



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2009118892/09, 19.05.2009**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
19.05.2009

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **19.05.2009**(45) Опубликовано: **10.02.2011** Бюл. № 4(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2025901 C1, 30.12.1994. RU 2185029 C1, 10.07.2002. RU 2202152 C2, 10.04.2003. US 5361401 A, 01.11.1994. US 5432814 A, 11.07.1995.**

Адрес для переписки:

**355009, г.Ставрополь, ул. Пушкина, 1,
ГОУВПО СГУ, НИЧ**

(72) Автор(ы):

**Жук Александр Павлович (RU),
Сазонов Виктор Викторович (RU),
Жук Елена Павловна (RU),
Донченко Анатолий Анатольевич (RU),
Лягин Алексей Михайлович (RU),
Иванов Антон Сергеевич (RU),
Шиянов Алексей Владимирович (RU)**

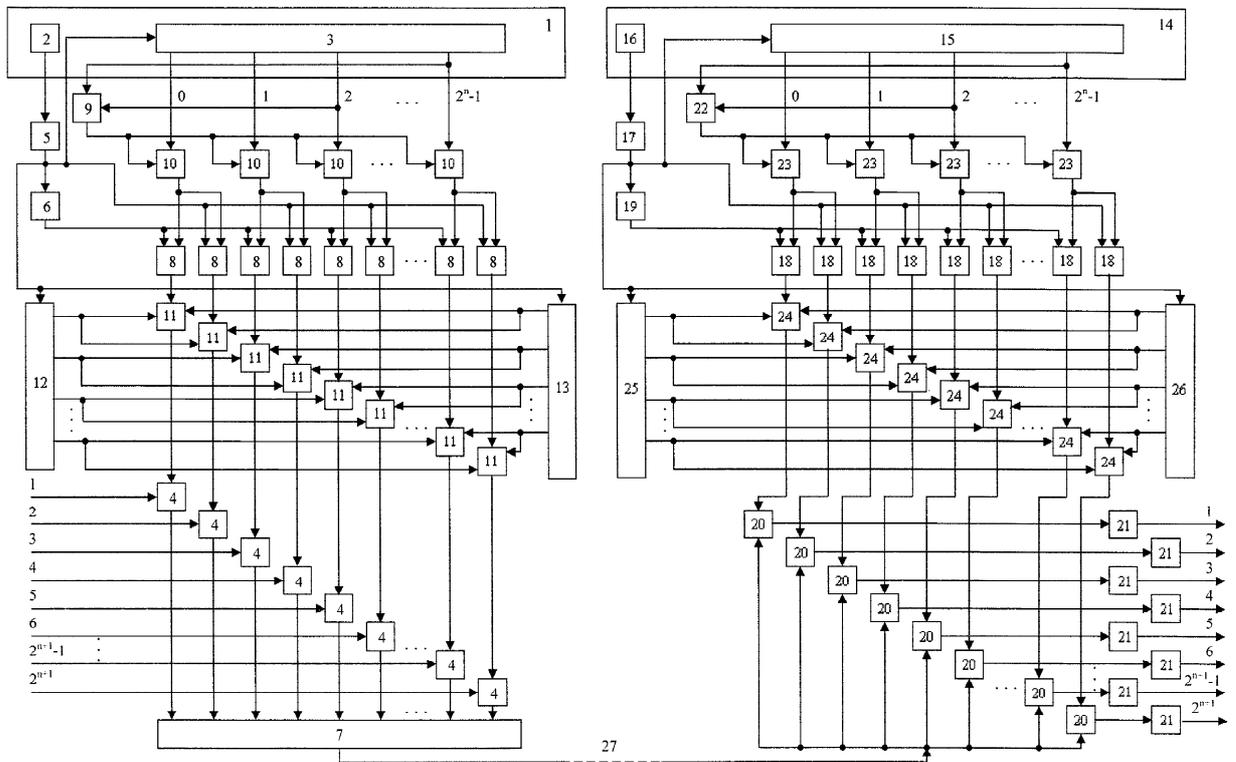
(73) Патентообладатель(и):

**Государственное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования Ставропольский
государственный университет (RU)****(54) ШИРОКОПОЛОСНАЯ СИСТЕМА РАДИОСВЯЗИ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к электросвязи. Достижимый технический результат - повышение помехоустойчивости используемых сигналов-переносчиков путем уменьшения амплитуд боковых пиков функции автокорреляции. Широкополосная система радиосвязи содержит линию связи, на передающей стороне: источники информации, умножители первой группы, сумматор, тактовый генератор, генератор функций Уолша, делитель частоты, элемент НЕ, коммутатор, умножители второй группы,

умножители третьей группы, два блока сигналов управления и усилители с переменным коэффициентом усиления, на приемной стороне: приемники информации, тактовый генератор, умножители первой группы, умножители второй группы, умножителей третьей группы, генератор функций Уолша, интеграторы, делитель частоты, два блока формирования сигналов управления и усилители с переменным коэффициентом усиления и элемент НЕ. 4 ил., 5 табл.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
H04B 7/216 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2009118892/09, 19.05.2009**

(24) Effective date for property rights:
19.05.2009

Priority:

(22) Date of filing: **19.05.2009**

(45) Date of publication: **10.02.2011 Bull. 4**

Mail address:

**355009, g.Stavropol', ul. Pushkina, 1, GOUVPO
SGU, NICH**

(72) Inventor(s):

