



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

H03C 3/00 (2006.01); G08G 1/042 (2006.01); G01S 7/00 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017125973, 19.07.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
19.07.2017Дата регистрации:  
24.01.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 19.07.2017

(45) Опубликовано: 24.01.2018 Бюл. № 3

Адрес для переписки:

142210, Московская обл., г. Серпухов, ул.  
Бригадная, 17, ФВА РВСН им. Петра Великого

(72) Автор(ы):

Цимбал Владимир Анатольевич (RU),  
Караев Дмитрий Александрович (RU),  
Попов Михаил Юрьевич (RU),  
Тоискин Василий Евгеньевич (RU),  
Кривоногов Антон Николаевич (RU),  
Лягин Максим Артурович (RU),  
Реджепов Ильяс Вепаевич (RU),  
Позывайлов Василий Сергеевич (RU),  
Лебедев Денис Владимирович (RU),  
Винокуров Александр Максимович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
КАЗЕННОЕ ВОЕННОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ Военная  
академия Ракетных войск стратегического  
назначения имени Петра Великого  
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 132570 U1, 20.09.2013. US  
3222637 A1, 07.12.1965. DE1265006 B,  
28.03.1968. SE324977 B, 15.06.1970. GB1044657  
A, 05.10.1966.

## (54) СОГЛАСОВАННЫЙ ФИЛЬТР

(57) Реферат:

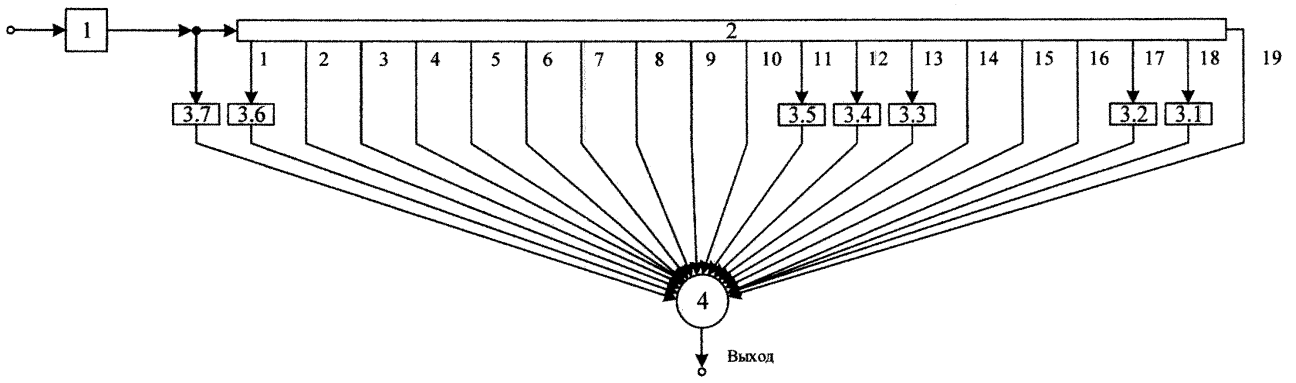
Задачей полезной модели является расширение функциональных возможностей за счет обеспечения возможности приема двадцатиразрядной последовательности вида «1001110001111111100» и выдачи периодической и непериодической автокорреляционной функции на эту последовательность.

Последовательность отрезков гармонических колебаний поступает на фильтр 1. На выходе этого фильтра под воздействием входного дельта-

импульса возникает радиоимпульс с огибающей прямоугольной формы. Этот импульс подается на линию задержки 2 с отводами. Прямоугольный радиоимпульс, перемещаясь вдоль линии задержки 2, и, в зависимости от номера отвода с линии задержки, проходя через фазовращатели 3.1 - 3.7 поочередно возбуждает входы сумматора 4. Затем происходит суммирование полученных сигналов. По результату суммирования выносится решение о наличии или отсутствии сигнала.

RU 176645 U1

RU 176645 U1



Фиг. 1

RU 176645 U1

RU 176645 U1

Полезная модель относится к области радиотехники и может быть использована в системах синхронизации радиосистем различного профиля.

Известно устройство обработки фазо-кодо-манипулированных сигналов по коду Баркера, содержащее фильтр, многоотводную линию задержки,  $M$  фазовращателей, сумматор, причем вход фильтра является входом устройства, а выход фильтра соединен с входом  $M$ -го фазовращателя и с входом многоотводной линии задержки,  $M-1$  выходов которой соединены с каждым из  $M-1$  фазовращателей, которые в свою очередь соединены с входом сумматора, к которому также подключен выход  $M$ -го фазовращателя, а выход сумматора является выходом устройства (Баскаков С.И. Радотехнические цепи и сигналы: Учеб. для вузов по спец. «Радиотехника» / С.И. Баскаков. - 3-е изд. перераб. и доп.-М.: Высш. шк., 2000).

