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

Паспорт
расчетно-графического задания

по дисциплине «Статистическая теория радиотехнических систем», 7 семестр

1. Методика оценки

Выполнение расчетно-графического задания (РГЗ) является формой текущей аттестации (контроля) по дисциплине, предусмотренной учебным планом.

Цель и задачи РГЗ: получить умение проводить оценочные расчеты характеристик деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.

РГЗ выполняется индивидуально студентом по одному из вариантов, приведенных в п. 4 настоящего Паспорта.

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны решить две задачи по обнаружению и различению радиотехнических сигналов согласно своему варианту.

2. Критерии оценки

- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ задачи выполнен в полном объеме, решение обосновано и выполнено без ошибок, присутствуют ссылки на литературу, оценка составляет 25-30 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если выполнен анализ задачи, выбраны методы решения, но решение приведено с несущественной ошибкой, оценка составляет 20-24 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если задачи решены формально: не выполнен анализ задания, отсутствует описание выбранного метода решения или метод решения не соответствует поставленной задаче, оценка составляет 15-19 баллов.
- Работа считается **не выполненной,** если решены не все задачи, отсутствует описание решения или выбранный метод решения не соответствует поставленной задаче, оценка составляет 0-14 баллов.

3. Шкала оценки

РГЗ как форма текущего контроля по дисциплине считается успешно выполненной, если сумма полученных баллов составляет от 15 до 30 баллов включительно.

В общей оценке по дисциплине баллы за выполнение РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы и таблицей соответствия баллов, традиционной оценки и буквенной оценки ECTS, установленными в НГТУ.

4. Примерный перечень тем РГЗ

Задание по РГЗ основано на использовании задачника «Радиотехнические системы : сборник задач для индивидуальных занятий студентов / А.Н. Молчанов, А.М. Райфельд, А.А. Спектор, И.С. Тырышкин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. – 76 с.». Студент получает индивидуальный комплект из 2-х задач. Образец задания приводится ниже.

РГЗ

Вариант 1

1) Амплитуда сигнала с полностью известными параметрами увеличилась в $\sqrt{2}$ раз, а СПМ помехи N_0 - в 2 раза. Какие параметры приемника обнаружения Котельникова следует изменить? Как изменится полная вероятность ошибки $P_{ош}$ в новых условиях?

2) Используемые в СПИ дискретные сигналы описываются функциями $s_0(i)=0,\ s_1(i)=3,\ s_2(i)=6,\ i=\overline{1,4}$. Сигнал на входе различителя, $y(i)=s_k(i)+n(i)$, где k – неизвестный при приеме номер сигнала, а $n(i)$ - помеха с независимыми значениями и нормальным распределением, имеющая нулевое математическое ожидание и единичную дисперсию. Поступивший дискретный сигнал представлен следующей таблицей:

i	1	2	3	4
y(i)	2	4	5	1

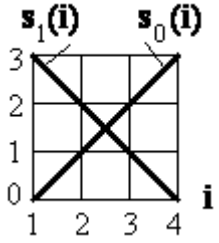
Какое решение будет вынесено байесовским различителем, если априорные вероятности $p_0=1/2,\ p_1=1/8$, а стоимости всех ошибок одинаковы?

РГЗ

Вариант 2

1) Изобразить схему оптимального приемника обнаружения сигнала, комплексная запись которого имеет вид $\dot{s}(t)=S_0\exp\{j(\omega_0 t+bt^2-\beta)\},\ 0<t<\tau_и$, если начальная фаза β - случайная величина с равномерным распределением на интервале $(-\pi,\pi)$. Запишите выражение комплексной огибающей этого сигнала, определите его девиацию.

