчетную и проектную.

Общая максимальная сумма – 100 баллов.

1. Расчетная часть.

1.1. Расчетная часть включает три задачи, которые далее могут быть связаны со второй частью – проектной и, таким образом, войти в эту вторую часть.

1.2. Максимальная оценка расчетной части – 30 баллов.

1.3. Если задача полностью решена с получением правильных числовых ответов, то оценивается 10 баллами.

1.3. Если задача в основном решена, то есть: все основные расчетные зависимости, связанные с сутью задачи получены, но часть несущественных для данной задачи зависимостей не получена и правильного числового результата нет, то задача оценивается 6 баллами.

1.4. Если имеются расчетная схема, начальные (канонические) уравнения для решения задачи, но они не преобразованы для получения итоговых расчетных зависимостей и задача не имеет числового результата, то задача оценивается 3 баллами.

2. Проектная часть.

2.1. Проектная часть должна включать одно наилучшее конструкторско-технологическое предложение по решению поставленной задачи, если решения расчетной части применимы в данной второй части, то их нужно применить, если нет, то дать свои решения.

2.2 Максимальная оценка проектной части 70 баллов.

2.3. Оценивание проектной части строится на экспертной оценке члена жюри с учетом следующих положений.

2.3.1. Оценка проектной части производится по следующим пяти критериям:

– Полнота исследования проблемы: обзор и анализ ближайших прототипов. Максимальная оценка 10 баллов, т.е. максимум можно получить 10 баллов.

– Оригинальность идеи, положенной в основу предлагаемого решения. Максимум 20 баллов.

– Логика изложения: описание того, как получена идея; описание решений по ее воплощению; конструкторско-технологическая и, возможно, экономическая проработка. Максимум 20 баллов.

– Возможность практического осуществления предложенных решений. Максимум 10 баллов.

– Наличие, качество и достаточность схем и рисунков. Максимум 10 баллов.

Требования к оформлению проектов при решении задач олимпиады.

Решение оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4, в которой должны быть следующие обязательные элементы и разделы (выделено жирным шрифтом; если участник не может написать содержание раздела, то заголовок раздела нужно привести, но под заголовком указать: «Реализация раздела не представляется возможной»):

Титульный лист с идентификацией участника.

Решение трех задач. Каждая задача должна начинаться с заголовка «Задача № ____».

Решение проектной задачи должно включать следующие разделы.

Введение (указывается область задачи, ее актуальность и общие схемы известных решений).

1. Анализ текущего состояния дел в области поставленной задачи. Должны быть перечислены наиболее близкие известные решения, дан перечень их достоинств и недостатков.

2. Цели и задачи исследования. На основе проведенного анализа уточняется: с какой целью проводится выполнение проекта; далее перечисляются частные задачи, которые необходимо решить для достижения указанной цели.

3. Поиск и формулирование идеи, которая будет положена в основу решения поставленной в условии задачи. Показать путь, который необходимо было пройти, чтобы прийти к оригинальной идее. Рекомендуются использовать методику ТРИЗ.

4. Развитие идеи в конкретных конструкторско-технологических решениях. Дать проработку воплощения идеи в конкретных устройствах или процессах, дать необходимые расчетные схемы, эскизы, другие иллюстрации с их названиями.

5. Технические, экономические, экологические расчеты. Привести необходимые расчетные схемы и расчеты показывающие работоспособность конструкции или ее частей, реализуемость процессов. По возможности, показать, почему предлагаемое решение окажется экономически выгодным, при необходимости, дать экологическую оценку решения. Допускается использование расчетов, аналогичных приведенным выше в расчетной части задания.

Выводы.

Дать общую оценку полученного решения, достижения поставленной цели, новизну, практическую полезность решения. Учащиеся должны оформить записку проекта черной авторучкой (ярко для возможности последующего сканирования). Почерк должен быть разборчивым или текст следует написать чертежным шрифтом. Нумерация страниц внизу посередине обязательна.

МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА

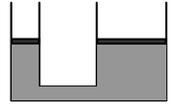
«ЗВЕЗДА»

«ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА»

2015/16 уч.г.

10 КЛАСС

1. (10 баллов) Два сообщающихся сосуда имеют форму цилиндров с площадью сечений S и $4S$. В сосуды налита жидкость, поверхности которой закрыты невесомыми поршнями (см. рисунок). Если некоторый груз положить на поршень в левом сосуде, то этот поршень опустится на величину Δh . На какую величину по сравнению с первоначальным положением (пока груза на поршнях не было) опустится правый поршень, если груз снять с левого поршня и переложить на правый?

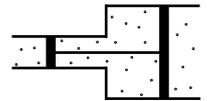


2. (10 баллов) В стакане имеется раствор некоторой соли с процентным содержанием $\rho = 30\%$. Из стакана взяли половину раствора и выпарили его до двукратного увеличения процентного содержания соли. После этого выпаренный раствор вылили обратно в стакан. Найти процентное содержание соли в стакане. **Указание.** Процентным содержанием некоторого вещества в растворе называется

$$\rho = \frac{m}{m + M} \cdot 100\%$$

где m - масса вещества, M - масса воды.

3. (10 баллов) Две открытые с обоих концов в атмосферу трубы с площадями сечений, которые относятся как $3/2$, состыкованы между собой. В них вставлены соединенные стержнем поршни, которые при температуре T_0 находятся на одинаковых расстояниях от стыка труб. Между поршнями находится идеальный газ. Объем газа между поршнями V . Газ охлаждают до температуры $T_0/2$. Какими будут давление и объем газа между поршнями. Считать, что газ при всех рассматриваемых температурах является идеальным. Описать последовательность изменения параметров газа.