Недостатком аналога является ограниченные функциональные возможности, выражающиеся в невозможности получения непериодической и периодической автокорреляционной функции, основной лепесток которой имеет ширину в четыре тактовых импульса, а боковые лепестки равны нулю.

Наиболее близким по технической сущности решением является устройство обработки сигнала Баркера при его обнаружении, содержащее вспомогательный фильтр, вход которого является входом устройства, а его выход является входом линии задержки, с 1-го по  $N$ -й сумматоры, реализующие операцию суммирования по модулю 2, вторые входы которых соединены соответственно с выходами 1-го, 2-го, ...,  $N$ -го элемента эталонного сигнала, выходы с 1-го по  $N$ -й сумматоров, реализующих операцию суммирования по модулю 2, соединены соответственно с входами с 1-го по  $N$ -й инверторов, сумматор, выход которого является выходом устройства, с 1-го по  $N$ -й переключатели, с 1-го по  $N$ -й полосовые фильтры, с 1-й по  $N$ -ю дисперсионные линии задержки, с 1-го по  $N$ -й фазовращатели, при этом вход первого переключателя соединен с выходом вспомогательного фильтра, а входы с 2-го по  $N$ -й переключатели соединены с соответствующими выходами линии задержки, первые выходы с 1-го по  $N$ -й переключателей соединены соответственно с первыми входами с 1-го по  $N$ -й сумматоров, реализующих операцию суммирования по модулю 2, а вторые выходы соединены соответственно с входами с 1-го по  $N$ -й полосовых фильтров, выходы которых являются соответственно входами с 1-й по  $N$ -ю дисперсионных линий задержки, выходы которых соединены соответственно с 1-го по  $N$ -й инверторами, при этом выходы с 1-го по  $N$ -й инверторов соединены соответственно с входами с 1-го по  $N$ -й фазовращателей, выходы которых соединены с входами сумматора (RU №132570, опубл. 20.09.2013).

Недостатком прототипа является избыточность элементной базы и ограниченные функциональные возможности, выражающиеся в невозможности получения непериодической и периодической автокорреляционной функции, основной лепесток которой имеет ширину в четыре тактовых импульса, а боковые лепестки равны нулю.

Задачей полезной модели является расширение функциональных возможностей прототипа за счет обеспечения возможности приема двадцатиразрядной последовательности вида «1001110001111111100» и получения непериодической и периодической автокорреляционной функции, основной лепесток которой имеет ширину в четыре тактовых импульса, а боковые лепестки равны нулю.

Сущность полезной модели заключается в том, что в согласованный фильтр, содержащий вспомогательный фильтр, вход которого является входом согласованного фильтра, а его выход является входом линии задержки, введены семь фазовращателей и сумматор, причем первый фазовращатель подключен к восемнадцатому выходу линии задержки, второй фазовращатель к семнадцатому выходу линии задержки, третий

фазовращатель к тринадцатому выходу линии задержки, четвертый фазовращатель к двенадцатому выходу линии задержки, пятый фазовращатель к одиннадцатому выходу линии задержки, шестой фазовращатель к первому выходу линии задержки, а к выходу вспомогательного фильтра параллельно многоотводной линии задержки подключен  
 5 седьмой фазовращатель, выход которого подключен к сумматору, к которому также подключены все выходы с линии задержки.

Новизна заключается в том, что согласованный фильтр обеспечивает получение непериодической и периодической автокорреляционной функции, основной лепесток которой имеет ширину в четыре тактовых импульса, а боковые лепестки равны нулю  
 10 за счет введения семи фазовращателей на определенных отводах линии задержки и сумматора.

На фиг. 1 изображена электрическая структурная схема согласованного фильтра для приема двадцатиразрядной последовательности вида «1001110001111111100».

На фиг. 2 (а) изображен временной вид двадцатиразрядной последовательности.

15 На фиг. 2 (б) изображена двадцатиразрядная последовательность в виде фазоманипулированного колебания.

На фиг. 3 изображена автокорреляционная функция дискретной двадцатиразрядной последовательности в непериодическом режиме.

20 На фиг. 4 изображена автокорреляционная функция дискретной двадцатиразрядной последовательности при наличии трех повторов.