**Zhuk Aleksandr Pavlovich (RU),
Sazonov Viktor Viktorovich (RU),
Zhuk Elena Pavlovna (RU),
Donchenko Anatolij Anatol'evich (RU),
L'jagin Aleksej Mihajlovich (RU),
Ivanov Anton Sergeevich (RU),
Shijanov Aleksej Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie
vysshego professional'nogo obrazovanija
Stavropol'skij gosudarstvennyj universitet (RU)**

(54) BROADBAND RADIO COMMUNICATION SYSTEM

(57) Abstract:

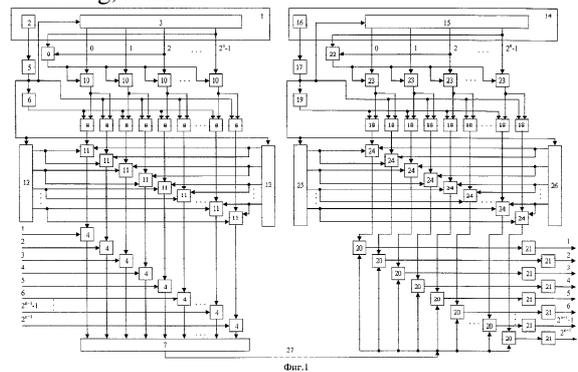
FIELD: radio engineering.

SUBSTANCE: broadband radio communication system comprises communication line, on transmitting side: sources of information, multipliers of the first group, summator, clock oscillator, Walsh function generator, frequency divider, element NOT, commutator, multipliers of the second group, multipliers of the third group, two units of control signals and amplifiers with alternating amplification ratio, at receiving side: receivers of information, clock oscillator, multipliers of the first group, multipliers of the second group, multipliers of the third group, Walsh function generator, integrators, frequency divider, two units of control signals formation and amplifiers

with alternating amplification ratio and element NOT.

EFFECT: increased noise immunity of used signals-carriers by reduction of amplitudes of side peaks of autocorrelation function.

3 dwg, 5 tbl



RU 2 411 654 C1

RU 2 411 654 C1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к электросвязи.

Известна система радиосвязи, содержащая на передающей стороне - преобразователь "аналог-цифра", генератор модифицированного кода Рида-Мюллера, модулятор-передатчик, передающую антенну, четырехразрядный счетчик, два двухвходовых элемента И, сумматор, сумматор по модулю два, трехвходовый элемент И, и управляемый инвертор; на приемной стороне - приемник, линию задержки, синхронный генератор, декодирующую матрицу, детектор максимального сигнала, матрицу цифрового преобразования, аппаратуру индикации и регистрации (см. патент Российской Федерации №2168864, кл. H04B 7/00, 2001 г.).

Однако сигналы, используемые в этой системе в качестве переносчиков канальной информации, обладают низкой помехоустойчивостью, поскольку боковые пики их функций автокорреляции (ФАК) имеют большие значения, а также имеют большую эффективную ширину спектра.

Наиболее близким по технической сути к предлагаемому изобретению является система передачи дискретной информации, содержащая на передающей стороне источники информации, умножители, сумматор, тактовый генератор, генератор функций Уолша, ключи, делитель частоты; на приемной стороне - умножители, тактовый генератор, генератор функций Уолша, интеграторы, приемники информации, ключи, делитель частоты, причем на передающей стороне выходы источников информации соединены с первыми входами умножителей, выход тактового генератора подключен к входу генератора функций Уолша и к входу делителя частоты, выход делителя частоты подключен к управляющим входам ключей, первый информационный вход каждого i -го (где $i=1 \dots, 2^n$) ключа подключен к 1-му выходу генератора функций Уолша, второй информационный вход каждого i -го ключа подключен к (2^n-1-i) -му выходу генератора функций Уолша, выход каждого ключа соединен со вторым входом соответствующего умножителя, выходы умножителей соединены с входами сумматора, выход которого подключен к линии связи; на приемной стороне выход тактового генератора подключен к входу генератора функций Уолша и к входу делителя частоты, выход которого подключен к управляющим входам ключей, первый информационный вход каждого i -го (где $i=1, \dots, 2^n$) ключа подключен к i -му выходу генератора функций Уолша, второй информационный вход каждого i -го ключа подключен к (2^n-1-i) -му выходу генератора функций Уолша, выход каждого ключа соединен со вторым входом соответствующего умножителя, первые входы умножителей подключены к линии связи, выходы умножителей соединены с входами интеграторов, выходы которых подключены к входам приемников информации (см. патент Российской Федерации №2025901, кл. H04J 11/00, 1994 г.).

Однако сигналы-переносчики канальной информации, используемые в этой системе, обладают низкой помехоустойчивостью, поскольку боковые пики их функций автокорреляции имеют значения, близкие к 1, а также имеют большую эффективную ширину спектра.

Целью изобретения является повышение помехоустойчивости системы передачи информации и эффективности использования полосы частот линии связи.

Раскрытие изобретения

Задачей изобретения является разработка широкополосной системы радиосвязи, которая позволит повысить помехоустойчивость используемых сигналов-переносчиков, посредством уменьшения амплитуд боковых пиков ФАК этих сигналов.

Технический результат

Технический результат, который может быть получен с помощью предлагаемого изобретения, сводится к повышению помехоустойчивости формируемых дискретных ортогональных сигналов-переносчиков, при повышении эффективности использования полосы частот линии связи.