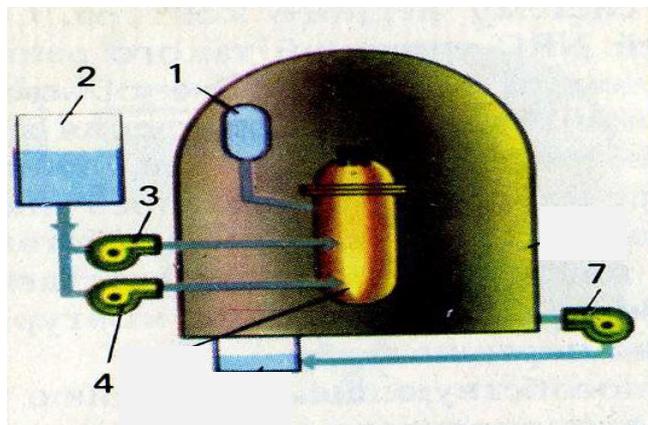
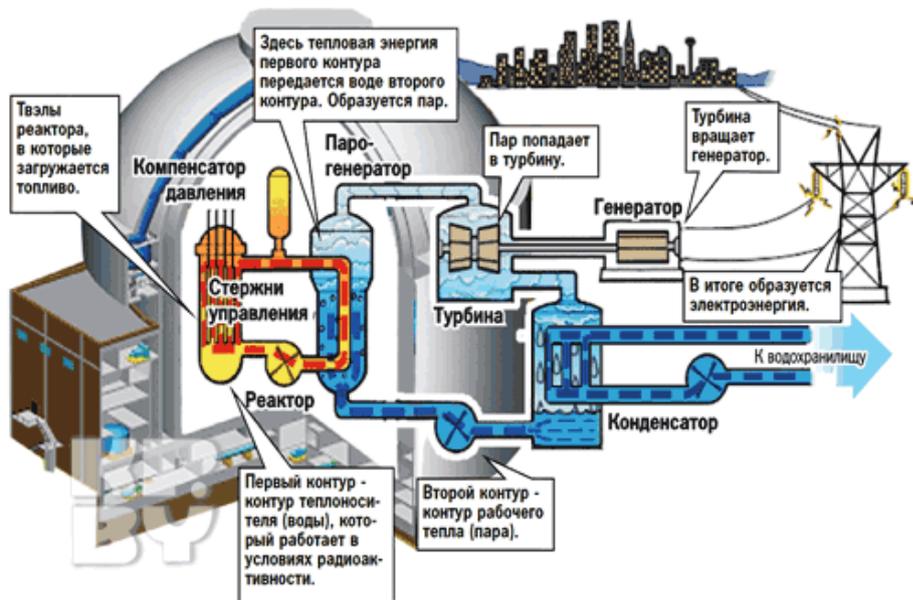
4. (70 баллов) 28 марта 1979 года на АЭС «Три-майл-айленд» (США) произошла авария, приведшая к расплавлению тепловыделяющих элементов реактора и частичному выбросу в атмосферу радиоактивных продуктов. Рассмотрите хронологию аварии, реакцию на нее персонала станции и укажите ошибки в их действиях, а также недостатки в конструкции реактора.

В рабочем режиме тепло, выделяющееся в топливных элементах реактора, нагревает поступающую в реактор под действием насосов воду первого контура охлаждения. Эта вода нагревает в парогенераторе воду второго контура охлаждения, превращая ее в пар. Пар вращает турбины генератора, который вырабатывает электроэнергию.

При аварии насосов первого и второго контуров охлаждения предусмотрена система аварийного охлаждения реактора, которая должна предотвратить его перегрев с расплавлением активной зоны реактора. Принципиальная схема системы аварийного охлаждения реактора содержит пассивную и активную части. Пассивная часть – аварийные емкости (2 на рисунке), вода из которых может подаваться в реактор под действием силы тяжести. Активная часть – система насосов высокого давления (3,4,7), работающих от резервных источников питания и подающих воду в реактор.

Хронология аварии и реакция на нее персонала АЭС была следующей.

1. отказ насосов второго контура охлаждения. Вода второго контура перестала поступать в парогенератор. Автоматически включилась аварийная система подачи воды в парогенератор, но вода в парогенератор не поступала, поскольку задвижки насосов были закрыты после планового ремонта.
2. Стало расти давление воды в первом контуре, поскольку прекратился отток тепла от него. Автоматически сработала система компенсации давления, сбрасывающая пар из первого контура в специальную емкость (барботер). Автоматически сработала (через 9 секунд после исходного события) система аварийной остановки реактора.
3. Рост температуры прекратился, давление в первом контуре начало падать, но утечка (воды из первого контура) продолжилась, поскольку клапан системы компенсации давления не закрылся (неисправен). При этом индикаторы на пульте управления показывали, что клапан закрыт.
4. При падении давления в первом контуре ниже 12 МПа (при нормальном давлении 16 МПа) сработала активная система охлаждения активной зоны насосами высокого давления. Из трех имеющихся насосов операторы оставили работающим один, поскольку уровнемер в компенсаторе объема показывал, что вода поступает в реактор в большем, чем нужно количестве. В действительности продолжалась утечка воды из реактора (уровнемер неисправен).
5. Падение давления привело в вскипанию теплоносителя в активной зоне, образованию в верхней части активной зоны парового пузыря. Пузырь начал расти, создал давление и понизил уровень теплоносителя в активной зоне, оголив верхушки тепловыделяющих элементов.
6. Через 8 минут после начала аварии операторы обнаружили, что вода не поступает в парогенератор, задвижки аварийной системы насосов были открыты.
7. Через 14 минут после начала аварии пар из-за образования пара давление в компенсаторе давления превысило допустимый предел и пар начал поступать под гермооболочку реактора,



8. Через 38 минут после начала аварии обходчики доложили, что включились насосы откачивающие воду из-под гермооболочки реактора. Операторы отключили их.

9. Температура внутри гермооболочки стала расти. Стал расти также нейтронный поток в реакторе. Операторы приступили к экстренному вводу в реактор бора (поглотителя нейтронов), чтобы не допустить вывода реактора на рабочий режим.

10. Через 1 час 13 минут после начала аварии из-за большого количества пара в первом контуре стали вибрировать насосы первого контура. Операторы отключили 2 (из 4) главных насоса. Из-за наличия пара в реакторе прекратилась также естественная циркуляция теплоносителя.

11. Только через 2,5 часа после начала аварии операторы поняли причину – уход теплоносителя из первого контура из-за неисправности клапана системы сброса давления. Клапан был закрыт в первый контур стала поступать охлаждающая вода. За это время температура активной зоны реактора за счет остаточного тепловыделения достигла 2200°C , оболочки тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов) были частично разрушены, с выделением большого количества водорода. Уровень радиоактивности в реакторе значительно вырос.

12. Только в этот момент операторы поняли масштаб аварии и попытались включить циркуляционные насосы для охлаждения реактора. Но в реакторе скопилось большое количество водорода, мешающего свободному протеканию теплоносителя. Насосы включить не удалось.

13. Было принято решение об увеличении давления в первом контуре и постепенном удалении водорода из реактора. Только через 15 часов после начала аварии удалось запустить один циркуляционный насос первого контура. А в состоянии «холодный останов» реактор был приведен только через месяц после аварии.

14. За время аварии ТВЭЛы частично расплавились, активная зона реактора была сильно повреждена, однако расплавленное топливо не прожгло корпус реактора, поэтому влияние аварии на окружающую территорию оказалось незначительным. Эвакуация населения не проводилась.

Нарушение работы каких узлов реактора оказало наиболее существенное влияние на развитие аварии? Какие из перечисленных действий операторов АЭС (по пунктам) были верными, а какие нет? Что нужно было изменить в действиях персонала? Конструкцию каких узлов реактора нужно доработать для устранения возможности подобных аварий?

Критерии оценки проектов школьников многопрофильной инженерной олимпиады

Задание включает две части: расчетную и проектную.

Общая максимальная сумма – 100 баллов.

1. Расчетная часть.

1.1. Расчетная часть включает три задачи, которые далее могут быть связаны со второй частью – проектной и, таким образом, войти в эту вторую часть.

1.2. Максимальная оценка расчетной части – 30 баллов.

1.3. Если задача полностью решена с получением правильных числовых ответов, то оценивается 10 баллами.

1.3. Если задача в основном решена, то есть: все основные расчетные зависимости, связанные с сутью задачи получены, но часть несущественных для данной задачи зависимостей не получена и правильного числового результата нет, то задача оценивается 6 баллами.

1.4. Если имеются расчетная схема, начальные (канонические) уравнения для решения задачи, но они не преобразованы для получения итоговых расчетных зависимостей и задача не имеет числового результата, то задача оценивается 3 баллами.