На фиг. 5 изображена непериодическая автокорреляционная функция фазоманипулированной двадцатиразрядной последовательности.

25 На фиг. 6 изображена периодическая автокорреляционная функция фазоманипулированной двадцатиразрядной последовательности при наличии трех повторов.

Согласованный фильтр содержит вспомогательный фильтр 1, вход которого является входом согласованного фильтра 1, а его выход является входом линии задержки 2, семь фазовращателей 3.1...3.7 и сумматор 4, причем фазовращатель 3.1 подключен к  
 30 восемнадцатому выходу линии задержки 2, фазовращатель 3.2 - к семнадцатому выходу линии задержки 2, фазовращатель 3.3 - к тринадцатому выходу линии задержки 2, фазовращатель 3.4 - к двенадцатому выходу линии задержки 2, фазовращатель 3.5 - к одиннадцатому выходу линии задержки 2, фазовращатель 3.6 - к первому выходу линии задержки 2, а к выходу вспомогательного фильтра 1 параллельно многоотводной линии задержки 2 подключен фазовращатель 3.7, выход которого подключен к сумматору 4,  
 35 к которому также подключены все выходы с линии задержки 2.

Согласованный фильтр работает следующим образом.

Двадцатиразрядная последовательность имеет временной вид, представленный на фиг. 2(а). При этом единичные символы представлены положительными импульсами, длительностью  $\tau_0$ , а нулевые символы представлены отрицательными импульсами той  
 40 же длительности. На вход согласованного фильтра двадцатиразрядная последовательность поступает в виде фазоманипулированного колебания фиг. 2(б), причем единичным символам соответствует один период гармонического колебания с начальной фазой, равной  $0^\circ$ , а нулевым символам соответствует один период гармонического колебания с начальной фазой, равной  $180^\circ$ . Вспомогательный фильтр  
 45 1 предназначен для частотного выделения фазоманипулированной двадцатиразрядной последовательности из совокупности принимаемых радиочастотных сигналов эфира.

Общая длительность линии задержки 2 с отводами составляет величину  $19 \tau_0$ , при

этом задержка сигналов между двумя каждыми смежными отводами имеет величину  $\tau_0$ .

Фазовращатели 3.1-3.7 обеспечивают поворот фазы отрезка гармонического колебания, поступающего на их вход, на величину  $180^\circ$ .

5 Сумматор 4 на двадцать входов обеспечивает сложение отрезков гармонического колебания, имеющих как на выходах линии задержки 2, так и на выходах фазовращателей 3.1-3.7.

10 Совокупность линии задержки 2 с отводами и фазовращателей 3.1-3.7 представляет собой «замороженную» искомую двадцатиразрядную последовательность. Поэтому последовательно поступающие фазоманипулированные импульсы двадцатиразрядной последовательности с выхода вспомогательного фильтра 1 на вход линии задержки 2 с отводами и фазовращатель 3.7 будут складываться в сумматоре 4 в общее гармоническое колебание. При этом огибающая общего гармонического колебания будет от такта к такту отображать автокорреляционную функцию данной дискретной  
15 двадцатиразрядной последовательности. При поступлении девятнадцатого импульса в линию задержки 2 с отводами, а двадцатого импульса на фазовращатель 3.7 все фазоманипулированные импульсы двадцатиразрядной последовательности сложатся в сумматоре 4 в фазе на одном периоде в общее гармоническое колебание, что будет соответствовать автокорреляционному пику данной дискретной двадцатиразрядной  
20 последовательности. Дальнейшее продвижение фазоманипулированных импульсов искомой последовательности по линии задержки 2 с отводами приведет к уменьшению числа складываемых в сумматоре 4 импульсов, и огибающая их суммы от такта к такту также будет отображать автокорреляционную функцию данной дискретной  
25 двадцатиразрядной последовательности.

30 Автокорреляционная функция дискретной двадцатиразрядной последовательности в непериодическом режиме имеет вид, представленный на фиг. 3. Отличительной ее особенностью является то, что длительность основного лепестка составляет  $4\tau_0$ , по отношению к длительности  $2\tau_0$ , которую имеют основные, известные к настоящему времени дискретные последовательности (например, М-последовательности, последовательности Баркера и др.). Однако автокорреляционная функция дискретной двадцатиразрядной последовательности при наличии трех повторов имеет вид, представленный на фиг. 4. Из рисунка на фиг. 4 следует, что в периодическом режиме автокорреляционная функция двадцатиразрядной последовательности имеет боковые  
35 лепестки, равные нулю, чего нет ни у одной из известных дискретных последовательностей.

