

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 13523

(13) U

(45) 2024.08.05

(51) МПК

H 04B 1/26

(2006.01)

(54)

## ПРИЕМНОЕ УСТРОЙСТВО С ПРЕДЕЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ И ИЗБИРАТЕЛЬНОСТЬЮ

(21) Номер заявки: u 20240043

(22) 2024.02.27

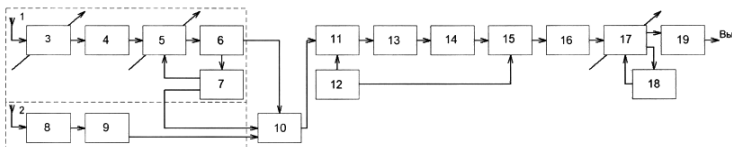
(71) Заявитель: Учреждение образования  
"Белорусский государственный уни-  
верситет информатики и радио-  
электроники" (ВУ)

(72) Авторы: Забеньков Игорь Иванович;  
Гусинский Александр Владимирович;  
Архипенков Дмитрий Владимирович;  
Солонович Сергей Сергеевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-  
зования "Белорусский государственный  
университет информатики и  
радиоэлектроники" (ВУ)

(57)

Приемное устройство с предельной чувствительностью и избирательностью, содержащее блок предельной избирательности, в который входит первая антенна, соединенная со входом перестраиваемого фильтра, выход которого соединен со входом малошумящего усилителя, выход которого соединен со входом управляемого аттенюатора, первого смесителя, гетеродинный вход которого соединен с первым выходом синтезатора частот, а выход соединен со входом узкополосного фильтра, выход которого соединен со входом малошумящего усилителя сигнала первой промежуточной частоты, а его выход соединен с сигнальным входом второго смесителя, гетеродинный вход которого соединен со вторым выходом синтезатора частот, а выход соединен со входом второго узкополосного фильтра, выход которого соединен со входом управляемого усилителя, первый выход которого соединен с блоком автоматической регулировки усиления, выход которого соединен со входом управляемого усилителя, второй выход управляемого усилителя соединен со входом аналого-цифрового преобразователя, выход которого является выходом приемного устройства, отличающееся тем, что выход управляемого аттенюатора соединен со входом ответвителя, первый выход которого соединен со входом логарифмического детектора, первый выход которого соединен со входом управляемого аттенюатора, а второй выход ответвителя соединен со вторым сигнальным входом управляемого ключа, блок предельной чувствительности, в который входит вторая антенна, соединенная со входом сверхмалошумящего криогенного усилителя, выход которого соединен со входом субоктавного широкополосного фильтра, выход которого соединен с первым сигнальным входом управляемого ключа, а второй сигнальный вход управляемого ключа соединен со вторым выходом ответвителя, вход управляемого ключа соединен со вторым выходом логарифмического детектора, а выход управляемого ключа соединен с сигнальным входом первого смесителя.



ВУ 13523 U 2024.08.05

(56)

1. RU 118142 U1, 2012.
  2. RU 2094948 C1, 1997.
  3. RU 2254590 C1, 2005.
  4. Найдено на [[https://lownoiseactory.com/wp-content/uploads/2022/03/Inf-lnc4\\_8c.pdf](https://lownoiseactory.com/wp-content/uploads/2022/03/Inf-lnc4_8c.pdf)] [найдено 28.03.2022].
  5. БОГДАНОВИЧ Б.М. Инфрадинный прием. Радиотехника, 1982, № 37(9), с. 3-13.
- 

Предлагаемая полезная модель относится к области радиотехники и может быть использована в радиосвязи и аппаратуре широкополосных систем радиомониторинга для обеспечения защиты радиоприемного тракта от помех линейного и нелинейного происхождения, поступающих на антенный вход, повышения чувствительности обнаружения радиосигналов, обеспечения возможности их распознавания.

Известна структурная схема приемника [1], техническим результатом которой является обеспечение защиты входных блоков радиоприемного тракта от повреждения особо мощными сигналами, поступающими на антенный вход, повышение чувствительности обнаружения радиосигналов, обеспечение возможности распознавания сигналов. Достижение технического результата обеспечивается тем, что она содержит радиоприемный тракт, состоящий из соединенных соответствующим образом блоков субоктавных фильтров, первого и второго аттенюаторов, усилителя радиочастоты, аналого-цифрового преобразователя, синтезатора частоты, блок управления и контроля.

Недостатком данной схемы является низкая чувствительность и недостаточная избирательность от помех линейного и нелинейного происхождения.