2. Проектная часть.

2.1. Проектная часть должна включать одно наилучшее конструкторско-технологическое предложение по решению поставленной задачи, если решения расчетной части применимы в данной второй части, то их нужно применить, если нет, то дать свои решения.

2.2 Максимальная оценка проектной части 70 баллов.

2.3. Оценивание проектной части строится на экспертной оценке члена жюри с учетом следующих положений.

2.3.1. Оценка проектной части производится по следующим пяти критериям:

– Полнота исследования проблемы: обзор и анализ ближайших прототипов. Максимальная оценка 10 баллов, т.е. максимум можно получить 10 баллов.

– Оригинальность идеи, положенной в основу предлагаемого решения. Максимум 20 баллов.

– Логика изложения: описание того, как получена идея; описание решений по ее воплощению; конструкторско-технологическая и, возможно, экономическая проработка. Максимум 20 баллов.

– Возможность практического осуществления предложенных решений. Максимум 10 баллов.

– Наличие, качество и достаточность схем и рисунков. Максимум 10 баллов.

Требования к оформлению проектов при решении задач олимпиады.

Решение оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4, в которой должны быть следующие обязательные элементы и разделы (выделено жирным шрифтом; если участник не может написать содержание раздела, то заголовок раздела нужно привести, но под заголовком указать: «Реализация раздела не представляется возможной»):

Титульный лист с идентификацией участника.

Решение трех задач. Каждая задача должна начинаться с заголовка «Задача № ____».

Решение проектной задачи должно включать следующие разделы.

Введение (указывается область задачи, ее актуальность и общие схемы известных решений).

1. Анализ текущего состояния дел в области поставленной задачи. Должны быть перечислены наиболее близкие известные решения, дан перечень их достоинств и недостатков.

2. Цели и задачи исследования. На основе проведенного анализа уточняется: с какой целью проводится выполнение проекта; далее перечисляются частные задачи, которые необходимо решить для достижения указанной цели.

3. Поиск и формулирование идеи, которая будет положена в основу решения поставленной в условии задачи. Показать путь, который необходимо было пройти, чтобы прийти к оригинальной идее. Рекомендуется использовать методику ТРИЗ.

4. Развитие идеи в конкретных конструкторско-технологических решениях. Дать проработку воплощения идеи в конкретных устройствах или процессах, дать необходимые расчетные схемы, эскизы, другие иллюстрации с их названиями.

5. Технические, экономические, экологические расчеты. Привести необходимые расчетные схемы и расчеты показывающие работоспособность конструкции или ее частей, реализуемость процессов. По возможности, показать, почему предлагаемое решение окажется экономически выгодным, при необходимости, дать экологическую оценку решения. Допускается использование расчетов, аналогичных приведенным выше в расчетной части задания.

Выводы.

Дать общую оценку полученного решения, достижения поставленной цели, новизну, практическую полезность решения. Учащиеся должны оформить записку проекта черной авторучкой (ярко для возможности последующего сканирования). Почерк должен быть разборчивым или текст следует написать чертежным шрифтом. Нумерация страниц внизу посередине обязательна.

МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА

«ЗВЕЗДА»

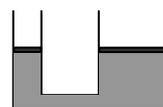
«ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА»

2015/16 уч.г.

9 КЛАСС

1. (10 баллов) Имеются динамометр и два тела одинакового объема, но с различными массами. Шкала динамометра рассчитана на измерение максимальной силы 5 Н, но первая половина его шкалы стерта. Тяжелое тело изготовлено из стали с известной плотностью, и имеет массу 0,25 кг. Легкое тело изготовлено из неизвестного сплава. Как найти плотность сплава, используя только данные материалы и оборудование? Опишите последовательность измерений и расчетов.

2. (10 баллов) Два сообщающихся сосуда имеют форму цилиндров с площадью сечений S и $4S$. В сосуды налита жидкость, поверхности которой закрыты невесомыми поршнями (см. рисунок). Если некоторый груз положить на поршень в левом сосуде, то этот поршень опустится на величину Δh . На какую величину по сравнению с первоначальным положением (пока груза на поршнях не было) опустится правый поршень, если груз снять с левого поршня и переложить на правый?

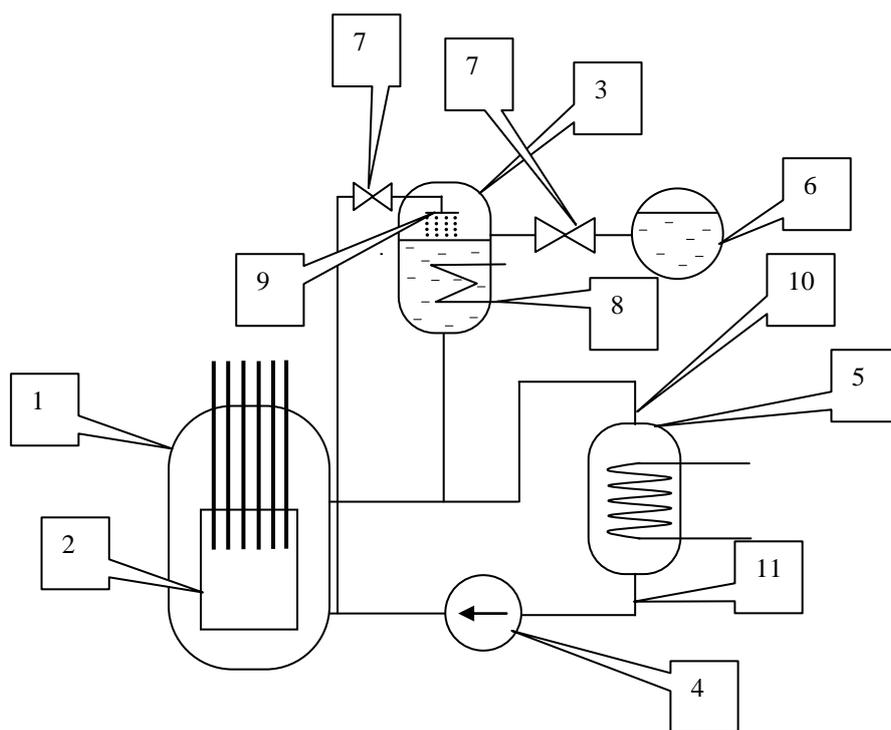


3. (10 баллов) В стакане имеется раствор некоторой соли с процентным содержанием $\rho = 30\%$. Из стакана взяли половину раствора и выпарили его до двукратного увеличения процентного содержания соли. После этого выпаренный раствор вылили обратно в стакан. Найти процентное содержание соли в стакане.
Указание. Процентным содержанием некоторого вещества в растворе называется

$$\rho = \frac{m}{m + M} \cdot 100\%$$

где m - масса вещества, M - масса воды.

