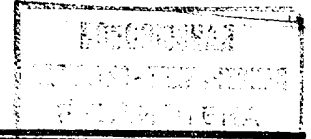




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



1

(21) 4446492/24-09  
(22) 11.05.88  
(46) 15.08.90. Бюл. № 30  
(72) А. Г. Саликов, М. С. Сергеев  
и В. И. Злобин  
(53) 621.396.6(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 1059674, кл. Н 04 В 7/00, 1984.  
Авторское свидетельство СССР  
№ 562928, кл. Н 04 В 7/00, 1978.  
(54) МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ АДАПТИВНАЯ  
СИСТЕМА РАДИОСВЯЗИ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДИСКРЕТНОЙ  
ИНФОРМАЦИИ  
(57) Изобретение относится к технике  
радиосвязи и может быть использовано  
в системах радиосвязи КВ и УКВ-диапа-  
зонов. Цель изобретения - повышение  
достоверности приема информации. Си-  
стема содержит на передающей стороне  
приемник обратного канала, декодер,  
дешифратор, команд, блок управления  
кодированием, блок управления скоро-  
стью передачи, блок выбора вида моду-  
ляции, блок выбора частоты, блок уп-  
равления мощностью передачи, блок ко-  
дирования, буферный накопитель, блок  
модуляции, возбуждатель и усилитель  
мощности, на приемной стороне - блок

2

преобразования частоты, блок демоду-  
ляции, блок исключения избыточности,  
блок выбора частоты, измеритель уров-  
ня сигнала, нелинейный элемент, поло-  
совой фильтр, выпрямитель, блок оцен-  
ки качества приема, блок аналого-циф-  
рового преобразования, блок формиро-  
вания эталона, первый, второй, тре-  
тий и четвертый блоки сравнения, бу-  
ферный блок, дешифратор состояния,  
первый, второй, третий, четвертый  
и пятый счетчики, формирователь ко-  
манд управления частотой, формиро-  
ватель команд управления мощностью,  
формирователь команд управления ви-  
дом модуляции, формирователь команд  
управления скоростью передачи, форми-  
рователь команд управления избыточно-  
стью кодирования, блок дешифрации ко-  
манд, элемент ИЛИ, кодер и передатчик  
обратного канала. В зависимости от  
помеховой обстановки в канале связи  
система допускает перестройку следу-  
ющих параметров: несущей частоты,  
мощности излучения, скорости переда-  
чи информационных символов, а также  
вида модуляции и способа кодирования.  
2 ил.

Изобретение относится к технике  
радиосвязи и может быть использовано  
в системах радиосвязи КВ, УКВ диапа-  
зонов частот.

Целью изобретения является повыше-  
ние достоверности приема информации.

На фиг. 1 и 2 приведены функцио-  
нальные схемы соответственно передаю-

щей и приемной части многопараметри-  
ческой адаптивной системы радиосвязи  
для передачи дискретной информации.

Система содержит на передающей  
стороне приемник 1 обратного канала;  
декодер 2, дешифратор 3 команд, блок  
4 управления кодированием, блок 5 уп-  
равления скоростью передачи, блок 6

выбора вида модуляции, блок 7 выбора оптимальной частоты, блок 8 управления мощностью передачи, тактовый генератор 9, блок 10 кодирования, буферный накопитель 11, блок 12 модуляции, возбудитель 13 и усилитель 14 мощности, на приемной стороне - блок 15 преобразования частоты, блок 16 демодуляции, блок 17 исключения избыточности, блок 18 выбора частоты, измеритель 19 уровня сигнала, нелинейный элемент 20, полосовой фильтр 21, выпрямитель 22, блок 23 оценки качества приема, блок 24 аналого-цифрового преобразования, блок 25 формирования эталона, первый 26, второй 27, третий 28 и четвертый 29 блоки сравнения, буферный блок 30, дешифратор 31 состояния, первый 32, второй 33, третий 34, четвертый 35 и пятый 36 счетчики, формирователь 37 команд управления частотой, формирователь 38 команд управления мощностью, формирователь 39 команд управления видом модуляции, формирователь 40 команд управления скоростью передачи, формирователь 41 команд управления избыточностью кодирования, блок 42 дешифрации команд, элемент ИЛИ 43, кодер 44 и передатчик 45 обратного канала.