При поступлении на вход согласованного фильтра одного повтора такой последовательности на выходе согласованного фильтра будет получена автокорреляционная функция фазоманипулированной двадцатиразрядной  
40 последовательности, которая представлена на фиг. 5. Отметим, что данная автокорреляционная функция является непериодической.

При поступлении на вход согласованного фильтра трех повторов такой последовательности на выходе согласованного фильтра будет получена автокорреляционная функция фазоманипулированной двадцатиразрядной  
45 последовательности, которая представлена на фиг. 6. Отметим, что данная автокорреляционная функция имеет два периода с нулевыми боковыми лепестками и на их длительности представляет собой периодическую автокорреляционную функцию.

Таким образом, предлагаемый согласованный фильтр позволяет реализовать

функции, не предусмотренные прототипом, и может быть изготовлен на известной элементной базе и известными промышленными средствами.

(57) Формула полезной модели

5       Согласованный фильтр, содержащий вспомогательный фильтр, вход которого является входом устройства, а его выход является входом линии задержки, отличающийся тем, что в него введены семь фазовращателей и сумматор, причем фазовращатели подключены к восемнадцатому выходу линии задержки, семнадцатому  
10       выходу линии задержки, тринадцатому выходу линии задержки, двенадцатому выходу линии задержки, одиннадцатому выходу линии задержки, первому выходу линии задержки, а к выходу вспомогательного фильтра параллельно многоотводной линии задержки подключен фазовращатель, выход которого подключен к сумматору, к которому также подключены все выходы с линии задержки.

