Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра теоретических основ радиотехники

Паспорт экзамена

по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы», 5 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет состоит из 2 вопросов и задачи и формируется по следующему правилу:

- первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-26;
- второй вопрос из диапазона вопросов 27-52;
- третий вопрос – задача.

Таким образом, проверяется уровень сформированности компетенций и соотнесенных с ними индикаторов, закрепленных за дисциплиной.

На экзамене преподаватель вправе задавать студенту уточняющие и дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет РЭФ

Билет № _____
к экзамену по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы»

---

1. . Основные физические и энергетические характеристики. Ортогональные сигналы
2. Модулированные сигналы. Общие сведения. Классификация.
3. Задано аналитическое выражение ЧМК

$$u(t) = 5\cos[2\pi \times 10^5 t + 6\cos(2\pi \times 10^2 t) + \pi/3] .$$

Определите девиацию частоты, практическую ширину спектра, число и амплитуды гармонических составляющих в пределах этой ширины.

Утверждаю: зав. кафедрой ТОР _____ А.А. Спектор
(подпись)
(дата)

2. Уровни освоения компетенций и критерии оценки

Ответ на экзаменационный билет (тест) засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный комплексный анализ материала, выявляет проблемы, предлагает механизмы их решения, представляет количественные

характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи. Компетенции и соотнесенные с ними индикаторы, закрепленные за дисциплиной, сформированы в полном объеме. Оценка составляет *от* 40 *до* 33 *баллов.*

Ответ на экзаменационный билет (тест) засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, способен представить количественные и качественные характеристики процессов, не допускает существенных ошибок при решении задачи. Компетенции и соотнесенные с ними индикаторы, закрепленные за дисциплиной, содержат несущественные пробелы и сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 32 до 26 баллов.*

Ответ на экзаменационный билет (тест) засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные. Компетенции и соотнесенные с ними индикаторы, закрепленные за дисциплиной, содержат пробелы и сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от* 20 *до 25 баллов.*

Ответ на экзаменационный билет (тест) считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки. Компетенции и соотнесенные с ними индикаторы, закрепленные за дисциплиной, не сформированы. Оценка составляет *менее* 20 *баллов.*

3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет от 20 до 40 баллов включительно. Сумма менее 20 баллов признается неудовлетворительным результатом промежуточной аттестации по дисциплине.

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, установленными в НГТУ.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы»

1. Системы передачи информации (СПИ). Структурные схемы и классификация систем. Преобразования сигналов в СПИ.
2. Проблемы современной радиоэлектроники.
3. Радиотехнические сигналы (С). Модели сигналов. Функция включения. Дельта функция.
4. Основные физические и энергетические характеристики. Ортогональные сигналы.
5. Динамическое представление сигналов.
6. Представление С системами ортогональных функций. Обобщенный ряд Фурье.
7. Энергия и мощность сигнала. Равенство Парсеваля. Погрешность аппроксимации (синтеза).
8. Анализ и синтез С в базисе ортогональных функций. Аппаратурная реализация.
9. Представление С в базисе функций Уолша (ФУ). Общие определения, упорядочение (нумерация) и свойства ФУ.
10. Анализ и синтез С в базисе ФУ. Пример.
11. Применение ортогональных функций в многоканальной СПИ для разделения сигналов.
12. Представление периодических С в базисе гармонических функций. Ряд Фурье. Анализ и синтез периодических С. Пример.
13. Распределение мощности в спектре периодического С. Пример.
14. Спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов.

15. Представление С с помощью комплексных экспоненциальных функций. Ряд Фурье в комплексной форме. Пример.
16. Анализ и синтез непериодических сигналов. Пример.
17. Основные теоремы о свойствах спектров.
18,19. Примеры спектров измерительных С: единичной функции (включения), единичного (дельта-) импульса, гармонического колебания, прямоугольного импульса.
20. Представление сигналов с ограниченным спектром в виде ряда функций sinx/x. Теорема Котельникова, ее практическая значимость.
21. Дискретизация и восстановление С.
22. Связь спектров непрерывных и дискретных С.
23. Общие сведения о вейвлет-преобразовании сигналов.
24. Случайные процессы. Временное и вероятностное представления случайного процесса (СП).
25. Моментные функции СП.
26. Стационарные и эргодические СП.
27. Определение (измерение) основных характеристик СП.
28. Функциональные преобразования СП.
29. Спектральное представление СП. Спектральная плотность мощности (СПМ) и её свойства.