Система работает следующим образом.

Приемник 1 обратного канала предназначен для приема команд управления в виде дискретных сигналов. Приемник 1 передает принятые команды управления на декодер 2, который снимает с команд управления кодовую избыточность и передает их на дешифратор 3 команд управления. Дешифратор 3 предназначен для определения по поступающей на его вход команде управления адресов исполнительных блоков 4-8 управления, а также выдачи на их входы сигналов на управление параметрами передачи по радиоканалу. Блок 4 управления кодированием регулирует избыточность и выдает управляющие сигналы на блок 10 кодирования, который предназначен для изменения способа кодирования дискретной информации, поступающей на его вход. Блок 5 управления скоростью передачи информации выдает управляющие сигналы на тактовый генератор 9, изменяя его частоту. Тактовый генератор 9 определяет скорость съема информации в тракт передачи из буферного накопителя 11. Буферный накопитель 11 предназначен для

согласования скорости передачи дискретной информации от источников информации, поступающей через блок 10, с установленной скоростью передачи по каналу. Блок 12 модуляции, возбудитель 13 и усилитель 14 мощности являются узлами радиопередатчика с расширенными возможностями по излучению радиосигналов различного вида и регулируемой мощностью излучения. Блок 6 выбора вида модуляции формирует управляющие сигналы для блока 12 модуляции с целью изменения вида радиосигнала в канале. Блок 7 выбора частоты выдает управляющие сигналы на возбудитель 13 с целью изменения несущей частоты передачи по радиоканалу. Блок 8 управления мощностью передачи выдает управляющие сигналы на усилитель 14 мощности с целью изменения его коэффициента усиления.

Блок 15 преобразования частоты и блок 16 демодуляции представляют собой узлы супергетеродинного радиоприемника с расширенными возможностями по приему радиосигналов различного вида. Блок 15 включает смесители, гетеродины и усилители промежуточных частот, блок 16 демодуляции - набор демодуляторов по используемым видам радиосигналов на приеме. Блок 17 исключения избыточности предназначен для устранения избыточности, заложенной в дискретную информацию блоком 10 на передающей стороне системы радиосвязи. Блок 18 выбора частоты предназначен для анализа помеховой обстановки на частотах рабочего диапазона радиоприемника по соотношению сигнал/шум и выбора оптимальной частоты. Блок 19 измерения уровня сигнала измеряет уровень принимаемого сигнала на установленной несущей частоте. Нелинейный элемент 20, полосовой фильтр 21 и выпрямитель 22 представляют собой в совокупности схему выявления помех, сосредоточенных по спектру с принимаемым радиосигналом. Блок 23 оценки качества приема предназначен для анализа импульсов дискретной информации после блока демодуляторов, например по крайним искажениям и дроблениям.

Результаты анализа с блоков 18, 19, 22, 23 поступают на блок 24 аналого-цифрового преобразования, который предназначен для преобразования результатов измерения, полученных

блоками 18, 19, 22, 23, из аналоговой формы в цифровую, необходимую для работы последующих блоков системы. Блок 25 формирования предназначен для хранения в дискретной форме данных о допусковых значениях параметров, измеряемых блоками 18-23 и выдачи их на блоки сравнения 26-29. Блоки сравнения 26-29 предназначены для сравнения измеренных значений параметров с эталонными и выдачи управляющих сигналов "Норма" или "Больше нормы" на буферный блок 30. Блок 30 предназначен для запоминания результатов сравнения с блоков 26-29 и передачи их на дешифратор 31 состояния. Дешифратор 31 предназначен для преобразования двоичного кода, поступающего на четыре его входа с блока 30, в управляющие позиционные сигналы на одном из трех его выходов. Временной режим работы дешифратора 31 задается хронизирующим сигналом. Счетчики 32-36 ступеней адаптации предназначены для подсчета количества управляющих сигналов, появляющихся на выходах дешифратора 31, и определяют количество градаций изменений параметров передачи (мощности, несущих частот, видов радиосигналов, скоростей передачи информации и способов кодирования).