Известно приемное устройство [2], содержащее входную линию передачи, поляризатор, первый малошумящий усилитель, последовательно соединенные смеситель, фильтр, усилитель промежуточной частоты и детектор, а также гетеродин, соединенный с гетеродинным входом смесителя, второй малошумящий усилитель и сумматор ортогонально поляризованных составляющих, при этом вход разделителя ортогонально поляризованных составляющих соединен с выходом входной линии передачи, первый малошумящий усилитель составляющих и входом смесителя.

Недостатком данного устройства является низкая чувствительность и недостаточная избирательность от помех линейного и нелинейного происхождения.

Наиболее близким по достигаемому эффекту является структурная схема приемника [3], состоящая из усилителя высокой частоты, высокочастотного фильтра, второго усилителя высокой частоты и второго высокочастотного фильтра, соединенных последовательно, смесителя, а также фильтра промежуточной частоты, малошумящего усилителя промежуточной частоты, фазового детектора, аналого-цифрового преобразователя, соединенных последовательно, и усилителя напряжения гетеродина, выход которого соединен со вторым входом смесителя, аттенюатора, выход которого соединен с первым входом смесителя, диплексерный фильтр и предварительный малошумящий усилитель.

Недостатком является низкая чувствительность и недостаточная избирательность от помех линейного и нелинейного происхождения.

Задачей данной полезной модели является получение возможности реализации последовательно предельной чувствительности приемника и предельной его избирательности по линейным и нелинейным каналам прохождения помех.

Поставленная задача решается тем, что приемное устройство содержит блок предельной избирательности, в который входит первая антенна, соединенная со входом перестраиваемого фильтра, выход которого соединен со входом малошумящего усилителя, выход которого соединен со входом управляемого аттенюатора, первого смесителя, гетеродинный вход которого соединен с первым выходом синтезатора частот, а выход соединен со

входом узкополосного фильтра, выход которого соединен со входом малошумящего усилителя сигнала первой промежуточной частоты, а его выход соединен с сигнальным входом второго смесителя, гетеродинный вход которого соединен со вторым выходом синтезатора частот, а выход соединен со входом второго узкополосного фильтра, выход которого соединен со входом управляемого усилителя, первый выход которого соединен с блоком автоматической регулировки усиления, выход которого соединен со входом управляемого усилителя, второй выход управляемого усилителя соединен со входом аналого-цифрового преобразователя, выход которого является выходом приемного устройства, выход управляемого аттенюатора соединен со входом ответвителя, первый выход которого соединен со входом логарифмического детектора, первый выход которого соединен со входом управляемого аттенюатора, а второй выход ответвителя соединен со вторым сигнальным входом управляемого ключа, блок предельной чувствительности, в который входит вторая антенна, соединенная со входом сверхмалошумящего криогенного усилителя, выход которого соединен со входом субоктавного широкополосного фильтра, выход которого соединен с первым сигнальным входом управляемого ключа, а второй сигнальный вход управляемого ключа соединен со вторым выходом ответвителя, вход управляемого ключа соединен со вторым выходом логарифмического детектора, а выход управляемого ключа соединен с сигнальным входом первого смесителя.

Сущность полезной модели заключается в возможности улучшения, вплоть до достижения предельной, чувствительности приемного устройства в случае спокойной помеховой обстановки в эфире или возможности улучшения избирательности, вплоть до достижения предельной, по линейным и нелинейным каналам прохождения помех.

На фигуре показана структурная схема приемного устройства с предельной чувствительностью и избирательностью.

Приемное устройство содержит блок предельной избирательности 1, в который входят первая антенна, соединенная со входом перестраиваемого фильтра 3, выход которого соединен со входом малошумящего усилителя 4, выход которого соединен со входом управляемого аттенюатора 5, выход которого соединен со входом ответвителя 6, первый выход которого соединен со входом логарифмического детектора 7, первый выход которого соединен со входом управляемого аттенюатора 5. Блок предельной чувствительности 2 содержит вторую антенну, сверхмалошумящий криогенный усилитель 8, выход которого соединен со входом субоктавного широкополосного фильтра 9, выход которого соединен с первым сигнальным входом управляемого ключа 10, а второй сигнальный вход соединен со вторым выходом ответвителя 6, вход управляемого ключа 10 соединен со вторым выходом логарифмического детектора 7, а выход управляемого ключа 10 соединен с сигнальным входом первого смесителя 11, гетеродинный вход которого соединен с первым выходом синтезатора частот 12, а выход соединен со входом первого узкополосного фильтра 13, выход которого соединен со входом малошумящего усилителя сигнала первой промежуточной частоты 14, а его выход соединен с сигнальным входом второго смесителя 15, гетеродинный вход которого соединен со вторым выходом синтезатора частот 12, а выход соединен со входом второго узкополосного фильтра 16, выход которого соединен со входом управляемого усилителя 17, первый выход которого соединен с блоком автоматической регулировки усиления 18, выход которого соединен с управляющим входом управляемого усилителя 17, второй выход управляемого усилителя 17 соединен со входом аналого-цифрового преобразователя 19, выход которого является выходом приемного устройства.