Технический результат достигается тем, что в известную систему передачи дискретной информации, содержащую на передающей стороне источник информации, умножители первой группы, сумматор, тактовый генератор, генератор функций Уолша, делитель частоты, причем выход тактового генератора подключен к входу делителя частоты, выходы источников информации соединены с первыми входами умножителей первой группы, выходы умножителей первой группы соединены с входами сумматора, выход которого подключен к линии связи; содержащую на приемной стороне умножители первой группы, тактовый генератор, генератор функций Уолша, интеграторы, приемники информации, делитель частоты, причем выход тактового генератора подключен к входу делителя частоты, первые входы умножителей первой группы подключены к линии связи, выходы умножителей первой группы соединены с входами интеграторов, выходы которых подключены к входам приемников информации; введены на передающей стороне коммутатор, элемент НЕ, умножители второй группы, умножители третьей группы, два блока формирования сигналов управления и усилители с переменным коэффициентом усиления, причем выход делителя частоты подключен к входу элемента НЕ, тактовому входу генератора функций Уолша и первым входам четных умножителей второй группы, выход элемента НЕ подключен к первым входам нечетных умножителей второй группы, i -й выход, где $i=0, 2^n-1$, функции Уолша генератора функций Уолша подключен ко второму входу i -го умножителя третьей группы, выход второй функции Уолша генератора функций Уолша подключен к управляющему входу коммутатора, выход 2^n-1 -й функции Уолша генератора функций Уолша подключен к информационному входу коммутатора, выход коммутатора подключен к первым входам всех умножителей третьей группы, выход i -го умножителя третьей группы, подключен ко вторым входам двух умножителей второй группы, выходы умножителей второй группы подключены к информационным входам соответствующих усилителей с переменным коэффициентом усиления, тактовые входы блоков формирования сигналов управления соединены с выходом делителя частоты, j -е, выходы первого и второго блока формирования сигналов управления подключены соответственно к первому и второму управляющим входам двух усилителей с переменным коэффициентом усиления, выходы усилителей с переменным коэффициентом усиления соединены со вторыми входами умножителей первой группы, первые входы которых являются информационными входами системы; на приемной стороне в нее введены коммутатор, элемент НЕ, умножители второй группы, умножители третьей группы, два блока формирования сигналов управления и усилители с переменным коэффициентом усиления, причем выход делителя частоты подключен к входу элемента НЕ, тактовому входу генератора функций Уолша и первым входам четных умножителей второй группы, выход элемента НЕ подключен к первым входам нечетных умножителей второй группы, i -й выход, где $i=0, 2^n-1$, функции Уолша генератора функций Уолша подключен к первому входу i -го умножителя третьей группы, выход второй функции Уолша генератора функций Уолша подключен к управляющему входу коммутатора, выход 2^n-1 -й функции Уолша генератора функций Уолша подключен к информационному входу коммутатора,

выход коммутатора подключен ко вторым входам всех умножителей третьей группы, выход i -го умножителя третьей группы подключен ко вторым входам двух умножителей второй группы, выходы умножителей второй группы подключены к информационным входам соответствующих усилителей с переменным коэффициентом усиления, тактовые входы блоков формирования сигналов управления соединены с выходом делителя частоты, j -е, выходы первого и второго блока формирования сигналов управления подключены соответственно к первому и второму управляющим входам двух усилителей с переменным коэффициентом усиления, выходы усилителей с переменным коэффициентом усиления соединены со вторыми входами умножителей первой группы.

Краткое описание чертежей

На фиг.1 представлена функциональная схема заявляемой системы, на фиг.2 представлены временные диаграммы, поясняющие процесс формирования переносчиков канальной информации, на фиг.3 представлен вид сигналов-переносчиков канальной информации с числом элементов $N=16$, на фиг.4 представлены значения функций автокорреляции сигналов, формируемых прототипом и заявляемой системой.

Осуществление изобретения

На фиг.1 приведена функциональная схема, содержащая передающую сторону 1, тактовый генератор 2, генератор 3 функций Уолша, умножители 4 первой группы, делитель 5 частоты, элемент 6 НЕ, сумматор 7, умножители 8 второй группы, коммутатор 9, умножители 10 третьей группы, усилители 11 с переменным коэффициентом усиления, блоки 12 и 13 формирования сигналов управления; приемную сторону 14, генератор 15 функций Уолша, тактовый генератор 16, делитель 17 частоты, умножители 18 второй группы, элемент 19 НЕ, умножители 20 первой группы, интеграторы 21, коммутатор 22, умножители 23 третьей группы, усилители 24 с переменным коэффициентом усиления, блоки 25 и 26 формирования сигналов управления; линию 27 связи, причем на передающей стороне 1 выход тактового генератора 2 подключен к входу делителя 5 частоты, выход 5 делителя частоты подключен к входу элемента 6 НЕ, тактовому входу генератора 3 функций Уолша, тактовыми входами блоков 12 и 13 формирования сигналов управления и первым входами четных умножителей 8 второй группы, выход элемента 6 НЕ подключен к первым входам нечетных умножителей 8 второй группы, выход i -й ($i=0, 2^n-1$) функции Уолша генератора 3 функций Уолша подключен к первому входу i -го умножителя 10 третьей группы, выход второй функции Уолша генератора 3 функций Уолша подключен к управляющему входу коммутатора 9, выход 2^n-1 -й функции Уолша генератора 3 функций Уолша подключен к информационному входу коммутатора 9, выход коммутатора 9 подключен ко вторым входам всех умножителей 10 третьей группы, выход i -го умножителя 10 третьей группы подключен ко вторым входам двух умножителей 8 второй группы, выходы которых подключены к информационным входам соответствующих усилителей 11 с переменным коэффициентом усиления, выходы блоков 12 и 13 формирования сигналов управления соединены с управляющими входами двух усилителей 11 с переменным коэффициентом усиления, выходы которых подключены ко вторым входам умножителей 4 первой группы, первые входы умножителей 4 первой группы являются информационными входами системы, а выходы умножителей 4 первой группы соединены с входами сумматора 7, выход которого соединен с входом линии 27 связи; на приемной стороне 14 выход тактового генератора 16 подключен к входу