Формирователи 37, 38, 39, 40, 41 команд на изменение несущей частоты, на изменение мощности излучаемых радиосигналов, на изменение вида модуляции, на изменение тактовой частоты, на введение избыточности формируют по сигналам с дешифратора 31 управляющие дискретные команды на изменение соответствующих параметров передачи по радиоканалу с целью их последующей передачи через элемент ИЛИ 43, кодер 44 и передатчик 45 обратного канала на передающую сторону системы радиосвязи. Формирователи команд 37-41 идентичны по структуре. Выходная команда с формирователей представляется в виде адресной части плюс команды. Например, при семиразрядных управляющих командах с формирователей возможна их следующая структура:

- а) адресная часть:
- 001 - адрес блока 4;
- 010 - адрес блока 5;
- 011 - адрес блока 6;
- 100 - адрес блока 7;
- 101 - адрес блока 8;

б) команды:

0000 - начальная установка (браковка массива частот);

0001...1111 - команды управления, соответствующие градациям изменений параметров передачи в массивах используемых мощностей излучаемых радиосигналов, несущих частот, видов радиосигнала, скоростей передачи дискретной информации, используемых помехоустойчивых кодов. При этом адресная часть устанавливается для каждого формирователя постоянной, а команда формируется по сигналам со счетчиков 32-36.

Кодер 44 предназначен для осуществления помехоустойчивого кодирования команд управления с целью достижения требуемой достоверности их передачи по обратному каналу. Блок 42 дешифрации команд предназначен для преобразования команд управления с формирователей 37, 39, 40 и 41 в управляющие сигналы радиоприемным устройством с целью установки заданной несущей частоты на приеме (на блок 15) принимаемого вида радиосигнала и скорости принимаемой информации (на блок 16), способа снятия кодовой избыточности (на блок 17).

В исходном состоянии на передающей и приемной сторонах системы устанавливаются:

а) массив возможных для работы несущих частот  $f_1, \dots, f_N$  и порядок их изменения от  $f_1$  до  $f_N$  на блоках 13 и 15;

б) количество ступеней изменения мощности излучаемых радиосигналов от  $P_{\min}$  до  $P_{\max}$  на усилителе мощности 14;

в) массив возможных для работы видов радиосигналов и порядок их изменения на блоках 12 и 16;

г) массив возможных скоростей передачи дискретной информации  $V_{\min}, \dots, V_{\max}$  и порядок их изменения на блоках 9, 11 и 16;

д) массив возможных способов кодирования информации и порядок их применения на блоках 10 и 17;

е) в блоке 25 записаны в цифровой форме максимально-допустимые значения для заданного количества радиосвязи уровня искажений на выходе блока демодуляции 16 и уровня сосредоточенной помехи на выходе блока 15

и минимально-допустимые значения соотношения сигнал/шум и уровня принимаемого сигнала на входе блока частотных преобразований 15;

ж) счетчики 32-36 установлены в "0", причем каждый из них рассчитан на количество единиц для счета до их переполнения, соответствующее числу градаций в изменении несущих частот в радиоканале (счетчик 32), мощностей излучаемых радиосигналов (счетчик 33), видов работы (счетчик 34), тактовой частоты передачи дискретной информации (счетчик 35), количества используемых помехоустойчивых кодов (счетчик 36).

Вхождение в радиосвязь начинается на первой несущей частоте  $f_1$  из массива возможных для работы частот. На этой частоте передается дискретный информационный сигнал, причем избыточность блоком 10 не вводится, тактовая скорость передачи с буферного накопителя 11 соответствует максимально возможной из массива, используемых для передачи скоростей, вид радиосигнала, формируемый блоком 12, соответствует наименее помехоустойчивому виду из массива видов, используемых для работы, мощность излучения радиосигнала с усилителя 14 - минимальная из всего набора возможных.

