



# Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» Ядерная энергетика и технологии»

7-8 классы

Заключительный этап

2018-2019

Задания, ответы и критерии оценивания

**1. (25 баллов)** Атомные ядра некоторых элементов могут испытывать превращения (или распады), которые называются радиоактивными. Закон радиоактивного распада гласит, что за один и тот же интервал времени превращения испытывает одна и та же доля первоначального количества ядер, причем независимо от этого количества. Пусть имеется образец радиоактивного вещества, период полураспада которого (время, за которое распадается половина первоначального количества ядер данного вещества) равен 4 часа. Какая часть ядер распадется за 12 часов?

Решение:

За один период полураспада распадается половина первоначального количества ядер, остается половина ядер. За второй период полураспада распадается половина от этого количества, остается половина этого количества, т.е. четверть первоначального количества ядер. За третий период полураспада распадается половина от одной четверти, т.е.  $1/8$  первоначального количества, и т.д. Поэтому за три периода полураспада распадутся

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} = \frac{7}{8}$$

первоначального количества вещества.

*Критерии оценки:*

- 1. Если школьник понимает, что такое период полураспада, но никаких вычислений не сделал - 25 % от полной оценки.*
- 2. Если школьник понимает, что такое период полураспада, делал вычисления, но неправильные - 50 % от полной оценки.*
- 3. Если в принципе все делается правильно, но есть недочеты – 75 % от полной оценки.*
- 4. Если все верно – максимальная оценка.*

**2. (25 баллов)** Трущиеся части машин, например, ременной передачи, наэлектризовавшись, могут явиться причиной аварий и неполадок. Достаточно установить вблизи таких непрерывно заряжающихся электрическими зарядами материалов радиоактивный источник, чтобы этого не было. Объясните работу такой установки.

Решение:

В результате электризации, трущиеся части могут приобретать заряды разных знаков. Радиоактивное излучение также дает вылетающие частицы разных знаков. Соответственно, подобрав источник радиоактивного излучения противоположного знака, можно нейтрализовать эффект электризации трущихся частей.

**3. (50 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 запасть энергию, 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 «запасть». Предложите несколько методов аккумуляирования «ночной» энергии. Оцените и сравните эффективность этих методов. Предложите способы постоянного использования ночной энергии.

Решение:

Реактор вырабатывает за 12 часов следующую энергию

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

По условию половину этой энергии необходимо запасть. Т.е. необходимо запасть  $2,3 \cdot 10^{13}$  Дж. Эффективным способом запасть эту энергию 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 запасть эту энергию.

Пусть мы поднимаем воду на высоту 10 метров. Тогда ее энергия есть  $E = mgh = \rho Vgh$ .

Т.е.

$$V = \frac{E}{\rho gh} = \frac{2,1 \cdot 10^{13}}{10^5} = 2,1 \cdot 10^8 \text{ м}^3.$$

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.

## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПРОЕКТОВ ШКОЛЬНИКОВ

Задание включает две части: расчетно-качественную и проектную.  
Общая максимальная сумма – 100 баллов.

### 1. Расчетно-качественная часть.

- 1.1. Расчетно-качественная часть включает две задачи, которые далее могут быть связаны со второй частью – проектной и, таким образом, войти в эту вторую часть.
- 1.2. Максимальная оценка расчетно-качественной части – 50 баллов.
- 1.3. Если задача полностью решена с получением правильных ответов, то оценивается 25 баллами.
- 1.3. Если задача в основном решена, то есть: все основные зависимости, связанные с сутью задачи получены, но часть несущественных для данной задачи зависимостей не получена и правильного результата нет, то задача оценивается 20 баллами.
- 1.4. Если имеются расчетная схема, начальные (канонические) уравнения для решения задачи, рассуждения направленные на решение задачи, но они не преобразованы для получения итоговых зависимостей и задача не имеет окончательного результата, то задача оценивается 10 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 50 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 15 баллов.
    - Логика изложения: описание того, как получена идея; описание решений по ее воплощению; конструкторско-технологическая и, возможно, экономическая проработка. Максимум 15 баллов.
    - Возможность практического осуществления предложенных решений. 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 двух 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.