15

20

25

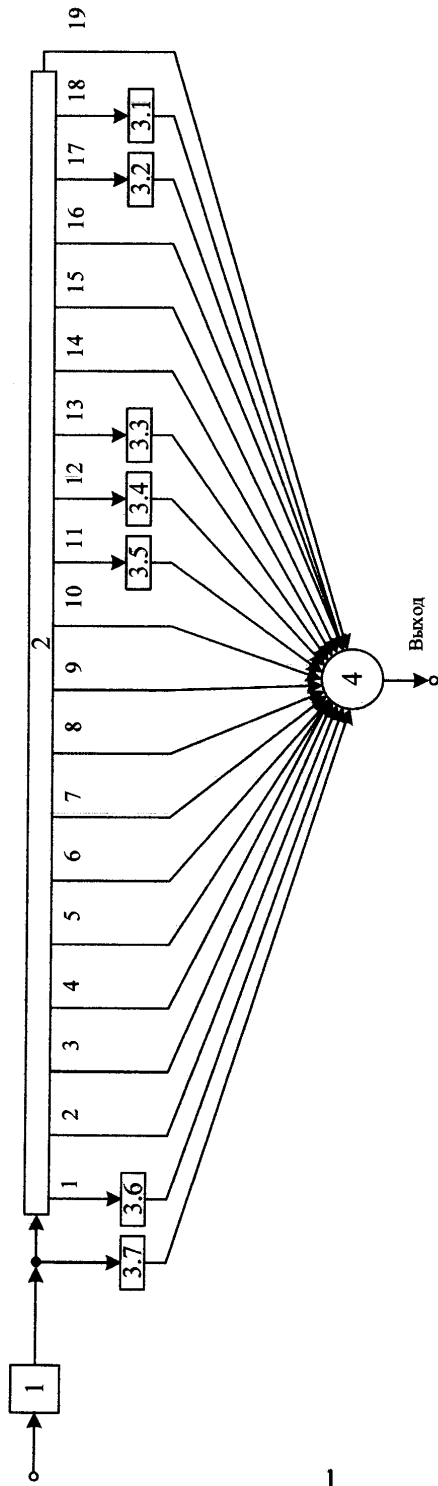
30

35

40

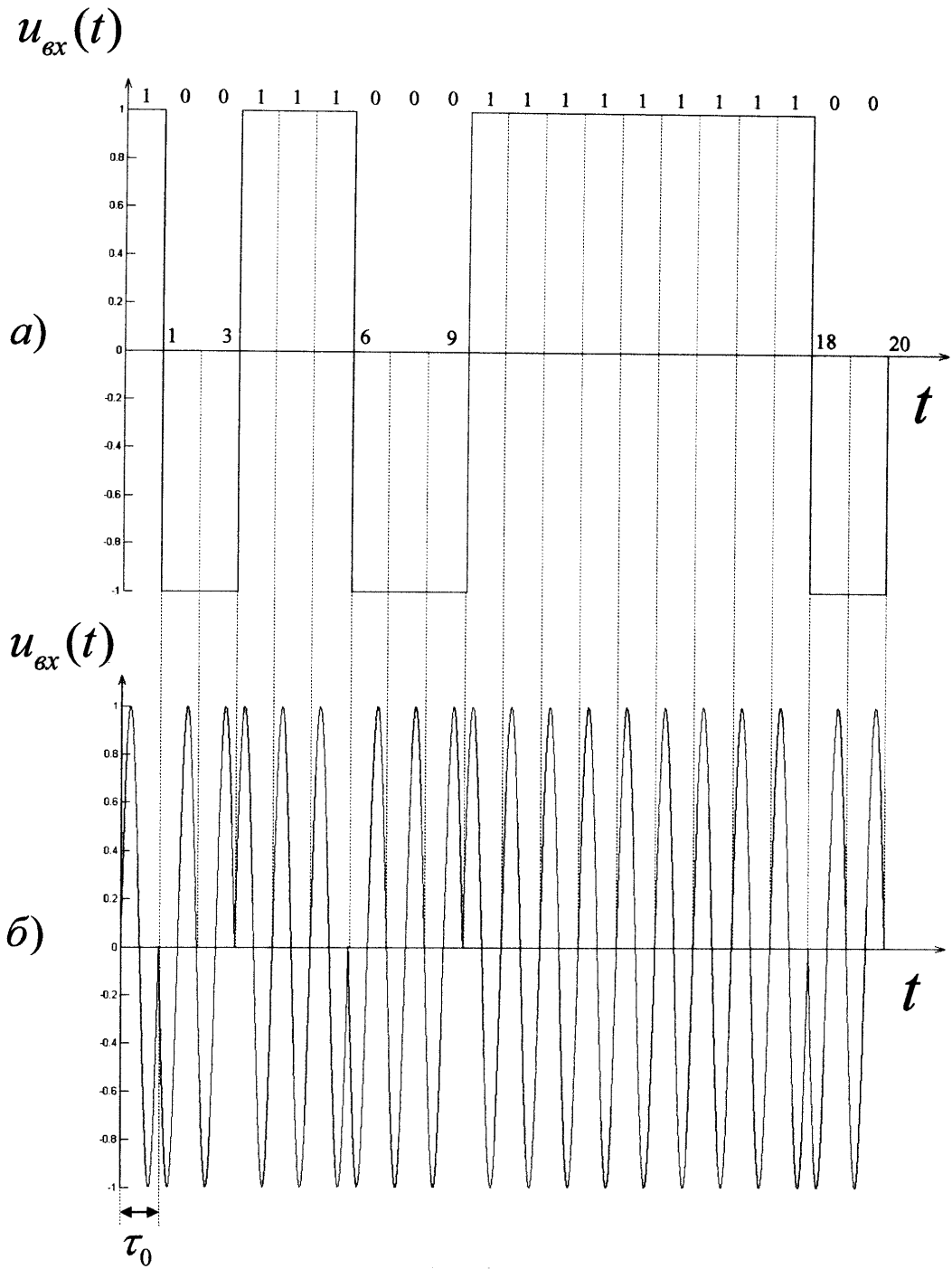