делителя 17 частоты, выход делителя 17 частоты подключен к входу элемента 19 НЕ, тактовому входу генератора 15 функций Уолша, тактовыми входами блоков 25 и 26 формирования сигналов управления и первым входам четных умножителей 18 второй группы, выход элемента 19 НЕ подключен к первым входам нечетных
 5 умножителей 18 второй группы, выход i -й ($i=0, 2^n-1$) функции Уолша генератора 15 функций Уолша подключен к первому входу i -го умножителя 23 третьей группы, выход второй функции Уолша генератора 15 функций Уолша подключен к управляющему входу коммутатора 22, выход 2^n-1 -й функции Уолша генератора 15 функций Уолша подключен к информационному входу коммутатора 22, выход коммутатора 22 подключен ко вторым входам всех умножителей 23 третьей группы, выход i -го умножителя 23 третьей группы подключен ко вторым входам двух умножителей 18 второй группы, выходы которых подключены к информационным
 10 входам соответствующих усилителей 24 с переменным коэффициентом усиления, выходы блоков 25 и 26 формирования сигналов управления соединены с управляющими входами двух усилителей 24 с переменным коэффициентом усиления, выходы которых подключены соответственно ко вторым входам умножителей 20 первой группы, первые входы умножителей 20 первой группы соединены с выходом линии связи 27, а выходы умножителей 20 первой группы соединены соответственно с информационными входами интеграторов 21, выходы которых являются выходами системы.

На фиг.2 приведены временные диаграммы, поясняющие принцип работы заявляемой системы при $i=0,7$ ($n=3$), иллюстрирующие процесс формирования переносчиков канальной информации в случае поступления на первые входы, соответствующих умножителей 4 первой группы, единицы и нуля. На временных диаграммах показано временное состояние:

- а) выхода тактового генератора 2;
- б) выхода делителя 5 частоты;
- в) выхода элемента 6 НЕ;
- г) выхода функции $Wal(2^n-1, \Theta)$ генератора 3 функций Уолша;
- д) выхода функции $Wal(2, \Theta)$ генератора 3 функций Уолша;
- е) выхода коммутатора 9;
- ж) выхода генератора 3 функций Уолша, на котором формируется функция $Wal(5, \Theta)$;
- з) выхода умножителя 10, формирующего сигнал $P(5, \Theta)$;
- и) выхода нечетного умножителя 8 второй группы, формирующего сигнал $S^1(5, \Theta)$;
- к) выхода четного умножителя 8 второй группы, формирующего сигнал $S^2(5, \Theta)$;
- л) выхода блока 12 формирования сигналов управления;
- м) выхода блока 13 формирования сигналов управления;
- н) выхода первого усилителя 11 с переменным коэффициентом усиления, на
 45 котором формируется последовательность $Z^1(5, \Theta)$;
- о) выхода второго усилителя 11 с переменным коэффициентом усиления, на котором формируется последовательность $Z^2(5, \Theta)$;
- п) первого входа первого умножителя 4 первой группы, на который поступает "1";
- р) первого входа второго умножителя 4 первой группы, на который поступает "0";
- с) выхода первого умножителя 4 первой группы;
- т) выхода второго умножителя 4 первой группы.

Система работает следующим образом. На первые входы первых умножителей 4

поступает дискретная информация в виде "0" или "1". Длительность нуля или единицы равна длительности переносчика, поступающего на второй вход умножителей 4.

При поступлении импульсов с выхода тактового генератора 2 через делитель 5 частоты на тактовый вход генератора 3 функций Уолша на выходах генератора 3 формируются функции Уолша, поступающие на первые входы соответствующих умножителей 10 третьей группы.

На управляющий вход коммутатора 9 поступает функция Уолша $Wal(2, \theta)$, а на информационный вход - функция Уолша $Wal(2^n-1, \theta)$.

Коммутатор 9 функционирует следующим образом. При поступлении на его управляющий вход положительного напряжения на выходе коммутатора 9 формируется сигнал, поступающий на его информационный вход. При подаче на управляющий вход отрицательного напряжения на выходе коммутатора 9 формируется отрицательное напряжение.

Таким образом, в течение периода T функций Уолша на выходе коммутатора 9 формируется знаковая функция, представляющая собой на отрезке времени $[0, T/4]$ функцию Уолша $Wal(7, \theta)$, на отрезке времени $[T/4, 3T/4]$ - отрицательное напряжение, на отрезке времени $[3T/4, T]$ - опять функцию Уолша $Wal(7, \theta)$.

В умножителях 10 третьей группы осуществляется перемножение всех функций Уолша на знаковую функцию, формируемую на выходе коммутатора 9.

С выходов умножителей 10 третьей группы сигналы поступают на вторые входы соответствующих умножителей 8 второй группы. На первые входы нечетных умножителей 8 второй группы поступают стробирующие импульсы с выхода делителя 5 частоты, а на первые входы четных умножителей - с выхода элемента 6 НЕ.

В результате на выходах умножителей 8 второй группы формируется одновременно 2^{n+1} дискретных ортогональных функций, причем из каждого сигнала, получаемого на выходе соответствующего умножителя 10 третьей группы, формируются две дискретные ортогональные функции.

Формируемые дискретные ортогональные функции поступают на входы усилителей 11 с переменным коэффициентом усиления, которые работают таким образом, что коэффициент их усиления изменяется в зависимости от управляющей информации, поступающей от блоков 12 и 13 формирования сигналов управления.