На приемной стороне радиосистемы радиосигнал с частотой  $f_1$  проходит тракт радиоприемного устройства, содержащий блоки 15, 16, 17, при этом блоком 18 производится измерение соотношения сигнал/шум, измерителем 19 - уровня принимаемого сигнала, блоки 20, 21, 22 выявляют наличие сосредоточенной по спектру с принимаемым радиосигналом помехи и определяют ее уровень, блок 23 измеряет искажения дискретного сигнала, например краевые. Результаты всех измерений поступают по четырем входам на блок аналого-цифрового преобразования 24, который преобразует их из аналоговой формы в цифровую и передает на входы блоков сравнения 26-29, на вторые входы которых поступают в цифровой форме эталонные значения аналогичных параметров с блока 25. Блоки 26...29 сравнивают с эталонными значениями, поступающими с блока 25, измеренные значения сигнал/шум (блок 26), уровня принимаемого сигнала (блок 27), уровня сосредоточенной по спектру с

сигналом помехи (блок 28), уровня искажений дискретного сигнала (блок 29) и выдают на выходе "единицу", если измеренное значение больше или равно эталонному и "ноль" в остальных случаях. Сигналы, выходящие с блоков схем сравнения устанавливаются в единичное или нулевое положение выходы буферного блока 30, после чего поступают на дешифратор 31 состояния по четырем входам в виде кодов 0000...1111. Дешифратор 31 состояния во временные моменты, заданные извне хронизатором, преобразует код состояний радиосвязи, поступающий на его входы, в позиционный код управления на одном из трех его выходов в соответствии с таблицей истинности, и таким образом фактически определяет последовательность работы радиосистемы по изменению параметров и передачи при адаптации.

В соответствии с таблицей истинности, при наличии комбинаций на входах дешифратора 31 0011, 0111, 1011, 1111 (ситуация, когда установленная для работы несущая частота поражена помехой) дешифратор 31 формирует управляющую "единицу" на первом выходе, которая записывается в счетчик 32 и одновременно поступает на вход формирователя 37 команд управления частотой, где вырабатывает управляющую команду. Формирователь 37 выдает на выходе адресную часть блока 7 (например, 100, как описано выше) и управляющую команду (например, 0001). С выхода формирователя 37 управляющая команда в виде комбинации 100 0001 поступает через схему ИЛИ 43 на кодер 44, где осуществляется ее помехоустойчивое кодирование и далее через передатчик 45 обратного канала поступает на передающую сторону системы.

На передающей стороне системы управляющая команда принимается приемником 1 обратного канала, декодируется декодером 2 и поступает на вход дешифратора 3, который по адресной части управляющей команды определяет адрес блока 7 и передает на него команду 0001. Блок 7 по принятой команде устанавливает в возбудителе 13 несущую частоту передачи по радиоканалу, следующую из используемого массива частот, т.е.  $f_2$ . Одновременно с выхода формирователя 37 на приемной стороне системы через блок 42 дешифратор

устанавливается частота  $f_2$  на приеме блоком 15.

На новой несущей частоте  $f_2$  повторяется цикл работы системы по анализу состояний и, если на выходах буферного блока 30 продолжают оставаться комбинации 0011, 0111, 1011 или 1111, дешифратор 31 формирует через формирователь 37 команду 100 0010 на установку частоты  $f_3$ , затем - 100 0011 - на установку  $f_4$  и т.д. до  $f_N$ .

При переборе всех несущих частот из массива возможных для работы счетчика 32, в котором установлено для подсчета количество единиц, соответствующее количеству возможных рабочих частот, переполняется и приводит формирователь 37 в состояние 100 0000. Эта команда передается на передающую сторону системы. В этом случае на передающей и приемной сторонах системы необходимо назначить новый массив рабочих частот и повторить вхождение в радиосвязь на первой из них. Одновременно переполнение счетчика 32 приводит к установке в нулевое состояние счетчиков 32-36.

Если на новой установленной частоте для работы на входах дешифратора 31 отсутствуют вышеперечисленные комбинации состояний (нет сосредоточенной помехи, но возникают комбинации 0000, 0001, 1000 или 1001 (мала мощность передаваемого в радиоканале сигнала), то дешифратор 31 формирует управляющую "единицу" на втором выходе, которая записывается в счетчик 33 и одновременно поступает на вход формирователя команд 38 управления мощностью.