45

Согласованный фильтр



ФИГ. 1

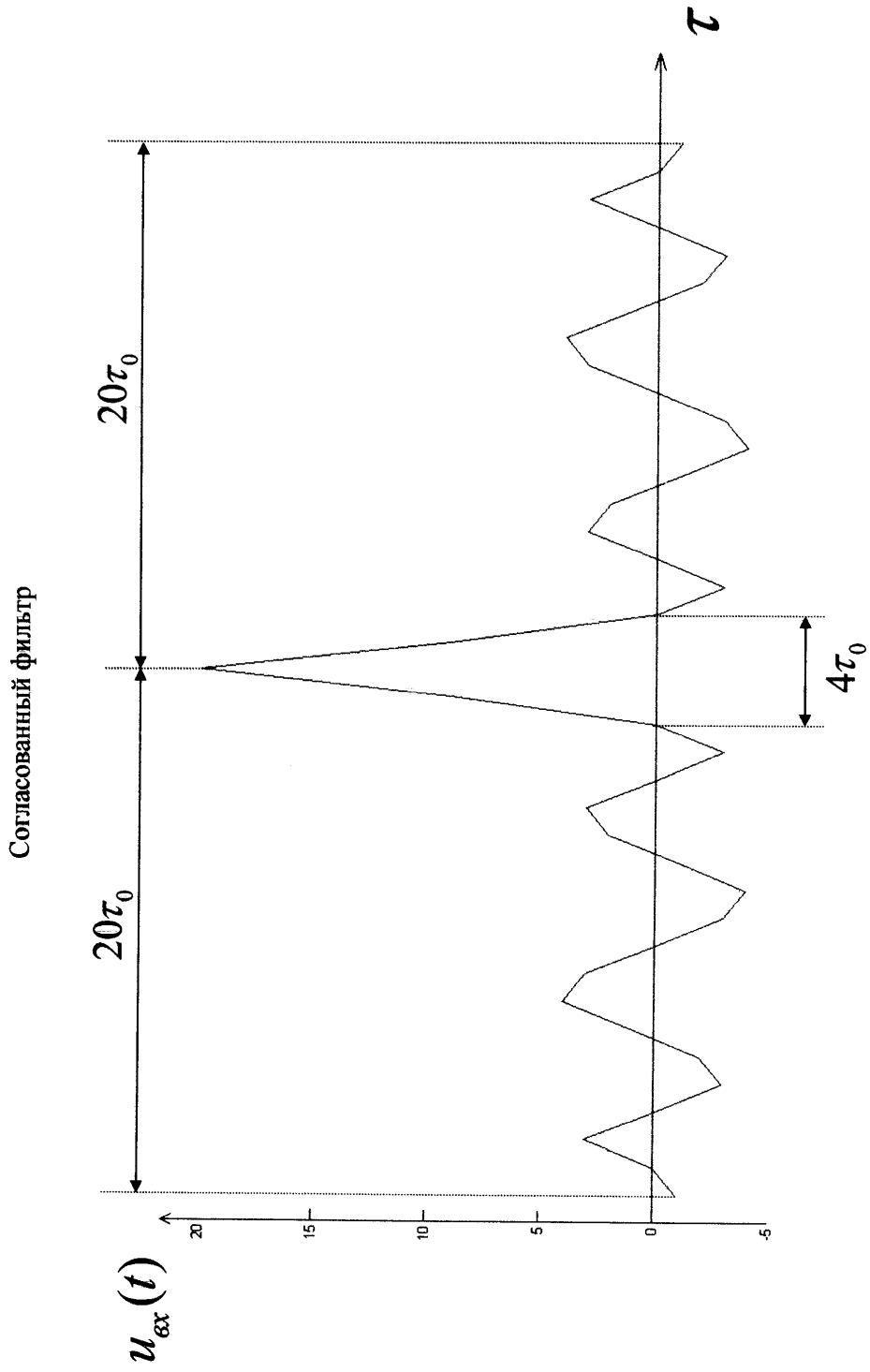
Согласованный фильтр



