**Разработка системы связи для передачи непрерывных сообщений дискретными сигналами"**

**Задание** - разработать обобщенную структурную схему системы связи для передачи непрерывных сообщений дискретными сигналами, разработать структурную схему приемника и структурную схему оптимального фильтра, рассчитать основные характеристики разработанной системы связи и сделать обобщающие выводы по результатам расчетов.

**1.1 Исходные данные**

Курсовая работа выполняется для следующих исходных данных:

1. Номер варианта *N* = .
2. Вид сигнала в канале связи (ДАМ, ДЧМ, ДФМ, ДОФМ).
3. Скорость передачи сигналов *V* = , Бод.
4. Амплитуда канальных сигналов *А* = .
5. Дисперсия шума  *2* = .
6. Априорная вероятность передачи символов "1" *p*(1) = .
7. Способ приема сигнала (КГ, НКГ).
8. Полоса пропускания реального приемника, определяемая шириной спектра сигналов двоичных ДАМ, ДЧМ, ДФМ, ДОФМ, вычисляется по формулам  
     
   * f* прДАМ =  *f* прДФМ =  *f*прДОФМ = 2/*T*,  *f*прДЧМ= 2,5/*T*,  
     
   где *T* = 1/*V* - длительность элемента сигнала, определяемая скоростью передачи (модуляции) сигналов *V*.
9. Значение отсчета принятой смеси сигнала и помехи на входе решающей схемы приёмника при однократном отсчете *Z*(*t*0) = .
10. Значения отсчетов принятой смеси сигнала и помехи при приеме по совокупности трех независимых (некоррелированных) отсчетов *Z*(*t*1) = ,  
    *Z*(*t*2) = , *Z*(*t*3) = .
11. Максимальная амплитуда аналогового сигнала на входе АЦП   
    *b*max = .
12. Пик-фактор входного сигнала П = .
13. Число разрядов двоичного кода (при передаче сигналов методом ИКМ) *n* = .
14. Вид дискретной последовательности сложного сигнала.

Расчет численных значений этих параметров приводится в приложении  
в конце работы.

**.3 Порядок выполнения курсовой работы.**

1.3.1 Нарисуйте обобщенную структурную схему системы связи для передачи непрерывных сообщений дискретными сигналами, приведите подробное описание назначения входящих в нее блоков.

Преобразования сообщения и сигналов в системе связи проиллюстрируйте качественным приведением временных и спектральных диаграмм на выходе каждого блока системы связи с соблюдением единого масштаба по оси абсцисс. Опишите временные и спектральные диаграммы. Вид модуляции и способ приема, используемые в системе связи, заданы в табл.1 и определяются в соответствии с вариантом задания. Номер варианта задания численно равен двум последним цифрам Вашего пароля.

1.3.2 В соответствии с исходными данными задания приведите выражение временной функции используемого сигнала и его векторную диаграмму. Изобразите структурную схему Вашего приемника и опишите ее работу (предполагается, что приемник не является оптимальным).

1.3.3 Сообщения передаются последовательностью двоичных символов "1" и "0", которые появляются с априорными вероятностями соответственно *p*(1) и *р*(0). Этим символам соответствуют канальные сигналы *S*1(*t*) и *S*2(*t*), которые точно известны в месте приема.

В канале связи на передаваемые сигналы воздействует гауссовский стационарный шум с дисперсией  2. Приемник, оптимальный по критерию идеального наблюдателя (минимума средней вероятности ошибки), принимает решение по одному отсчету смеси сигнала и помехи

*Z*(*t0*) *= Si* (*t0* )*+ * (*t0*)

на интервале элемента сигнала длительности *Т*. Рассчитайте и изобразите графически кривые плотностей распределения *W*( ) и условных вероятностей *W*(z/0) и *W*(z/1) Покажите на графике значения *A,  , z*(*t*0). Определите, какой символ ("1" или "0") будет зарегистрирован приемником для исходных данных Вашего варианта с использованием отношения правдоподобия. Предварительно поясните, что такое отношение правдоподобия, приведите общее выражение для его вычисления применительно к Вашему варианту задания и сделайте необходимые расчеты. Приведите выражение и поясните смысл критерия идеального наблюдателя.

1.3.4 Рассчитаем вероятность неправильного приема двоичного символа (среднюю вероятность ошибки) в рассматриваемом приемнике для заданного вида сигнала и способа приема, а также зависимость *p*(*h*)(построить график для 4-5 значений *h* ) с учетом реальной полосы пропускания приемника (на этом графике показать точку, соответствующую рассчитанной величине *h* и вычисленной вероятности ошибки).

1.3.5 В предположении оптимального приема (фильтрации) сигналов определим:

а) максимально возможное отношение сигнал/шум *h*20*;*

б) выигрыш в отношении сигнал/шум оптимального приемника по сравнению с рассчитываемым.

1.3.6 Для определения потенциальной помехоустойчивости приема символов определим среднюю вероятность ошибки при оптимальном приеме для заданного вида сигнала. Дайте определение потенциальной помехоустойчивости и опишите условия, при которых она достигается.