Формирователь 38 выдает на выходе адресную часть блока 8 (например 101, как описано выше) плюс управляющую команду 0001, которая через блоки 43, 44, 45, 1, 2, 3, 8 изменяет на одну ступень мощность передачи усилителя 14, после чего повторяется анализ состояний на входах дешифратора 31. Если при переборе всех возможных мощностей на передачу состояния на входах дешифратора 31 не изменились, счетчик 33 переполняется, сбрасывает в состояние 101 0000 формирователь 38, записывает "единицу" в счетчик 34 и одновременно в формирователь 39 команд управления видом модуляции. Формирователь 39 выдает управляющую команду в виде 011 0001 по цепи: бло-

ки 43, 44, 45, 1, 2, 3, 6, 12, которая изменяет вид радиосигнала в радиоканале. Одновременно с выхода формирователя 39 управляющая команда через блок 42 дешифрации команд устанавливает в блоке 16 соответствующий вид принимаемого радиосигнала. При использовании всех возможных видов работы счетчик 34 переполняется, сбрасывает формирователь 39 в состояние 011 0000 и записывает "единицу" в счетчик 35 и формирователь 40 команд управления скоростью передачи, который формирует команды 0001...1111 с адресом 010 по цепи: блоки 43, 44, 45, 1, 2, 3, 5, 9, 11, изменяя скорость передачи дискретной информации по радиоканалу. Одновременно с формирователя 40 через блок 42 дешифрации устанавливается заданная полоса пропускания тракта радиоприемного устройства в блоке 16. При использовании всех возможных скоростей передачи дискретной информации счетчик 35 переполняется, сбрасывает формирователь 40 в состояние 010 0000 и записывает "единицу" в счетчик 36 и формирователь 41 команд управления избыточностью кодирования, который формирует команды 0001...1111 с адресом 001 по цепи: блоки 43, 44, 45, 1, 2, 3, 4, 10, изменяя способ кодирования дискретной информации. Одновременно с формирователя 41 управляющая команда через блок 42 дешифрации изменяет закон декодирования в блоке 17 на приемной стороне системы. При использовании всех способов кодирования дискретной информации счетчик 36 переполняется, сбрасывает в состояние 001 0000 формирователь 41, одновременно сбрасывает счетчики 33-36 в нуль и добавляет "единицу" в счетчик 32 и формирователь 37, что означает формирование команды по цепи: блоки 37, 43, 44, 45, 1, 2, 3, 7, 13 на установку новой несущей частоты в радиоканале, после чего цикл работы системы по анализу состояний повторяется.

При появлении на входах дешифратора 31 комбинаций 0100, 0101 или 1101 состояние, когда нет помехи, уровень сигнала на приеме в норме, но имеются недопустимые искажения дискретного сигнала) адаптация системы радиосвязи по достижению заданного качества связи начинается с работы счетчика

34 и формирователя 39 ( в этом случае дешифратор 31 выдает управляющую "единицу" по выходу 3) по алгоритму, описанному выше.

Если на установленной несущей частоте на входах дешифратора 31 появляется комбинация 1100 (идеальное состояние связи), то дешифратор 31 на своих выходах не выдает управляющей "единицы" и система связи находится в рабочем состоянии.

Достижимое качество связи в системе задается записью соответствующих эталонов в блок 25. Выбор порядка применения способов адаптации может быть изменен путем применения дешифраторов 31 с различными алгоритмами дешифрования, при этом алгоритм адаптации сам становится адаптивным к данным условиям радиосвязи. Количество градаций изменяемых параметров задается предварительной установкой счетчиков 37-41 на заданное значение счета. Скорость работы системы по изменению параметров передачи при адаптации задается хронизирующим устройством извне, которое определяет моменты работы дешифратора 31 по анализу состояний.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Многопараметрическая адаптивная система радиосвязи для передачи дискретной информации, содержащая на передающей стороне приемник обратного канала и последовательно соединенные блок управления кодированием и блок кодирования, вход которого является информационным входом устройства, а на приемной стороне передатчик обратного канала, последовательно соединенные блок преобразования частоты и блок демодуляции, последовательно соединенные нелинейный элемент, вход которого соединен с выходом блока преобразования частоты, полосовой фильтр и выпрямитель, последовательно соединенные блок выбора оптимальной частоты, вход которого подключен к входу блока преобразования частоты, и измеритель уровня сигнала, отличающаяся тем, что, с целью повышения достоверности приема информации введены на передающей стороне последовательно соединенные буферный накопитель, блок модуляции, возбудитель и усилитель мощ-