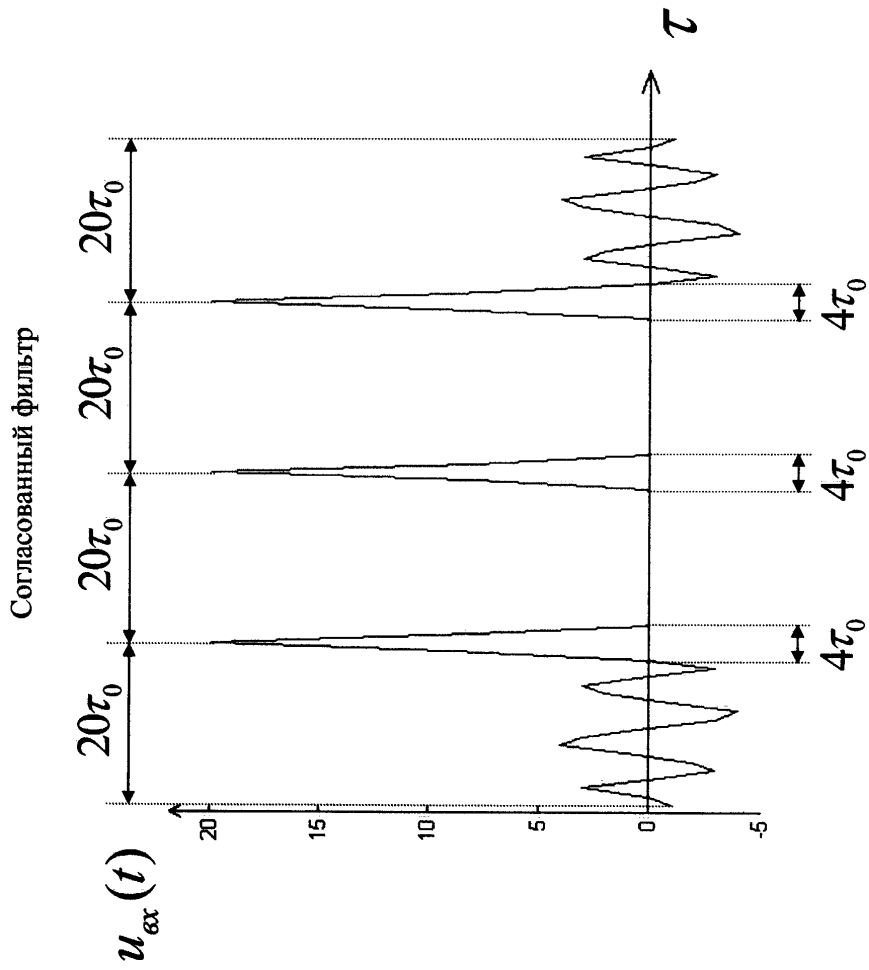
Фиг. 2

2

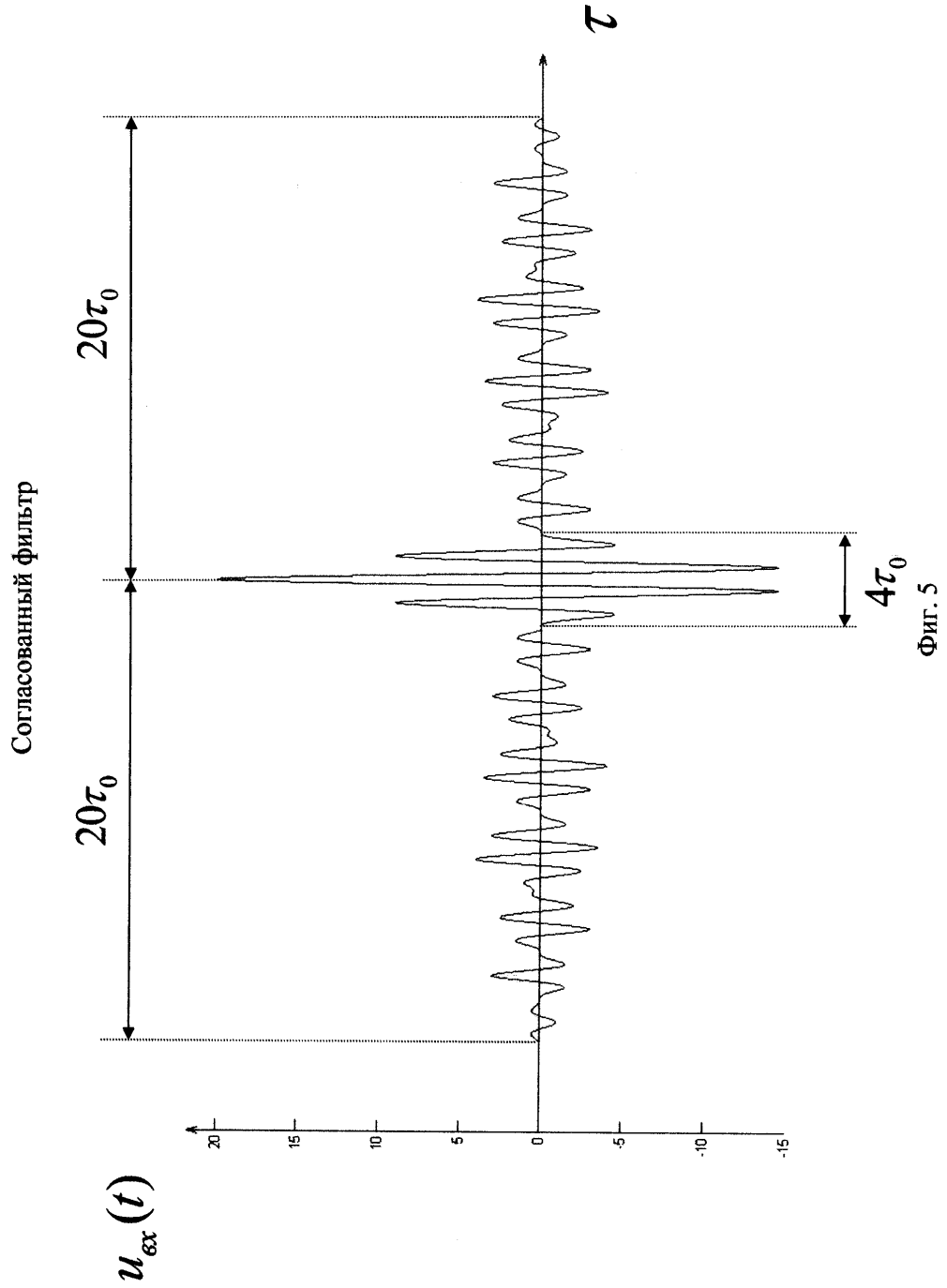