2) Различитель, предназначенный для приема дискретных сигналов $s_0(i)$ и $s_1(i)$, изображенных на рисунке в виде огибающих, работает по критерию Байеса. Стоимости ошибок $\Pi_{01}=1,\ \Pi_{10}=2$, априорные вероятности $p_0=2/3,\ p_1=1/3$. Аддитивная некоррелированная гауссовская помеха имеет нулевое среднее значение и единичную дисперсию. Поступивший на вход различителя сигнал представлен таблицей. Какое решение вынесет различитель? Каким будет решение, если $\Pi_{01}=1,\Pi_{10}=100$? Объясните результаты.



i	1	2	3	4
y(i)	2	0	2	2

РГЗ

Вариант 3

1) За счет снижения коэффициента шума приемника СПМ шума уменьшилась в 2 раза. Как изменится вероятность ложной тревоги и каким образом можно восстановить ее прежнее значение? Изменится ли вероятность правильного обнаружения, если параметры сигнала остаются неизменными?

2) При различении дискретных сигналов $s_0(i)=i$ и $s_1(i)=3-i,\ i=\overline{0,3}$ поступившие данные $y(i)=s_k(i)+n(i)$ заданы в виде таблицы. Помеха n(i)- гауссовский некоррелированный шум с нулевым средним значением и единичной дисперсией. Стоимости ошибок $\Pi_{01}=\Pi_{10}$.

i	0	1	2	3
y(i)	2	0	2	2.5

Найти зависимость принятого решения от априорной вероятности p_0 сигнала $s_0(i)$ при изменении последней от 0 до 1. Решить задачу также при $\Pi_{01}=2\,\Pi_{10}$. Сделать качественный анализ результатов.

РГЗ

Вариант 4

1) Длительность обнаруживаемого радиосигнала увеличили в 2 раза. Какие параметры приемника Неймана-Пирсона следует изменить для сохранения оптимальности обнаружения сигнала? Изменятся ли в результате вероятности правильного обнаружения $p_{по}$ и ложной тревоги $p_{лт}$?

2) Определите, являются ли сигналы $s_1(t) = \cos(2\pi f_1 t + \varphi_1)$ и $s_2(t) = \cos(2\pi f_2 t + \varphi_2)$, $f_2 = 1/T_2$ ортогональными на интервале $-1{,}5\,T_2 < t < 1{,}5\,T_2$ в следующих случаях: а) $f_1 = f_2$ и $\varphi_1 = \varphi_2$; б) $f_1 = f_2/3$ и $\varphi_1 = \varphi_2$; в) $f_1 = f_2$ и $\varphi_1 = \varphi_2 + \pi/2$.

РГЗ

Вариант 5

1) Коэффициент усиления приемного устройства увеличили в 3 раза. Какие изменения должны быть внесены в схему оптимального обнаружителя, основанного на критерии Котельникова? Что произойдет с полной вероятностью ошибки $P_{ош}$?

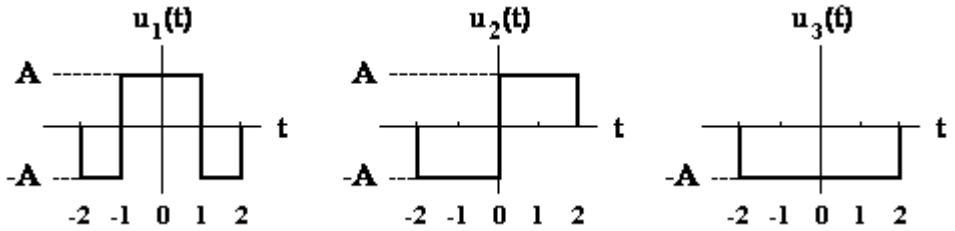
2) Определите, являются ли сигналы $s_1(t) = \cos(2\pi f_1 t + \varphi_1)$ и $s_2(t) = \cos(2\pi f_2 t + \varphi_2)$, $f_2 = 1/T_2$ ортогональными на интервале $-1{,}5\,T_2 < t < 1{,}5\,T_2$ в следующих случаях: а) $f_1 = \pi f_2$ и $\varphi_1 = \varphi_2$; б) $f_1 = f_2$ и $\varphi_1 = \varphi_2 + \pi/2$; в) $f_1 = f_2$ и $\varphi_1 = \varphi_2 + \pi$.