4. (70 баллов) При работе водородного энергетического реактора (ВВЭР) изменение мощности реактора приводит к изменению температуры теплоносителя (воды), а, следовательно, и ее плотности. Например, при разогреве реактора от холодного до рабочего состояния (до температуры 280 градусов Цельсия) плотность воды уменьшается на 30 %. Это приводит к необходимости



1. Реактор
2. Активная зона
3. компенсатор давления
4. насосы
5. теплообменник (передача тепла второму контуру охлаждения)
6. барботер
7. клапаны (здвижки)
8. ТЭН (теплоэлектронагревательный элемент)
9. Разбрызгиватель
10. горячая вода (320 градусов)
11. холодная вода (280-290 градусов)

создания в первом контуре реактора специального компенсирующего объема – компенсатора объема (или давления). Компенсатор давления и реактор представляют собой сообщающиеся сосуды. На рисунке представлена упрощенная схема реактора с компенсатором давления и специальной емкостью – барботером в который при необходимости, можно сбрасывать излишек теплоносителя.

Наличие компенсатора давления дает возможность изменять давление в реакторе за счет изменения мощности ТЭН и открытия или закрытия клапанов (7). По рисунку опишите, как это можно делать. Дайте характеристику этого управления – скорость изменения давления, величина изменения давления, направление изменения давления (увеличивает или уменьшает).

Критерии оценки проектов школьников многопрофильной инженерной олимпиады

Задание включает две части: расчетную и проектную.

Общая максимальная сумма – 100 баллов.

1. Расчетная часть.

1.1. Расчетная часть включает три задачи, которые далее могут быть связаны со второй частью – проектной и, таким образом, войти в эту вторую часть.

1.2. Максимальная оценка расчетной части – 30 баллов.

1.3. Если задача полностью решена с получением правильных числовых ответов, то оценивается 10 баллами.

1.3. Если задача в основном решена, то есть: все основные расчетные зависимости, связанные с сутью задачи получены, но часть несущественных для данной задачи зависимостей не получена и правильного числового результата нет, то задача оценивается 6 баллами.

1.4. Если имеются расчетная схема, начальные (канонические) уравнения для решения задачи, но они не преобразованы для получения итоговых расчетных зависимостей и задача не имеет числового результата, то задача оценивается 3 баллами.

2. Проектная часть.

2.1. Проектная часть должна включать одно наилучшее конструкторско-технологическое предложение по решению поставленной задачи, если решения расчетной части применимы в данной второй части, то их нужно применить, если нет, то дать свои решения.

2.2 Максимальная оценка проектной части 70 баллов.

2.3. Оценивание проектной части строится на экспертной оценке члена жюри с учетом следующих положений.

2.3.1. Оценка проектной части производится по следующим пяти критериям:

– Полнота исследования проблемы: обзор и анализ ближайших прототипов. Максимальная оценка 10 баллов, т.е. максимум можно получить 10 баллов.

– Оригинальность идеи, положенной в основу предлагаемого решения. Максимум 20 баллов.

– Логика изложения: описание того, как получена идея; описание решений по ее воплощению; конструкторско-технологическая и, возможно, экономическая проработка. Максимум 20 баллов.

– Возможность практического осуществления предложенных решений. Максимум 10 баллов.

– Наличие, качество и достаточность схем и рисунков. Максимум 10 баллов.

Требования к оформлению проектов при решении задач олимпиады.

Решение оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4, в которой должны быть следующие обязательные элементы и разделы (выделено жирным шрифтом; если участник не может написать содержание раздела, то заголовок раздела нужно привести, но под заголовком указать: «Реализация раздела не представляется возможной»):

Титульный лист с идентификацией участника.

Решение трех задач. Каждая задача должна начинаться с заголовка «Задача № ____».

Решение проектной задачи должно включать следующие разделы.

Введение (указывается область задачи, ее актуальность и общие схемы известных решений).

1. Анализ текущего состояния дел в области поставленной задачи. Должны быть перечислены наиболее близкие известные решения, дан перечень их достоинств и недостатков.

2. Цели и задачи исследования. На основе проведенного анализа уточняется: с какой целью проводится выполнение проекта; далее перечисляются частные задачи, которые необходимо решить для достижения указанной цели.

3. Поиск и формулирование идеи, которая будет положена в основу решения поставленной в условии задачи. Показать путь, который необходимо было пройти, чтобы прийти к оригинальной идее. Рекомендуется использовать методику ТРИЗ.

4. Развитие идеи в конкретных конструкторско-технологических решениях. Дать проработку воплощения идеи в конкретных устройствах или процессах, дать необходимые расчетные схемы, эскизы, другие иллюстрации с их названиями.

5. Технические, экономические, экологические расчеты. Привести необходимые расчетные схемы и расчеты показывающие работоспособность конструкции или ее частей, реализуемость процессов. По возможности, показать, почему предлагаемое решение окажется экономически выгодным, при необходимости, дать экологическую оценку решения. Допускается использование расчетов, аналогичных приведенным выше в расчетной части задания.

Выводы.

Дать общую оценку полученного решения, достижения поставленной цели, новизну, практическую полезность решения. Учащиеся должны оформить записку проекта черной авторучкой (ярко для возможности последующего сканирования). Почерк должен быть разборчивым или текст следует написать чертежным шрифтом. Нумерация страниц внизу посередине обязательна.

МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА

«ЗВЕЗДА»

«ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА»

2015/16 уч.г.

8 КЛАСС

1. (10 баллов) Самолет, совершающий рейс Москва-Нью-Йорк, вылетает в 8.00 по московскому времени и прибывает в 13.00 по нью-йоркскому. Обратный рейс отправляется в 3.00 по нью-йоркскому и прибывает в 22.00 по московскому времени. Определите разницу времени между Москвой и Нью-Йорком.
2. (10 баллов) На тело действуют три силы F_1 , F_2 и F_3 . Если все силы направлены в одну сторону, равнодействующая сила равна $f_a=30$ Н. Если силы F_2 и F_3 направлены в одну сторону, а F_1 в противоположную, равнодействующая сила равна $f_b=12$ Н и направлена так же, как и силы F_2 и F_3 . Если в одну сторону направлены силы F_1 и F_2 , равнодействующая сила равна $f_c=4$ Н, и направлена так же, как и силы F_1 и F_2 . Найти силы F_1 , F_2 и F_3 .
3. (10 баллов) Имеются динамометр и два тела одинакового объема, но с различными массами. Шкала динамометра рассчитана на измерение максимальной силы 5 Н, но первая половина его шкалы стерта. Тяжелое тело изготовлено из стали с известной плотностью, и имеет массу 0,25 кг. Легкое тело изготовлено из неизвестного сплава. Как найти плотность сплава, используя только данные материалы и оборудование? Опишите последовательность измерений и расчетов.
4. (70 баллов) В работе атомной электрической станции (АЭС) существует серьезная проблема, связанная с неравномерной нагрузкой на электрические сети: дневное и ночное потребление электроэнергии может отличаться в 2-3 раза. При этом снижение выработки электроэнергии атомной станцией вредно сказывается на ее ключевом элементе – ядерном реакторе. Поэтому в ночное время реактор не «выводят из мощности», а используют методы, позволяющие запастись энергией, выработанную в ночное время для ее дальнейшего использования. Применяются также и другие способы утилизации «ночной» электроэнергии. Считая, что мощность АЭС равна 1000 МВт (1000 миллионов ватт), а ночью (условно с 21.00 вечером до 9.00 утром) потребляется 50 % энергии, посчитайте, какую энергию необходимо «запастись». Предложите несколько методов аккумуляирования «ночной» энергии. Оцените и сравните эффективность этих методов. Предложите способы постоянного использования ночной энергии.