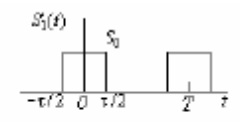
30. Корреляционное представление СП. Свойства АКФ и ВКФ. Связь со спектральной плотностью мощности.
31. Связь спектрально-корреляционных характеристик и параметров.
32. Корреляционное представление импульсных и периодических сигналов. Пример.
33. Связь АКФ с энергетическим спектром.
34. Модулированные сигналы. Общие сведения. Классификация.
35. Амплитудно-модулированные сигналы (АМС). Временное, спектральное и векторное представления тонального АМК. Мощность тонального АМК.
36. Спектральное представление сложных АМС. Пример.
37. Корреляционное представление и мощность АМС. Пример.
38. Сигналы угловой модуляции (УМС). Временное представление ЧМС и ФМС (на примерах тонального модулирующего С).
39. Спектральное и векторное представления УМС (при малом индексе модуляции).
40. Спектральное представление УМС при большом индексе модуляции. Практическая ширина спектра.
41. Узкополосные, комплексные С.
42. Задачи и общая характеристика методов исследования линейных цепей.
43. Свойства и характеристики линейных цепей (ЛЦ).
44. Дифференцирование сигналов и дифференцирующие цепи.
45. Прохождение прямоугольных импульсов через дифференцирующие цепи.
46. Интегрирование сигналов, интегрирующие цепи.
47. Прохождение прямоугольных импульсов через интегрирующие цепи.
48. Прохождение прямоугольных видеоимпульсов через избирательные цепи (резонансный контур)

49. Прохождение АМК через резонансные контуры. Линейные искажения.
50. Прохождение УМК через резонансные контуры. Линейные искажения .
51. Прохождение радиоимпульсов (с прямоугольной огибающей) через контуры. Линейные искажения.

Примеры экзаменационных задач

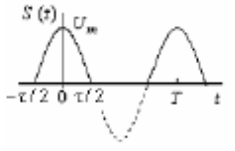
Для экзамена используются задачи из учебных пособий [2 и 3]. Задачи в пособии [2] все мной решены (ответы имеются в конце пособия). Далее несколько примеров задач.

1. Выведете выражение для расчета постоянной составляющей и амплитуды n-й гармоники последовательности однополярных импульсов $S_1(t)$ (см. рис.).



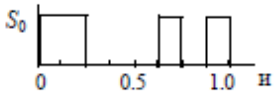
Для частного случая, когда скважность $q = T/\tau$ импульсов равна двум, запишите ряд Фурье в тригонометрической форме и изобразите сумму первых трех составляющих (с частотами Ω, 2Ω *и* 3Ω). Определите относительную среднеквадрати-ческую ошибку (μ) аппроксимации).

2. Найдите постоянную составляющую и амплитуду первой гармоники периодического сигнала $S(t)$, изображенного на рисунке



$$S(t) = U_m \cos\omega_0 t,\ -\tau/2 \le t \le \tau/2,\ \tau = T/2 = \pi/\omega_0.$$

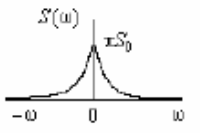
3. Определите спектр в базисе 8 функций Уолша и постройте спектральную диаграмму сигнала $S(\theta)$:



$$\begin{cases} S_0,\ 0 \le и \le 1/4,\ 5/8 \le и \le 6/8 \\ \quad 7/8 \le и \le 1/0, \\ 0,\ \text{вне этих интервалов} \end{cases}$$

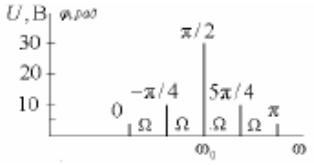
4. Найдите и изобразите временную диаграмму $S(t)$, если спектральная плотность $S(\omega)$ сигнала $S(t)$ имеет вид:

$$S(\omega) = \pi S_o e^{-\beta|\omega|}$$



5. Спектральная диаграмма амплитудно-модулированного сигнала приведена на рисунке ($\omega_0 = 10^6$ рад/с, $\Omega = 10^3$ рад/с). На ее основании определите парциальные коэффициенты модуляции, запишите аналитическое выражение сигнала, вычислите среднюю мощность, выделяемую на резисторе $R = 1$ Ом.

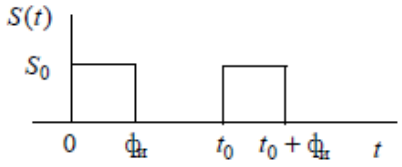
Определите, какую долю мощности немодулированного несущего колебания составляет мощность боковых колебаний.



6. Задано аналитическое выражение ЧМК $u(t) = 5\cos[2\pi \cdot 10^5 t + 6\cos(2\pi \cdot 10^2 t) + \pi/3]$.

Определите девиацию частоты, практическую ширину спектра, число и амплитуды гармонических составляющих в пределах этой ширины.