ности, последовательно соединенные декодер и дешифратор команд, причем соответствующие выходы дешифратора команд соединены с входом блока управления кодированием через последовательно соединенные блок управления скоростью передачи и тактовый генератор с управляющим входом буферного накопителя, через блок выбора вида модуляции с управляющим входом блока модуляции, через блок выбора частоты с управляющим входом возбудителя, через блок управления мощностью передатчика и с управляющим входом усилителя мощности, выход приемника обратного канала соединен с входом декодера, а на приемной стороне блок исключения избыточности, блок оценки качества приема, блок аналого-цифрового преобразования, первый, второй, третий и четвертый блоки сравнения, выходы которых через последовательно соединенные буферный блок и дешифратор состояния подключены к счетным входам соответственно первого, второго, третьего счетчиков, формирователь команд управления частотой, формирователь команд управления мощностью излучения, формирователь команд управления видом модуляции, формирователь команд управления скоростью передачи, формирователь команд управления избыточностью кодирования, последовательно соединенные элемент ИЛИ и кодер, пятый счетчик, блок формирования эталона и блок дешифрации команд, первый выход которого подключен к управляющему входу блока преобразования частоты, второй и третий выходы блока дешифрации команд соединены с соответствующими управляющими входами блока демодуляции, выход которого подключен к входам блока оценки качества приема и блока исключения избыточности, управляющий вход которого соединен с четвертым выходом блока дешифрации команд, дополнительный выход блока набора частоты, выходы выпрямителя, блока оценки качества приема и измерителя уровня сигнала подключены к соответствующим входам блока аналого-цифрового преобразования, выходы которого соединены с входами соответственно первого, второго, третьего и четвертого блоков сравнения, вторые входы всех блоков сравнения подключены к выходу блока формирования эталона, выход первого счетчика соединен с установоч-

ными входами всех счетчиков и управляющим входом формирователя команд управления частотой, вход которого объединен со счетным входом первого счетчика, управляющими входами второго, третьего, четвертого и пятого счетчиков, управляющим входом формирователя команд управления избыточностью кодирования и соединен с выходом пятого счетчика, счетный вход которого объединен с входом формирователя команд управления избыточностью кодирования, управляющим входом формирователя команд управления скоростью передачи и соединен с выходом четвертого счетчика, счетный вход которого объединен с входом формирователя команд управления скоростью передачи, управляющим входом формирователя команд управления видом модуляции и соединен с выходом третьего счетчика,

счетный вход которого объединен с входом формирователя команд управления видом модуляции, управляющим входом формирователя команд управления мощностью и соединен с выходом второго счетчика, счетный вход которого объединен с вторым входом формирователя команд управления мощностью, выходы формирователя команд управления частотой, формирователя команд управления видом модуляции, формирователя команд управления скоростью передачи и формирователя команд управления избыточностью кодирования подключены к соответствующим входам блока дешифрации команд и соответствующим входам элемента ИЛИ, дополнительный вход которого соединен с выходом формирователя команд управления мощностью, вход передатчика обратного канала подключен к выходу кодера.

Входы				Выходы			Первичное решение
1	2	3	4	1	2	3	
0	0	0	0		1		Мала мощность передатчика
0	0	0	1		1		Мала мощность передатчика
0	0	1	0				Нереальное состояние
0	0	1	1	1			Частота поражена помехой
0	1	0	0			1	Уровень сигнала в норме, но соотношение сигнал/шум мало для данного вида работы
0	1	0	1			1	- " -
0	1	1	0				Нереальное состояние
0	1	1	1	1			Частота поражена помехой
1	0	0	0		1		Мала мощность передатчика
1	0	0	1		1		Мала мощность передатчика
1	0	1	0				Нереальное состояние
1	0	1	1	1			Частота поражена помехой
1	1	0	0				Идеальное состояние связи
1	1	0	1			1	Уровень сигнала в норме, требуется поиск более помехоустойчивых видов работы
1	1	1	1	1			Частота поражена помехой

Состояние входов:

Вход 1: соотношение сигнал/шум

Вход 2: уровень принимаемого сигнала

Вход 3: уровень сосредоточенной помехи

Вход 4: искажения дискретного сигнала

0 - ниже нормы;

1 - норма и выше нормы.