На тактовые входы блоков 12 и 13 формирования сигналов управления поступают стробирующие импульсы с выхода делителя 5 частоты, которые обеспечивают их синхронную работу совместно с другими элементами устройства.

Блоком 12 формирования сигналов управления формируется матрица:

$$M1 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Блоком 13 формирования сигналов управления формируется матрица:

$$M2 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Сигналы с i -х выходов блока 12 формирования сигналов управления в виде строк матрицы (1) поступают на первые управляющие входы двух усилителей 11 с переменным коэффициентом усиления, сигналы с i -х выходов блока 13 формирования сигналов управления в виде строк матрицы (2) поступают на вторые управляющие входы двух усилителей 11 с переменным коэффициентом усиления. Коэффициент усиления усилителей 11 с переменным коэффициентом усиления зависит от комбинации управляющих сигналов на их управляющих входах, в соответствии с таблицей 1.

В результате изменения коэффициентов усиления усилителей 11 с переменным коэффициентом усиления под воздействием управляющих сигналов блоков 12 и 13 формирования сигналов управления, на их выходах формируется 2^{n+1} многоуровневых сигналов-переносчиков канальной информации, с улучшенными корреляционными свойствами.

Таблица 1		
Коэффициенты усиления усилителей с переменным коэффициентом усиления		
Первый управляющий вход	Второй управляющий вход	Коэффициент усиления
0	0	5,5
0	1	3,9
1	0	1,7
1	1	1,2

Таким образом, на входы умножителей 4 поступают переносчики канальной информации, которые умножаются на "1" или "0" в зависимости от того, что поступает на первый вход соответствующего умножителя 4, после чего результаты умножения через сумматор 7 поступают в линию связи.

На приемной стороне групповой сигнал поступает на входы умножителей 20. На другие входы умножителей 20 в это время поступают опорные сигналы с выходов соответствующих усилителей 24, которые формируются аналогично переносчикам канальной информации на передающей стороне. В умножителях 20 производится умножение группового сигнала на соответствующие опорные сигналы и результаты перемножения в течение длительности переносчиков канальной информации интегрируются в соответствующих интеграторах 21, на выходах которых формируется исходная дискретная информация.

На фиг.3 приведены сигналы-переносчики канальной информации, формируемые заявляемой системой.

На фиг.4 приведены значения функций автокорреляции сигналов-переносчиков, формируемых прототипом и заявляемой системой.

Важной характеристикой периодической псевдощумовой последовательности является ее периодическая автокорреляционная функция, которая обычно

определяется через слагаемые биполярной последовательности так

$$\phi(j) = \sum_{i=1}^n (2b_i - 1)(2b_{i+j} - 1), \quad 0 \leq j \leq n - 1, \quad (3)$$

где n - период.

Ясно, что $\phi(j+pn)=\phi(j)$ для любого целого g .

В идеале псевдослучайная последовательность должна иметь автокорреляционную функцию со свойством $\phi(0)=n$ и $\phi(j)=0$ для $1 \leq j \leq n-1$ (Прокис Дж. Цифровая связь. Пер. с англ. / Под ред. Д.Д.Кловского. - М.: Радио и связь, 2000, - с.624).

Известно, что хорошим синхронизирующим кодовым словом является то, которое имеет малое абсолютное значение "побочных максимумов корреляции". Побочный максимум корреляции это значение корреляции кодового слова с собственной смещенной версией (Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. 2-е издание: Пер. с англ. - М.: Издательский дом "Вильямс", 2003, - с.660).

Сигналы, обладающие меньшими по амплитуде боковыми пиками автокорреляционной функции, являются более помехоустойчивыми.

Значения боковых пиков функции автокорреляции, которые обычно меньше основного, зависят от реально используемой кодовой последовательности и являются следствием частичной корреляции кодовой последовательности с той же кодовой последовательностью, сдвинутой во времени. При возникновении таких боковых пиков функции автокорреляции, способность приемника (системы связи, использующей сигналы определенного класса) к установлению надежной синхронизации ухудшается, поскольку в этом случае он должен различать основной и максимальный боковой пик функции автокорреляции (см. Диксон Р.К. Широкополосные системы. - М.: Связь, 1979, - с.67).

С использованием разработанного алгоритма синтеза и ПЭВМ авторами была синтезирована система дискретных ортогональных многоуровневых сигналов, используемая заявляемой широкополосной системой радиосвязи, имеющая лучшие автокорреляционные функции, чем у систем сигналов, формируемых аналогом и прототипом.

Для сигналов, формируемых аналогом, прототипом и заявляемой системой, были рассчитаны максимальные боковые пики автокорреляционных функций. Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Максимальные боковые пики автокорреляционных функций сигналов, формируемых аналогом, прототипом и заявляемой системой				
Устройство Показатель	Аналог	Прототип	Заявляемая система	
Максимальный боковой пик АКФ	0,3125	0,5	0,13	

Как следует из таблицы 2, выигрыш по величине максимального бокового пика автокорреляционной функции у сигналов, формируемых заявляемой системой, по отношению к сигналам, формируемым аналогом, составляет величину 0,1825, а по отношению к сигналам, формируемым прототипом, 0,37.

Оценим величину выигрыша в помехоустойчивости сигналов, формируемых заявляемой системой, по отношению к сигналам, формируемым аналогом и прототипом. Воспользуемся соотношением, связывающим величину максимального бокового пика АКФ используемых в системе связи сигналов и требуемое отношение сигнал/шум, которое необходимо обеспечить в ней для ее устойчивого функционирования (см. Варакин Л.Е. Обнаружение сложных сигналов и измерение их

параметров. //Радиотехника и электроника. №8, 1973. - с.1594)

$$R_{\text{макс}} \leq 1 - \frac{\beta}{q}, \quad (4)$$

где q - отношение сигнал/шум [дБ].