7. Найдите и изобразите автокорреляционную функцию (АКФ): а) одиночного прямоугольного импульса $S(t) = S_o$ при $0 < t < \tau_u$; б) пары прямоугольных импульсов (см. рис.); в) периодической последовательности импульсов с периодом повторения T.



8. Задан одномерный интегральный закон распределения вероятностей случайного процесса $X(t)$

$$F(x) = \begin{cases} ax^2, 0 < x < 1, \\ 1, x > 1. \end{cases}$$

Найдите значение параметра a, плотность вероятности $w(x)$, а затем вероятность того, что случайная переменная X будет лежать в интервале от x_1 до x_2, причём: а) $x_1 = 0$, $x_2 = 0.5$; б) $x_1 = 0.5$, $x_2 = 1$; в) $x_1 = 0.4$, $x_2 = 0.8$.

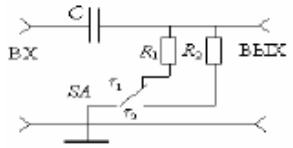
9. Найдите математическое ожидание, дисперсию и корреляционную функцию процесса

$$Z(t) = X(t)S(t),$$

где $X(t)$ – эргодический случайный процесс с известными математическим ожиданием m_x и дисперсией D_x и корреляционной функцией $K_x(\tau)$, а $S(t)$ – детерминированная функция. Классифицируйте процесс $Z(t)$ по признакам стационарности и эргодичности.

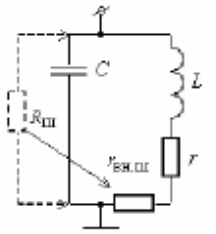
10. Определите и изобразите графически спектральную плотность мощности (СПМ) $G_x(\omega)$ случайного процесса $X(t)$ по его корреляционной функции $K_x(\tau) = D\exp(-a|\tau|)$. Рассчитайте эффективную ширину спектра $\Delta\omega_э$ и интервал корреляции τ_k.

11. RC-цепь изображена на рисунке. Параметры элементов цепи: $R1 = 5.1$ кОм, $R2 = 100$ кОм, $C = 750$ пФ. Найдите и изобразите переходную характеристику $h(t)$ цепи. Рассчитайте время установления ($t_{уст}$) переходной характеристики и граничную частоту ($f_{гр}$) полосы пропускания. Изобразите



напряжение на выходе цепи (для $\tau_1 = R_1C$ и $\tau_2 = R_2C$) при подаче на её вход меандра с амплитудой $A = 1$ В и периодом повторения $T = 100$ мкс. При каком τ ($\tau_1 = R_1C$ или $\tau_2 = R_2C$) выполняется условие дифференцирования заданного сигнала?

12. Простой параллельный колебательный контур (см. рис.) часто применяется в радиотехнике в качестве нагрузки электронного прибора. Параметры контура: емкость C = 510 пФ, индуктивность L = 9 мГн, добротность контура Q = 25.



Рассчитайте резонансную частоту (f_p), полосу пропускания $(2\Delta f_{0,7})$, характеристическое (ρ) и резонансное сопротивление (Z_p) контура, а также время установления $(t_{уст})$ переходной характеристики контура.

Рассчитайте амплитуду выходного напряжения и изобразите его форму, если через контур пропускается радиоимпульс тока с амплитудой 0.1 *мА*, длительностью 1 *мс* и несущей частотой $(f_o = f_p)$. Как изменится форма выходного напряжения, если к контуру подключить шунт, сопротивление которого $R_ш = Z_p$?

13. Линейный усилитель с резонансной нагрузкой в виде параллельного контура $(Q >> 1)$ имеет АЧХ

$$K(\omega) \approx \frac{K_0}{\sqrt{1 + \left(2Q\frac{\omega - \omega_0}{\omega_0}\right)^2}}.$$

Найдите СПМ, АКФ, дисперсию выходного процесса, если на входе действует белый шум с СПМ $N_0/2$.

14. На линейную цепь с передаточной характеристикой $K(j\omega) = K_0/(1 + j\omega\tau_ф)$ действует стационарный случайный процесс с корреляционной функцией вида $K_{вх}(\tau) = D_{вх}\exp(-\alpha|\tau|)$. Здесь $D_{вх} = \sigma^2_{вх}$ - дисперсия входного случайного процесса, α – постоянная, характеризующая скорость убывания корреляционной функции, τ – временной сдвиг, $\tau_ф$ – постоянная времени линейной цепи (фильтра), при этом $\alpha_ф = 1/\tau_ф$, K_o – наибольшее значение коэффициента передачи линейной цепи.

Найдите СПМ, АКФ, дисперсию выходного процесса, а также шумовую полосу $\Delta f_ш$ цепи и интервал корреляции $\tau_к$ выходного процесса.