Требования к приемному тракту по высокой чувствительности и высокой избирательности по линейным и нелинейным каналам прохождения помех одновременно являются противоречивыми. Чувствительность приемника зависит от коэффициента шума, который для многокаскадного тракта определяется формулой В.И. Сифорова. Если несколько шу-

мощных устройств подключены каскадом, общий коэффициент шума можно найти с помощью формулы

$$F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 G_2} + \frac{F_4 - 1}{G_1 G_2 G_3} + \dots + \frac{F_n - 1}{G_1 G_2 G_3 \dots G_{n-1}},$$

где  $F_n$  - коэффициент шума n-го устройства,

$G_n$  - усиление по мощности n-го устройства.

Первый каскад в приемном устройстве обычно оказывает наиболее значимое влияние на общий коэффициент шума, поскольку влияние коэффициентов шума следующих каскадов уменьшается. Таким каскадом обычно является входная цепь [1-3], коэффициент шума которой равен  $F_1 = 1/G_1$  и уменьшается при снижении потерь мощности сигнала в ней. Отсюда следует вывод, что для получения предельной чувствительности нужно полностью исключить потери сигнала в каскадах приемного устройства, особенно в элементах до первого усилительного каскада, и в пределе исключить их из структуры.

Для получения предельной чувствительности в структуре приемного устройства выделяется отдельный блок предельной чувствительности 2, в котором отсутствует входная цепь, а антенна подсоединяется к первому усилительному каскаду непосредственно. При этом сам усилительный каскад выбирается сверхмаломощным, чему соответствует криогенный усилитель [4].

Повышение избирательности по нежелательным линейным и нелинейным каналам (зеркальному, полужеркальному и каналам промежуточных частот, каналам блокирования, интермодуляционным каналам второго и третьего порядков) обеспечивается введением блока предельной избирательности 1. Этот блок содержит перестраиваемый в пределах частотного диапазона фильтр 3, субоктавный широкополосный фильтр 9, маломощный усилитель 4, а также управляемый аттенуатор 5, ответвитель 6 и логарифмический детектор 7 подсистемы автоматической регулировки чувствительности, предназначенной для управления блоком предельной чувствительности 2 и управляемым аттенуатором 5 блока предельной избирательности 1. Это улучшает характеристики избирательности по интермодуляции третьего порядка. Повышение избирательности по интермодуляции второго порядка осуществляется применением субоктавных широкополосных фильтров, а также введением подсистемы автоматической регулировки чувствительности (каскад из подключенных устройств: управляемый аттенуатор 5, ответвитель 6 и логарифмический детектор 7), которая в случае появления сильных помех, превышающих пороговое значение, переключает прием с блока предельной чувствительности 2 на блок предельной избирательности 1, а при работе блока предельной избирательности 1 осуществляет регулировку коэффициента передачи блока предельной избирательности 1.

Получение предельной избирательности по помеховым каналам линейного происхождения (зеркальному, полужеркальному и каналам промежуточных частот) достигается использованием принципа инфрадинного приема [5], при котором промежуточная частота выбирается выше верхней частоты диапазона принимаемых сигналов.

Последовательность работы приемного устройства состоит в следующем. При получении целеуказания по частоте включается в работу блок предельной чувствительности 2, в который входит вторая антенна. При этом подсистема автоматической регулировки чувствительности (каскад из подключенных устройств: управляемый аттенуатор 5, ответвитель 6 и логарифмический детектор 7) оценивает мощность всех мешающих сигналов в полосе приема, определяемой перестраиваемым фильтром 3, и при их мощности меньше пороговой прием продолжается. При превышении пороговой мощности помех управляемый ключ 10 производит переключение работы приемного устройства на блок предельной избирательности 1. В дальнейшем сигнал проходит усиление в маломощном усилителе 4, преобразование частоты вверх осуществляют первый смеситель 11 и синтезатор частоты 12, узкополосную фильтрацию и усиление (каскад из подключенных устройств: первый узкополосный фильтр 13 и маломощный усилитель первой промежуточной частоты

## **ВУ 13523 U 2024.08.05**

14), второе преобразование частоты вниз осуществляют второй смеситель 15 и синтезатор частот 12, узкополосную фильтрацию во втором узкополосном фильтре 16, проходит через управляемый усилитель 17, охваченный регулировкой посредством блока автоматической регулировки усиления 18, и затем аналого-цифровой преобразователь 19 превращает сигнал в цифровую форму, в которой он подвергается дальнейшей вторичной обработке.