Определим по соотношению (4) величину выигрыша по отношению сигнал/шум от применения сигналов, формируемых заявляемой системой. Для этого найдем значение отношения сигнал/шум, необходимое для устойчивой работы системы связи при применении сигналов, формируемых аналогом, прототипом и системой. Результаты расчетов показывают, что для сигналов, формируемых аналогом, прототипом и заявляемой системой, потребуется обеспечить следующее отношение сигнал/шум:

$$q_{\text{аналога}} = 8,727 \text{ дБ};$$

$$q_{\text{прототипа}} = 12 \text{ дБ};$$

$$q_{\text{заявл. сист}} = 6,897 \text{ дБ}.$$

Следовательно, выигрыш по отношению сигнал/шум от применения сигналов, формируемых заявляемой системой, по сравнению с аналогом составляет 1,830 дБ, а по сравнению с прототипом составляет 5,103 дБ.

На эффективность использования полосы частот канала связи системой сигналов оказывает влияние смещение их спектров по частоте.

Если ширину спектра i -го сигнала обозначить F_i а ширину полосы частот, занимаемую системой сигналов, обозначить $F_{\text{сист}}$, то спектры всех сигналов имеют одинаковую ширину и занимают одну и ту же полосу частот, при условии

$$F_i = F_{\text{сист}}.$$

При различной ширине спектров $F_{\text{сист}}$ определяется максимальной шириной спектра $F_{\text{макс}}$ самого широкополосного сигнала в ансамбле

$$F_{\text{сист}} = F_{\text{макс}}.$$

Если с изменением номеров i сигналов их спектры смещаются по частоте, определение $F_{\text{сист}}$ должно учитывать такое смещение (см. Варакин Л.Е. Теория систем сигналов. - М.: Советское радио, 1978, - с.11).

Для оценки ширины спектра дискретного сигнала в ансамбле воспользуемся формулой

$$\frac{W_k^2}{W_0^2} = \frac{T}{\Delta t_k} [1 - R_k(\Delta t_k)], \quad (5)$$

из которой следует, что на занимаемую полосу частот сигналом влияет первый боковой пик ФАК этого сигнала (см. Попенко В.С. Оценка ширины спектров дискретных сигналов. // Радиотехника. №11, 1996. - С.59).

Для сигналов, формируемых аналогом, прототипом и заявляемой системой, были рассчитаны значения первых боковых пиков ФАК и отношений эффективной ширины спектра анализируемых сигналов к эффективной ширине спектра эталонного сигнала, в качестве которого выбран прямоугольный импульс единичной амплитуды и такой же длительности. Результаты расчетов представлены в таблицах 3, 4 и 5 соответственно.

Все спектры сигналов, входящих в ансамбль, используемый в заявляемой широкополосной системе радиосвязи, имеют одинаковую ширину и занимают одну и ту же полосу частот, т.е. $F_{\text{сист}} = F_i$ ($F_{\text{сист}}$ - ширина полосы частот, занимаемая системой сигналов; F_i - ширина спектра i -го одиночного сигнала). Анализ таблиц 3, 4 и 5 позволяет сделать вывод, что в устройствах, принятых в качестве аналога и прототипа, имеется смещение частотных спектров, а в заявляемой системе его нет.

Таблица 3

Первые боковые пики ФАК и отношение ширины спектра сигналов, используемых аналогом

Номер последовательности k	Значение первого бокового пика ФАК	Отношение ширины спектра
1	0,0625	15
2	-0,0625	17
3	-0,0625	17
4	0,0625	15
5	-0,0625	17
6	0,0625	15
7	0,0625	15
8	-0,0625	17
9	-0,0625	17
10	0,0625	15
11	0,0625	15
12	-0,0625	17
13	0,0625	15
14	-0,0625	17
15	-0,0625	17
16	0,0625	15

Таблица 4

Первые боковые пики ФАК и отношение ширины спектра сигналов, используемых прототипом

Номер последовательности k	Значение первого бокового пика ФАК	Отношение ширины спектра
1	0,125	7
2	-0,125	9
3	0,125	7
4	-0,125	9
5	0,125	7
6	-0,125	9
7	0,125	7
8	-0,125	9

Таблица 5

Первые боковые пики ФАК и отношение ширины спектра сигналов, используемых заявляемой широкополосной системой радиосвязи

Номер последовательности k	Значение первого бокового пика ФАК	Отношение ширины спектра
1	0	16
2	0	16
3	0	16
4	0	16
5	0	16
6	0	16
7	0	16
8	0	16
9	0	16
10	0	16
11	0	16
12	0	16
13	0	16
14	0	16
15	0	16
16	0	16

Введение после каждого элемента исходного сигнала длительностью Δt паузы длительностью Δt приводит к тому, что число элементов и соответственно

длительность переносчиков увеличивается в 2 раза. Следовательно, пропускная способность по одному каналу уменьшается в 2 раза по сравнению с прототипом. Однако поскольку количество переносчиков также увеличивается вдвое, пропускная способность системы остается неизменной.

5 Система сигналов, используемых в заявляемой широкополосной системе радиосвязи, как и системы сигналов, используемые в аналоге и прототипе, являются ортогональными. В этом легко убедиться путем перемножения двух сигналов, входящих в одну систему.

10 Таким образом, использование предлагаемой системы позволяет увеличить помехоустойчивость, за счет уменьшения отношения сигнал/шум, а также повысить эффективность использования полосы частот линии связи.