Критерии оценки проектов школьников многопрофильной инженерной олимпиады

Задание включает две части: расчетную и проектную.

Общая максимальная сумма – 100 баллов.

1. Расчетная часть.

1.1. Расчетная часть включает три задачи, которые далее могут быть связаны со второй частью – проектной и, таким образом, войти в эту вторую часть.

1.2. Максимальная оценка расчетной части – 30 баллов.

1.3. Если задача полностью решена с получением правильных числовых ответов, то оценивается 10 баллами.

1.3. Если задача в основном решена, то есть: все основные расчетные зависимости, связанные с сутью задачи получены, но часть несущественных для данной задачи зависимостей не получена и правильного числового результата нет, то задача оценивается 6 баллами.

1.4. Если имеются расчетная схема, начальные (канонические) уравнения для решения задачи, но они не преобразованы для получения итоговых расчетных зависимостей и задача не имеет числового результата, то задача оценивается 3 баллами.

2. Проектная часть.

2.1. Проектная часть должна включать одно наилучшее конструкторско-технологическое предложение по решению поставленной задачи, если решения расчетной части применимы в данной второй части, то их нужно применить, если нет, то дать свои решения.

2.2 Максимальная оценка проектной части 70 баллов.

2.3. Оценивание проектной части строится на экспертной оценке члена жюри с учетом следующих положений.

2.3.1. Оценка проектной части производится по следующим пяти критериям:

– Полнота исследования проблемы: обзор и анализ ближайших прототипов. Максимальная оценка 10 баллов, т.е. максимум можно получить 10 баллов.

– Оригинальность идеи, положенной в основу предлагаемого решения. Максимум 20 баллов.

– Логика изложения: описание того, как получена идея; описание решений по ее воплощению; конструкторско-технологическая и, возможно, экономическая проработка. Максимум 20 баллов.

– Возможность практического осуществления предложенных решений. Максимум 10 баллов.

– Наличие, качество и достаточность схем и рисунков. Максимум 10 баллов.

Требования к оформлению проектов при решении задач олимпиады.

Решение оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4, в которой должны быть следующие обязательные элементы и разделы (выделено жирным шрифтом; если участник не может написать содержание раздела, то заголовок раздела нужно привести, но под заголовком указать: «Реализация раздела не представляется возможной»):

Титульный лист с идентификацией участника.

Решение трех задач. Каждая задача должна начинаться с заголовка «Задача № ____».

Решение проектной задачи должно включать следующие разделы.

Введение (указывается область задачи, ее актуальность и общие схемы известных решений).

1. Анализ текущего состояния дел в области поставленной задачи. Должны быть перечислены наиболее близкие известные решения, дан перечень их достоинств и недостатков.

2. Цели и задачи исследования. На основе проведенного анализа уточняется: с какой целью проводится выполнение проекта; далее перечисляются частные задачи, которые необходимо решить для достижения указанной цели.

3. Поиск и формулирование идеи, которая будет положена в основу решения поставленной в условии задачи. Показать путь, который необходимо было пройти, чтобы прийти к оригинальной идее. Рекомендуется использовать методику ТРИЗ.

4. Развитие идеи в конкретных конструкторско-технологических решениях. Дать проработку воплощения идеи в конкретных устройствах или процессах, дать необходимые расчетные схемы, эскизы, другие иллюстрации с их названиями.

5. Технические, экономические, экологические расчеты. Привести необходимые расчетные схемы и расчеты показывающие работоспособность конструкции или ее частей, реализуемость процессов. По возможности, показать, почему предлагаемое решение окажется экономически выгодным, при необходимости, дать экологическую оценку решения. Допускается использование расчетов, аналогичных приведенным выше в расчетной части задания.

Выводы.

Дать общую оценку полученного решения, достижения поставленной цели, новизну, практическую полезность решения. Учащиеся должны оформить записку проекта черной авторучкой (ярко для возможности последующего сканирования). Почерк должен быть разборчивым или текст следует написать чертежным шрифтом. Нумерация страниц внизу посередине обязательна.

МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА

«ЗВЕЗДА»

«ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА»

2015/16 уч.г.

7 КЛАСС

1. (10 баллов) Тело, площадь поверхности которого составляет $S=100 \text{ см}^2$ снаружи покрыли тонким слоем олова массой $m=1460 \text{ мг}$. Какова толщина слоя олова? Плотность олова $\rho=7300 \text{ кг/м}^3$. Ответ выразите в миллиметрах.
2. (10 баллов) Самолет, совершающий рейс Москва-Нью-Йорк, вылетает в 8.00 по московскому времени и прибывает в 13.00 по нью-йоркскому. Обратный рейс отправляется в 3.00 по нью-йоркскому и прибывает в 22.00 по московскому времени. Определите разницу времени между Москвой и Нью-Йорком.
3. (10 баллов) Имеется два одинаковых стакана – один с кофе, другой с молоком. Из стакана с молоком берут столовую ложку молока, переливают его в кофе, тщательно размешивают, а затем столовую ложку смеси переливают назад. В результате получают два стакана, один - с кофе и с небольшой примесью молока, второй - с молоком с небольшой примесью кофе. Кого в чем больше, кофе в стакане, в котором ранее было только молоко, или молока в том стакане, в котором был кофе?
4. (70 баллов) В работе атомной электрической станции (АЭС) существует серьезная проблема, связанная с неравномерной нагрузкой на электрические сети: дневное и ночное потребление электроэнергии может отличаться в 2-3 раза. При этом снижение выработки электроэнергии атомной станцией вредно сказывается на ее ключевом элементе – ядерном реакторе. Поэтому в ночное время реактор не «выводят из мощности», а используют методы, позволяющие запастись энергией, выработанную в ночное время для ее дальнейшего использования. Применяются также и другие способы утилизации «ночной» электроэнергии. Считая, что мощность АЭС равна 1000 МВт (1000 миллионов ватт), а ночью (условно с 21.00 вечером до 9.00 утром) потребляется 50 % энергии, посчитайте, какую энергию необходимо «запасать». Предложите несколько методов аккумуляирования «ночной» энергии. Оцените и сравните эффективность этих методов. Предложите способы постоянного использования ночной энергии.

Критерии оценки проектов школьников многопрофильной инженерной олимпиады

Задание включает две части: расчетную и проектную.

Общая максимальная сумма – 100 баллов.

1. Расчетная часть.

1.1. Расчетная часть включает три задачи, которые далее могут быть связаны со второй частью – проектной и, таким образом, войти в эту вторую часть.

1.2. Максимальная оценка расчетной части – 30 баллов.

1.3. Если задача полностью решена с получением правильных числовых ответов, то оценивается 10 баллами.

1.3. Если задача в основном решена, то есть: все основные расчетные зависимости, связанные с сутью задачи получены, но часть несущественных для данной задачи зависимостей не получена и правильного числового результата нет, то задача оценивается 6 баллами.

