

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.

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

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.