Формула изобретения

15 Широкополосная система радиосвязи, содержащая на передающей стороне источники информации, множители первой группы, сумматор, тактовый генератор, генератор функций Уолша, делитель частоты, причем выход тактового генератора подключен к входу делителя частоты, выходы источников информации соединены с
20 первыми входами умножителей первой группы, выходы умножителей первой группы соединены с входами сумматора, выход которого подключен к линии связи; содержащая на приемной стороне умножители первой группы, тактовый генератор, генератор функций Уолша, интеграторы, приемники информации, делитель частоты, причем выход тактового генератора подключен к входу делителя частоты, первые
25 входы умножителей первой группы подключены к линии связи, выходы умножителей первой группы соединены с входами интеграторов, выходы которых подключены к входам приемников информации, отличающаяся тем, что на передающей стороне в нее введены коммутатор, элемент НЕ, умножители второй группы, умножители
30 третьей группы, два блока формирования сигналов управления и усилители с переменным коэффициентом усиления, причем выход делителя частоты подключен к входу элемента НЕ, тактовому входу генератора функций Уолша и первым входам соответствующих четных умножителей второй группы, выход элемента НЕ подключен к первым входам соответствующих нечетных умножителей второй
35 группы, i -й выход, где $i=0, 2^n-1$, функции Уолша генератора функций Уолша подключен к второму входу i -го умножителя третьей группы, выход второй функции Уолша генератора функций Уолша подключен к управляющему входу коммутатора, 2^n-1 -й выход функции Уолша генератора функций Уолша подключен к
40 информационному входу коммутатора, выход коммутатора подключен к первым входам всех умножителей третьей группы, выход i -го умножителя третьей группы подключен к вторым входам соответствующих двух умножителей второй группы, выходы умножителей второй группы подключены к информационным входам соответствующих усилителей с переменным коэффициентом усиления, тактовые входы
45 блоков формирования сигналов управления соединены с выходом делителя частоты, j -е, где $j=1, 2^{n+1}$, выходы первого блока формирования сигналов управления подключены соответственно к первым управляющим входам соответствующих двух усилителей с переменным коэффициентом усиления, j -е, где $j=1, 2^{n+1}$, выходы второго
50 блока формирования сигналов управления подключены соответственно к вторым управляющим входам соответствующих двух усилителей с переменным коэффициентом усиления, выходы усилителей с переменным коэффициентом усиления соединены с вторыми входами соответствующих умножителей первой группы, первые

входы которых являются информационными входами системы; на приемной стороне в нее введены коммутатор, элемент НЕ, умножители второй группы, умножители третьей группы, два блока формирования сигналов управления и усилители с переменным коэффициентом усиления, причем выход делителя частоты подключен к входу элемента НЕ, тактовому входу генератора функций Уолша и первым входам соответствующих четных умножителей второй группы, выход элемента НЕ подключен к первым входам соответствующих нечетных умножителей второй группы, i -й выход, где $i=0, 2^n-1$, функции Уолша генератора функций Уолша подключен к первому входу i -го умножителя третьей группы, выход второй функции Уолша генератора функций Уолша подключен к управляющему входу коммутатора, выход 2^n-1 -й функции Уолша генератора функций Уолша подключен к информационному входу коммутатора, выход коммутатора подключен к вторым входам всех умножителей третьей группы, выход i -го умножителя третьей группы подключен к вторым входам соответствующих двух умножителей второй группы, выходы умножителей второй группы подключены к информационным входам соответствующих усилителей с переменным коэффициентом усиления, тактовые входы блоков формирования сигналов управления соединены с выходом делителя частоты, j -е, где $j=1, 2^{n+1}$, выходы первого блока формирования сигналов управления подключены соответственно к первым управляющим входам соответствующих двух усилителей с переменным коэффициентом усиления, j -е, где $j=1, 2^{n+1}$, выходы второго блока формирования сигналов управления подключены соответственно к вторым управляющим входам соответствующих двух усилителей с переменным коэффициентом усиления, выходы усилителей с переменным коэффициентом усиления соединены с вторыми входами соответствующих умножителей первой группы.