РГЗ

Вариант 6

1) Коэффициент усиления приемного устройства увеличили в 3 раза. Какие изменения должны быть внесены в схему оптимального обнаружителя, основанного на критерии Неймана-Пирсона? Что произойдет с вероятностями правильного обнаружения $p_{по}$ и ложной тревоги $p_{лт}$?

2) Покажите, что три функции, приведенные на рисунке, попарно ортогональны на интервале (-2, 2).



Определите значение константы **A**, преобразующей данный набор в набор ортонормированных функций. Выразите сигнал x(t):

$$x(t) = \begin{cases} 1, & \text{для } 0 \le t \le 2 \\ 0, & \text{для остальных } t \end{cases}.$$

через полученные ортонормированные функции.

РГЗ

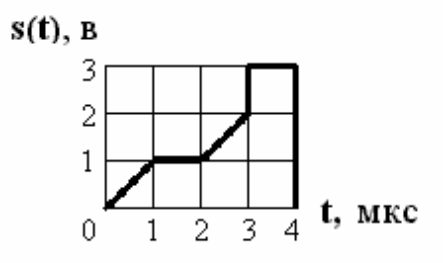
Вариант 7

1) Увеличение чувствительности приемного устройства привело к снижению СПМ шума N_0 в 2 раза. Какие необходимо внести изменения в схему оптимального обнаружителя, работающего по байесовскому критерию минимума среднего риска?

2) Даны следующие функции: $\psi_1(t) = \exp(-|t|)$ и $\psi_2(t) = 1 - A\exp(-2|t|)$. Определите константу A, при которой эти функции ортогональны на интервале $(-\infty,\ \infty)$.

РГЗ

Вариант 8



1) Полезный сигнал изображен на рисунке. Приведите схему оптимального приемника обнаружения Котельникова и укажите ее основные параметры.

2) Биполярный двоичный сигнал $s_i(t)$ - это импульс +1В или -1В на интервале (0, Т). К сигналу добавляется аддитивный белый гауссов шум с двухсторонней СПМ 10^{-3} Вт/Гц. Определите максимальную скорость передачи битов, которую можно поддерживать при вероятности появления ошибочного бита $P_{ош} \le 10^{-3}$.

РГЗ

Вариант 9

1) Амплитуда сигнала с полностью известными параметрами увеличилась в 2 раза. Какие изменения необходимо внести в приемник обнаружения, работающий по критерию Котельникова, если $p_0 = p_1 = 0.5$?

2) Двоичные данные передаются при помощи биполярных импульсов, амплитудные значения которых на выходе согласованного фильтра равны +1В или -1В. Дисперсия гауссовского шума на его выходе $0{,}1\text{В}^2$. Определите оптимальный порог различения, (дающий минимальную вероятность ошибки) при следующих априорных вероятностях: **а)** $p_1 = 0{,}5$; **б)** $p_1 = 0{,}7$; **в)** $p_1 = 0{,}2$. Объясните влияние априорных вероятностей на величину порога.

РГЗ

Вариант 10

1) Определить графически относительный порог в когерентном приемнике обнаружения (демодуляторе) бинарных сигналов (информационных битов), работающем по критерию минимума средней вероятности ошибок для двух случаев: **а)** $p_0 = p_1 = 0.5$; **б)** $p_0 = 0.3;\quad p_1 = 0.7$, при ОСШ $q^2 = 25$. Пояснить влияние априорных вероятностей на величину порога.

2) В приемнике различения, осуществляющем прием двоичных данных, решение принимается сравнением с порогом данных $z = a_i + n_0$. Здесь сигнал принимает значения $a_1 = 1\text{В}$, $a_2 = -1\text{В}$, а шум n_0 имеет равномерное распределение. Плотности условного распределения даются выражениями:

$$p(z|a_1) = \begin{cases} 0.5 & \text{для } -0{,}2 \le z \le 1.8 \\ 0 & \text{для других } z \end{cases} \qquad p(z|a_2) = \begin{cases} 0.5 & \text{для } -1.8 \le z \le 0.2 \\ 0 & \text{для других } z \end{cases}$$

Определите вероятность появления ошибки для равновероятной передачи символов и использования оптимального порога принятия решения, минимизирующего среднюю вероятность ошибок.