1.3.7 Определим, какой символ будет зарегистрирован на приеме при условии, что решение о переданном символе принимается по совокупности трех некоррелированных (независимых) отсчетов *Z*1 *= Z*(*t*1), *Z*2*=Z*(*t*2),  
*Z*3 *= Z*(*t*3) на длительности элемента сигнала *Т* (метод многократных отсчетов или метод дискретного синхронного накопления). Предварительно выведите общее выражение для вычисления отношения правдоподобия применительно к Вашему варианту задания и сделайте необходимые расчеты.

1.3.8 Найдем ожидаемую среднюю вероятность ошибки в приемнике, использующего метод синхронного накопления. Пояснить физически, за счет чего, во сколько раз и какой ценой достигается повышение помехоустойчивости приема дискретных сообщений при методе синхронного накопления (увеличение отношения сигнал/шум и уменьшение вероятности ошибки).

1.3.9 Опишите сущность, достоинства и недостатки ИКМ с приведением необходимых графических иллюстраций, поясняющих полный процесс преобразования непрерывного сообщения в сигнал ИКМ. Рассчитайте мощность шума квантования и отношение сигнал/шум квантования *h2*кв для случая поступления на вход приёмника сигнала с максимальной амплитудой. Поясните соображения выбора значения шага квантования (в том числе и с учётом уровня шума).

1.3.10 Считаем, что символы "1" и "0" передаются сложными сигналами *S*1(*t*) и *S*2(*t*) (с большой базой), которые представляют собой последовательности прямоугольных импульсов положительной и отрицательной полярности длительности *Т*. Прием этих сигналов осуществляется с помощью согласованного фильтра. Поясните сущность, преимущества и недостатки использования сигналов с большой базой.

Изобразите форму заданных сигналов при передаче по каналу связи символов "1" и ''0'' в предположении, что и *S*2(*t*) = -*S*1(*t*), при этом длительность каждого из сигналов равна *nT*, где *n* - число элементов сложного сигнала.

1.3.11 Поясните, что такое импульсная характеристика, приведите для неё выражение в случае согласованного фильтра и график для заданного сигнала.

1.3.12 Приведите схему согласованного фильтра для заданного сигнала и опишите, как формируется (поэлементно) сигнал на его выходе.

1.3.13 Пояснить, что представляет собой сигнал на выходе согласованного фильтра при поступлении на его вход сигнала, с которым он согласован, и последовательности произвольного вида. Рассчитайте форму полезного сигнала на выходе фильтра при передаче символа "1", а также форму помехи, в предположении, что на вход фильтра (в паузе) поступает непрерывная последовательность знакопеременных символов ...101010... (характерная, например, для случая действия в линии связи на сигнал флуктуационной помехи). Изобразите форму этих сигналов.

1.3.14 Изобразите на одном чертеже выходные сигналы согласованного фильтра при поступлении на его вход сигналов, соответствующих передаваемым символам "1" и "0", покажите пороговые уровни решающей схемы для случаев синхронного и асинхронного способов принятия решения. Обосновать выбор и вычислить значения пороговых напряжений решающей схемы.

Приведите и опишите структурные схемы, поясняющие прием сообщений синхронным и асинхронным способами принятия решения в решающей схеме по выходному сигналу согласованного фильтра. Обосновать, какой из способов более целесообразен с точки зрения помехоустойчивости.

1.3.15 Определим энергетический выигрыш при приеме сигналов с использованием согласованного фильтра (пояснить, за счет чего и какой ценой достигается этот выигрыш).

1.3.16 При определении вероятности ошибки считаем, что сигналы, соответствующие символам "1" и "0", являются взаимнопротивоположными и решение о переданном символе принимается с использованием пороговой решающей схемы синхронным способом (отсчеты берутся в конце каждого сигнала длительностью *kT*, где *T* - длительность одного элемента сложного сигнала). При этом считаем, что длительность сигнала возросла в *k* раз по сравнению со случаями использования простых сигналов, где *k* - количество элементарных посылок в сложном сигнале.

1.3.17 При проведении сравнительного анализа необходимо привести таблицу с рассчитанными значениями вероятностей ошибки для различных способов приема сигналов и дать необходимые пояснения полученным результатам (сделать выводы по работе).

1.3.18 Расчет исходных данных к курсовой работе (Приложение).

Исходные данные для расчета зависят от номера варианта задания, который численно равен двум последним цифрам Вашего пароля.

Таблица 1

Вид сигнала и способ приема

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Последняя цифра номера варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Вид сигнала | ДАМ | ДАМ | ДЧМ | ДФМ | ДАМ | ДЧМ | ОФМ | ДЧМ | ОФМ | ОФМ |
| Способ  приема | КГ | НКГ | КГ | КГ | НКГ | КГ | КГ | КГ | КГ | НКГ |
| *n* | 8 | 9 | 10 | 10 | 10 | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 |

**КГ - когерентный прием, НКГ - некогерентный прием**

Амплитуда *А* канальных сигналов *S*1(*t*) и *S*2(*t*) определяется студентами из соотношения (1)

  (1)

где *N* - номер варианта задания ;

*К* = 1 для студентов, обучающихся по профилю *Сети связи и системы коммутации*,  
*К* = 1,2 для студентов, обучающихся по профилю *Многоканальные телекоммуникационные системы*,  
*К* = 1,5 для студентов, обучающихся по профилю *Системы радиосвязи и радиодоступа*, *Системы мобильной связи* и *Радиосвязь, радиовещание и телевидение*;