1.4. Если имеются расчетная схема, начальные (канонические) уравнения для решения задачи, но они не преобразованы для получения итоговых расчетных зависимостей и задача не имеет числового результата, то задача оценивается 3 баллами.

2. Проектная часть.

2.1. Проектная часть должна включать одно наилучшее конструкторско-технологическое предложение по решению поставленной задачи, если решения расчетной части применимы в данной второй части, то их нужно применить, если нет, то дать свои решения.

2.2 Максимальная оценка проектной части 70 баллов.

2.3. Оценивание проектной части строится на экспертной оценке члена жюри с учетом следующих положений.

2.3.1. Оценка проектной части производится по следующим пяти критериям:

– Полнота исследования проблемы: обзор и анализ ближайших прототипов. Максимальная оценка 10 баллов, т.е. максимум можно получить 10 баллов.

– Оригинальность идеи, положенной в основу предлагаемого решения. Максимум 20 баллов.

– Логика изложения: описание того, как получена идея; описание решений по ее воплощению; конструкторско-технологическая и, возможно, экономическая проработка. Максимум 20 баллов.

– Возможность практического осуществления предложенных решений. Максимум 10 баллов.

– Наличие, качество и достаточность схем и рисунков. Максимум 10 баллов.

Требования к оформлению проектов при решении задач олимпиады.

Решение оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4, в которой должны быть следующие обязательные элементы и разделы (выделено жирным шрифтом; если участник не может написать содержание раздела, то заголовок раздела нужно привести, но под заголовком указать: «Реализация раздела не представляется возможной»):

Титульный лист с идентификацией участника.

Решение трех задач. Каждая задача должна начинаться с заголовка «Задача № ____».

Решение проектной задачи должно включать следующие разделы.

Введение (указывается область задачи, ее актуальность и общие схемы известных решений).

1. Анализ текущего состояния дел в области поставленной задачи. Должны быть перечислены наиболее близкие известные решения, дан перечень их достоинств и недостатков.

2. Цели и задачи исследования. На основе проведенного анализа уточняется: с какой целью проводится выполнение проекта; далее перечисляются частные задачи, которые необходимо решить для достижения указанной цели.

3. Поиск и формулирование идеи, которая будет положена в основу решения поставленной в условии задачи. Показать путь, который необходимо было пройти, чтобы прийти к оригинальной идее. Рекомендуются использовать методику ТРИЗ.

4. Развитие идеи в конкретных конструкторско-технологических решениях. Дать проработку воплощения идеи в конкретных устройствах или процессах, дать необходимые расчетные схемы, эскизы, другие иллюстрации с их названиями.

5. Технические, экономические, экологические расчеты. Привести необходимые расчетные схемы и расчеты показывающие работоспособность конструкции или ее частей, реализуемость процессов. По возможности, показать, почему предлагаемое решение окажется экономически выгодным, при необходимости, дать экологическую оценку решения. Допускается использование расчетов, аналогичных приведенным выше в расчетной части задания.

Выводы.

Дать общую оценку полученного решения, достижения поставленной цели, новизну, практическую полезность решения. Учащиеся должны оформить записку проекта черной авторучкой (ярко для возможности последующего сканирования). Почерк должен быть разборчивым или текст следует написать чертежным шрифтом. Нумерация страниц внизу посередине обязательна.

МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА

«ЗВЕЗДА»

«ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА»

2015/16 уч.г.

11 КЛАСС

Решения

1. Поскольку на систему тел не действуют горизонтальные внешние силы, ее центр масс (который совпадает со средним шариком) должен двигаться вертикально вниз. Поэтому в момент падения на поверхность скорость среднего шарика направлена вниз, значит, вниз направлены и скорости остальных шариков. Поэтому в момент падения стержня на поверхность скорость шарика 3 равна нулю, а движение стержня в этот момент представляет вращение вокруг шарика 3. Поэтому скорость шарика 1 в два раза больше скорости шарика 2: $v_1 = 2v_2$. Далее, из закона сохранения энергии имеем

$$mgl + mg \frac{l}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2}$$

Отсюда и условия связи скоростей находим

$$v_1 = \sqrt{\frac{12gl}{5}}, \quad v_2 = \sqrt{\frac{3gl}{5}}, \quad v_3 = 0$$

2. Пусть масса соли в стакане m , масса воды - M . Тогда для первоначального содержания соли в стакане имеем

$$\rho = \frac{m}{(m+M)} \Rightarrow \frac{M}{m} = \frac{1-\rho}{\rho}$$

Новое процентное содержание соли после выпаривания можно найти так

$$2\rho = \frac{m/2}{(m/2 + M_1)}$$

где M_1 - масса воды, оставшаяся после выпаривания половины раствора. Отсюда

$$M_1 = \frac{m(1-2\rho)}{4\rho}$$

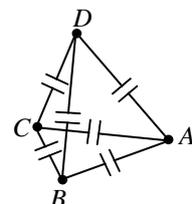
Поэтому новое количество воды равно

$$M_2 = \frac{m(1-2\rho)}{4\rho} + \frac{M}{2} = \frac{m(1-2\rho)}{4\rho} + \frac{m(1-\rho)}{2\rho} = \frac{m(3-4\rho)}{4\rho}$$

Теперь можно найти новое процентное содержание соли

$$\rho_1 = \frac{m}{(m+M_2)} = \frac{4\rho}{3} = 40\%.$$

3. Легко видеть, что данная на рисунке цепь эквивалентна цепи, в которой провода расположены вдоль ребер тетраэдра, и в каждое ребро включен один конденсатор. При подключении источника напряжения к двум вершинам (например, А и В) конденсаторы, находящиеся на ребрах, связывающих эти вершины, будут заряжаться. Это конденсаторы, включенные в ребра АВ, АС и СВ, AD и DB. А вот будет ли заряжаться конденсатор CD зависит от потенциалов точек D и C – если их потенциалы одинаковы, он заряжаться не будет. А чтобы их потенциалы были одинаковы, нужно чтобы участки А-D-B А-C-B были одинаковы. А это возможно, если конденсатор половинной



емкости включен либо между точками А и В, либо D и С. Таким образом, если подключить источник к клеммам С и D, или А и В, то один из конденсаторов схемы будет не заряжен. При всех остальных включениях все конденсаторы будут заряжены.

4. Причины аварии на ТМІ-2:

Ошибки эксплуатации:

Эксплуатация станции при закрытых клапанах автоматической подачи питательной воды

Отключение автоматической системы охлаждения автоматической защиты реактора

Напрасное отключение главных циркуляционных насосов (1-ый контур остался без циркуляции на протяжении 12 часов)

Отказ в работе оборудования:

Неправильные показания уровнемера

Отказ клапана компенсатора объема

Выход из строя одного из парогенераторов

Конструктивные недоработки:

Недостаточно надежная работа конденсаторно-питательного тракта АЭС

Нарушение теплоотвода в парогенераторе приводит к быстрому его осушению

МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА

«ЗВЕЗДА»

«ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА»

2015/16 уч.г.