Фиг. 3

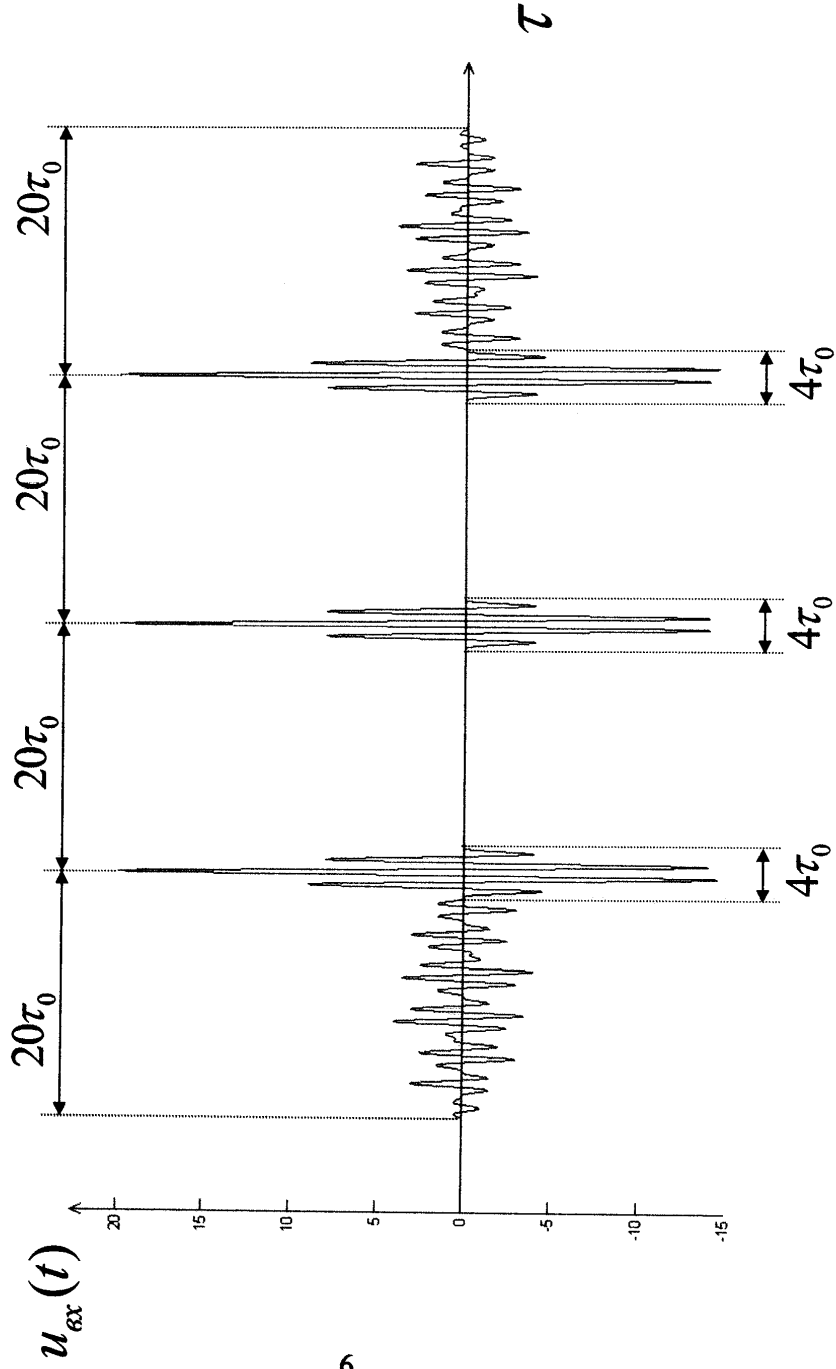


Фиг. 4



5

Согласованный фильтр



Фиг. 6