10 КЛАСС

Решения

1. Условие равновесия груза на левом поршне имеет вид

$$\frac{mg}{S} = \rho g(\Delta h + \Delta x) \quad (1)$$

где m - масса груза, ρ - плотность жидкости, Δx - величина подъема уровня жидкости в правом колене. Поскольку уменьшение объема жидкости в левом колене равно увеличению объема жидкости в правом, Δh и Δx связаны соотношением

$$\Delta h S = \Delta x 4S \quad (2)$$

Из (1)-(2) находим

$$\Delta h = \frac{4m}{5\rho S} \quad (3)$$

Аналогично находим, на сколько опустился правый поршень (по сравнению с начальным уровнем), если на него положить тот же груз (убрав его с левого поршня)

$$\frac{mg}{4S} = \rho g(\Delta h_1 + \Delta x_1)$$

где Δh_1 - величина опускания уровня в правом колене, $\Delta x_1 = 4\Delta h_1$ - величина подъема уровня в левом. Отсюда

$$\Delta h_1 = \frac{m}{20\rho S} \quad (4)$$

Из (3)-(4) получаем для смещения правого поршня

$$\Delta h_1 = \frac{\Delta h}{16}$$

2. Пусть масса соли в стакане m , масса воды - M . Тогда для первоначального содержания соли в стакане имеем

$$\rho = \frac{m}{(m+M)} \quad \Rightarrow \quad \frac{M}{m} = \frac{1-\rho}{\rho}$$

Новое процентное содержание соли после выпаривания можно найти так

$$2\rho = \frac{m/2}{(m/2 + M_1)}$$

где M_1 - масса воды, оставшаяся после выпаривания половины раствора. Отсюда

$$M_1 = \frac{m(1-2\rho)}{4\rho}$$

Поэтому новое количество воды равно

$$M_2 = \frac{m(1-2\rho)}{4\rho} + \frac{M}{2} = \frac{m(1-2\rho)}{4\rho} + \frac{m(1-\rho)}{2\rho} = \frac{m(3-4\rho)}{4\rho}$$

Теперь можно найти новое процентное содержание соли

$$\rho_1 = \frac{m}{(m+M_2)} = \frac{4\rho}{3} = 40\% .$$

3. Рассмотрим условие равновесия поршней. Внешними силами по отношению к системе двух поршней, соединенных стержнем являются силы, действующие на них со стороны атмосферного воздуха, и воздуха между поршнями. Условие равновесия этой системы дает:

$$p_0(3S/2) + pS = p(3S/2) + p_0S \quad (1)$$

где S и $3S/2$ - площади сечений труб, p_0 и p - атмосферное давление и давление газа в трубах. Из формулы (1) имеем

$$(p_0 - p)(3S/2) = (p_0 - p)S \quad (2)$$

Из формулы (2) следует, что поршни в такой трубе (из соединенных труб разных поперечных сечений) находятся в равновесии только в том случае, когда давление газа в трубах равно атмосферному давлению. Это значит, что при охлаждении газа с ним происходит изобарический процесс с уменьшением объема. Для этого поршни должны перемещаться влево до стыка труб. При этом новый объем газа составит

$$\frac{Sl}{S(l/2) + (3S/2)(l/2)} = \frac{4}{5}$$

от старого (где l - длина стержня, связывающего поршни). Температура газа составит в этот момент $4T_0/5$. После этого поршни уже не могут перемещаться, поэтому при дальнейшем охлаждении объем газа не меняется, т.е. с ним происходит изохорический процесс с уменьшением давления. Для этого процесса имеем

$$\frac{p_0}{(4T_0/5)} = \frac{p_x}{(T_0/2)}$$

где p_x - искомое давление. Отсюда

$$p_x = \frac{5p_0}{8}$$

Таким образом, новое давление газа составит $5/8$ от старого, объем - $4/5$.

4. Причины аварии на ТМІ-2:

Ошибки эксплуатации:

Эксплуатация станции при закрытых клапанах автоматической подачи питательной воды

Отключение автоматической системы охлаждения автоматической защиты реактора

Напрасное отключение главных циркуляционных насосов (1-ый контур остался без циркуляции на протяжении 12 часов)

Отказ в работе оборудования:

Неправильные показания уровнемера

Отказ клапана компенсатора объема

Выход из строя одного из парогенераторов

Конструктивные недоработки:

Недостаточно надежная работа конденсаторно-питательного тракта АЭС

Нарушение теплоотвода в парогенераторе приводит к быстрому его осушению

МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА

«ЗВЕЗДА»

«ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА»

2015/16 уч.г.

9 КЛАСС

Решения

1. Необходимо измерить с помощью динамометра силу тяжести для двух тел. Шкала динамометра позволит это сделать, т.к. масса стального тела больше половины предела шкалы. Пусть масса второго тела m , стали $M = 0,25$ кг. Тогда показания динамометра P составят

$$P = (m + M)g = (\rho + \rho_0)gV$$

где ρ - плотность тела, ρ_0 - плотность стали. С другой стороны, объем тел можно найти, поскольку масса и плотность второго тела известны

$$V = \frac{M}{\rho_0}$$

Отсюда

$$\rho = \rho_0 \left(\frac{P}{Mg} - 1 \right).$$

2. Условие равновесия груза на левом поршне имеет вид

$$\frac{mg}{S} = \rho g(\Delta h + \Delta x) \quad (1)$$

где m - масса груза, ρ - плотность жидкости, Δx - величина подъема уровня жидкости в правом колене. Поскольку уменьшение объема жидкости в левом колене равно увеличению объема жидкости в правом, Δh и Δx связаны соотношением

$$\Delta h S = \Delta x 4S \quad (2)$$

Из (1)-(2) находим

$$\Delta h = \frac{4m}{5\rho S} \quad (3)$$

Аналогично находим, на сколько опустился правый поршень (по сравнению с начальным уровнем), если на него положить тот же груз (убрав его с левого поршня)

$$\frac{mg}{4S} = \rho g(\Delta h_1 + \Delta x_1)$$

где Δh_1 - величина опускания уровня в правом колене, $\Delta x_1 = 4\Delta h_1$ - величина подъема уровня в левом. Отсюда

$$\Delta h_1 = \frac{m}{20\rho S} \quad (4)$$

Из (3)-(4) получаем для смещения правого поршня

$$\Delta h_1 = \frac{\Delta h}{16}$$

3. Пусть масса соли в стакане m , масса воды - M . Тогда для первоначального содержания соли в стакане имеем

$$\rho = \frac{m}{(m + M)} \quad \Rightarrow \quad \frac{M}{m} = \frac{1 - \rho}{\rho}$$

Новое процентное содержание соли после выпаривания можно найти так

$$2\rho = \frac{m/2}{(m/2 + M_1)}$$

где M_1 - масса воды, оставшаяся после выпаривания половины раствора. Отсюда

$$M_1 = \frac{m(1-2\rho)}{4\rho}$$

Поэтому новое количество воды равно

$$M_2 = \frac{m(1-2\rho)}{4\rho} + \frac{M}{2} = \frac{m(1-2\rho)}{4\rho} + \frac{m(1-\rho)}{2\rho} = \frac{m(3-4\rho)}{4\rho}$$

Теперь можно найти новое процентное содержание соли

$$\rho_1 = \frac{m}{(m+M_2)} = \frac{4\rho}{3} = 40\%.$$

4. Включая теплоэлектронагревательный элемент 8 можно увеличить количество пара в компенсаторе, и, следовательно, увеличить давление. Механизм достаточно инерционен, поскольку требует времени для нагревания воды. Открывая один из клапанов 7 можно сбросить часть пара в барботер 6 и, следовательно, уменьшить давление в реакторе. Открывая второй клапан, можно забросить в компенсатор более холодную воду и, следовательно, сконденсировать пар и тоже быстро понизить давление. Последние два механизма позволяют экстренно вносить коррективы в работу реактора.

МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА

«ЗВЕЗДА»

«ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА»

2015/16 уч.г.

8 КЛАСС

Решения

1. Пусть когда в Москве время t , время в Нью-Йорке $t - T$ (оно отстает от московского). И пусть самолет летит время Δt . Тогда

$$8 + \Delta t = 13 + T$$

$$3 + \Delta t = 22 - T$$

Вычитая эти равенства друг из друга, получаем $T = 7$ час.

2. Используем очевидные соотношения

$$\begin{cases} f_a = F_1 + F_2 + F_3 \\ f_b = F_2 + F_3 - F_1 \\ f_c = F_1 + F_2 - F_3 \end{cases}$$

Решая систему уравнений, получим

$$F_1 = \frac{f_a - f_b}{2} = 9 \text{ Н}, F_2 = \frac{f_b + f_c}{2} = 8 \text{ Н}, F_3 = \frac{f_a - f_c}{2} = 13 \text{ Н}.$$

3. Необходимо измерить с помощью динамометра силу тяжести для двух тел. Шкала динамометра позволит это сделать, т.к. масса стального тела больше половины предела шкалы. Пусть масса второго тела m , стали $M = 0,25$ кг. Тогда показания динамометра P составят

$$P = (m + M)g = (\rho + \rho_0)gV$$

где ρ - плотность тела, ρ_0 - плотность стали. С другой стороны, объем тел можно найти, поскольку масса и плотность второго тела известны

$$V = \frac{M}{\rho_0}$$

Отсюда

$$\rho = \rho_0 \left(\frac{P}{Mg} - 1 \right).$$

4. АЭС вырабатывает за 12 часов следующую энергию

$$E = Pt = 10^9 \cdot 12 \cdot 60 \cdot 60 = 4,3 \cdot 10^{13} \text{ Дж}$$

По условию половину этой энергии необходимо запастись. Т.е. необходимо запастись $2,3 \cdot 10^{13}$ Дж. Эффективным способом запасаения этой энергии являются гидроаккумуляторы. За счет «ночной энергии» некоторая масса воды поднимается на определенную высоту, а потом спускается вниз, вращая турбины генератора и вырабатывая электрический ток. Оценим, какой объем воды и на какую высоту нужно поднять, чтобы запастись этой энергией. Пусть мы поднимаем воду на высоту 10 метров. Тогда ее энергия есть $E = mgh = \rho Vgh$. Т.е.

$$V = \frac{E}{\rho gh} = \frac{2,3 \cdot 10^{13}}{10^5} = 2,3 \cdot 10^8 \text{ м}^3.$$

Это объем небольшого озера – несколько километров в диаметре. В настоящее время такие гидроаккумулирующие станции существуют и, как правило используют, естественный рельеф местности и естественные водоемы. За счет «ночной энергии» вода насосами закачивается наверх,

днем спускается вниз и, с помощью тех же насосов, уже и с помощью тех же насосов (уже использующихся как генераторы) вырабатывает электрический ток.

Другой вариант – использование литиевых аккумуляторов большой емкости. Но такие аккумуляторы дороги и требуют замены каждые 5-6 лет. Можно сжимать воздух, а потом сжатый воздух будет вращать турбины генератора. Удобно делать там, где есть возможность опустить пневмоаккумуляторы под воду на глубину не менее 100 м.

Еще один способ использования «ночной» энергии – создание постоянного потребителя «ночной» энергии. Это может быть, например, комплекс теплиц для выращивания овощей. За счет ночной энергии теплицы обогреваются и освещаются, днем они не используют энергию АЭС.

МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА

«ЗВЕЗДА»

«ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА»

2015/16 уч.г.

7 КЛАСС

Решения

1. Толщину слоя олова найдем из очевидного соотношения

$$d = \frac{m}{\rho S}$$

Найдем далее, толщину в системе СИ.

$$d = \frac{m}{\rho S} = \frac{1,46 \cdot 10^{-3} (\text{кг})}{7300 (\text{кг} / \text{м}^3) \cdot 100 \cdot 10^{-4} (\text{м}^2)} = 2 \cdot 10^{-5} (\text{м}) = 0,02 (\text{мм})$$

2. Пусть когда в Москве время t , время в Нью-Йорке $t - T$ (оно отстает от московского). И пусть самолет летит время Δt . Тогда

$$8 + \Delta t = 13 + T$$

$$3 + \Delta t = 22 - T$$

Вычитая эти равенства друг из друга, получаем $T = 7$ час.

3. Очевидно, одинаково. В начале и в конце процесса объемы жидкостей были одинаковы.

Поэтому, если в стакане с молоком находится объем V молока, то оно взято из второго стакана и заменено точно таким же количеством кофе.

4. Реактор вырабатывает за 12 часов следующую энергию

$$E = Pt = 10^9 \cdot 12 \cdot 60 \cdot 60 = 4,3 \cdot 10^{13} \text{ Дж}$$

По условию половину этой энергии необходимо запастись. Т.е. необходимо запастись $2,3 \cdot 10^{13}$ Дж.

Эффективным способом запасаения этой энергии являются гидроаккумуляторы. За счет «ночной энергии» некоторая масса воды поднимается на определенную высоту, а потом спускается вниз, вращая турбины генератора и вырабатывая электрический ток. Оценим, какой объем воды и на какую высоту нужно поднять, чтобы запастись эту энергию. Пусть мы поднимаем воду на высоту 10 метров. Тогда ее энергия есть $E = mgh = \rho Vgh$. Т.е.

$$V = \frac{E}{\rho gh} = \frac{2,3 \cdot 10^{13}}{10^5} = 2,3 \cdot 10^8 \text{ м}^3.$$

Это объем небольшого озера – несколько километров в диаметре. В настоящее время такие гидроаккумулирующие станции существуют и, как правило используют, естественный рельеф местности и естественные водоемы. За счет «ночной энергии» вода насосами закачивается наверх, днем спускается вниз и, с помощью тех же насосов, уже и с помощью тех же насосов (уже использующихся как генераторы) вырабатывает электрический ток.

Другой вариант – использование литиевых аккумуляторов большой емкости. Но такие аккумуляторы дороги и требуют замены каждые 5-6 лет. Можно сжимать воздух, а потом сжатый воздух будет вращать турбины генератора. Удобно делать там, где есть возможность опустить пневмоаккумуляторы под воду на глубину не менее 100 м.

Еще один способ использующихся использования «ночной» энергии – создание постоянного потребителя «ночной» энергии. Это может быть, например, комплекс теплиц для выращивания овощей. За счет ночной энергии теплицы обогреваются и освещаются, днем они не используют энергию АЭС.