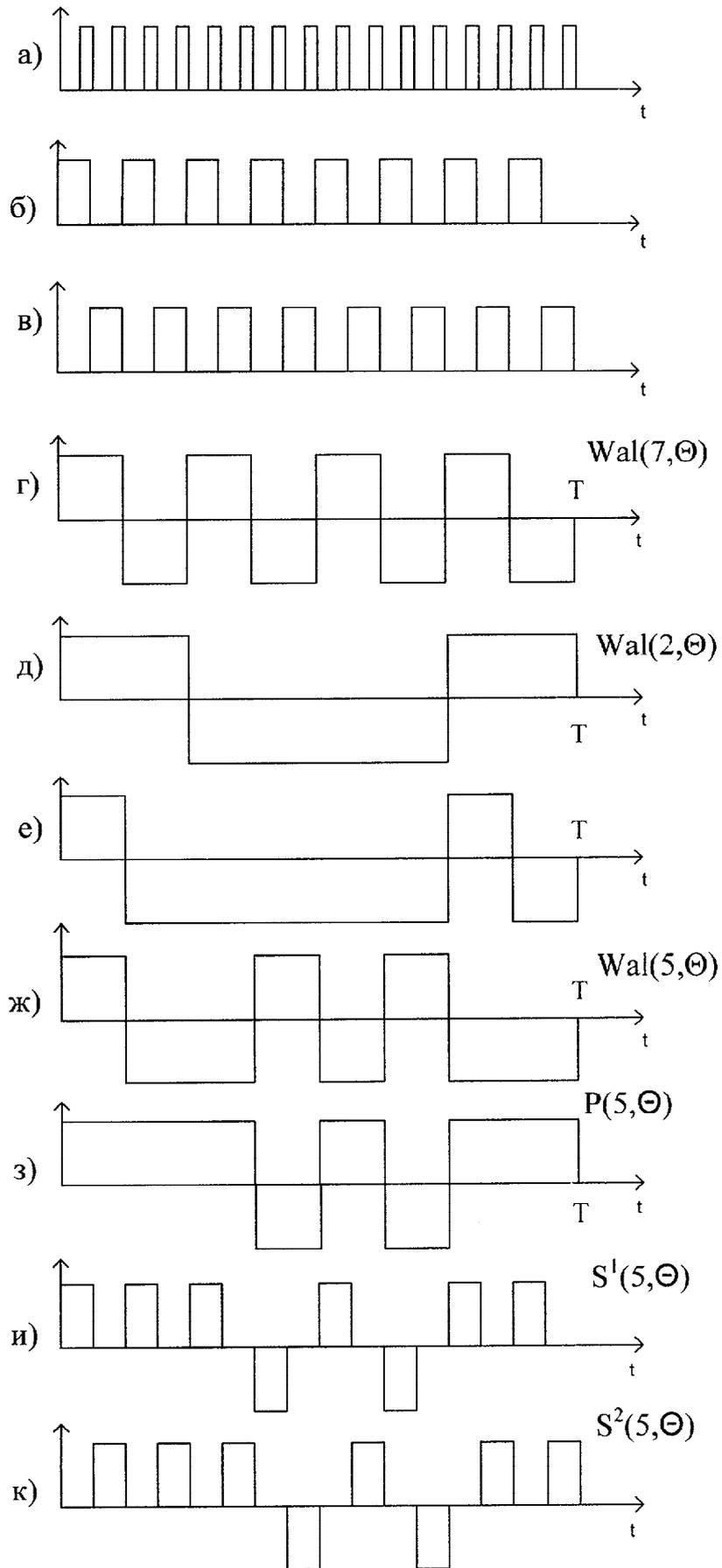
30

35

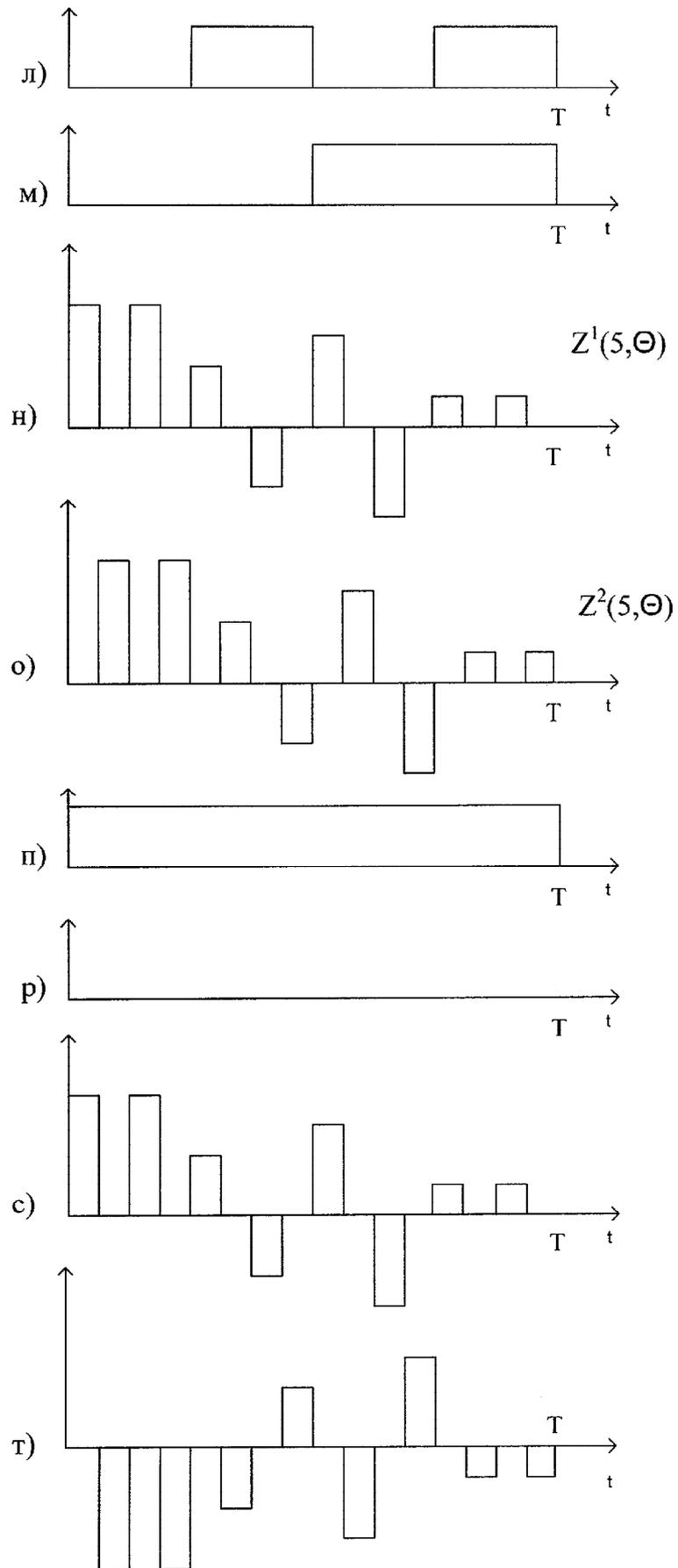
40

45

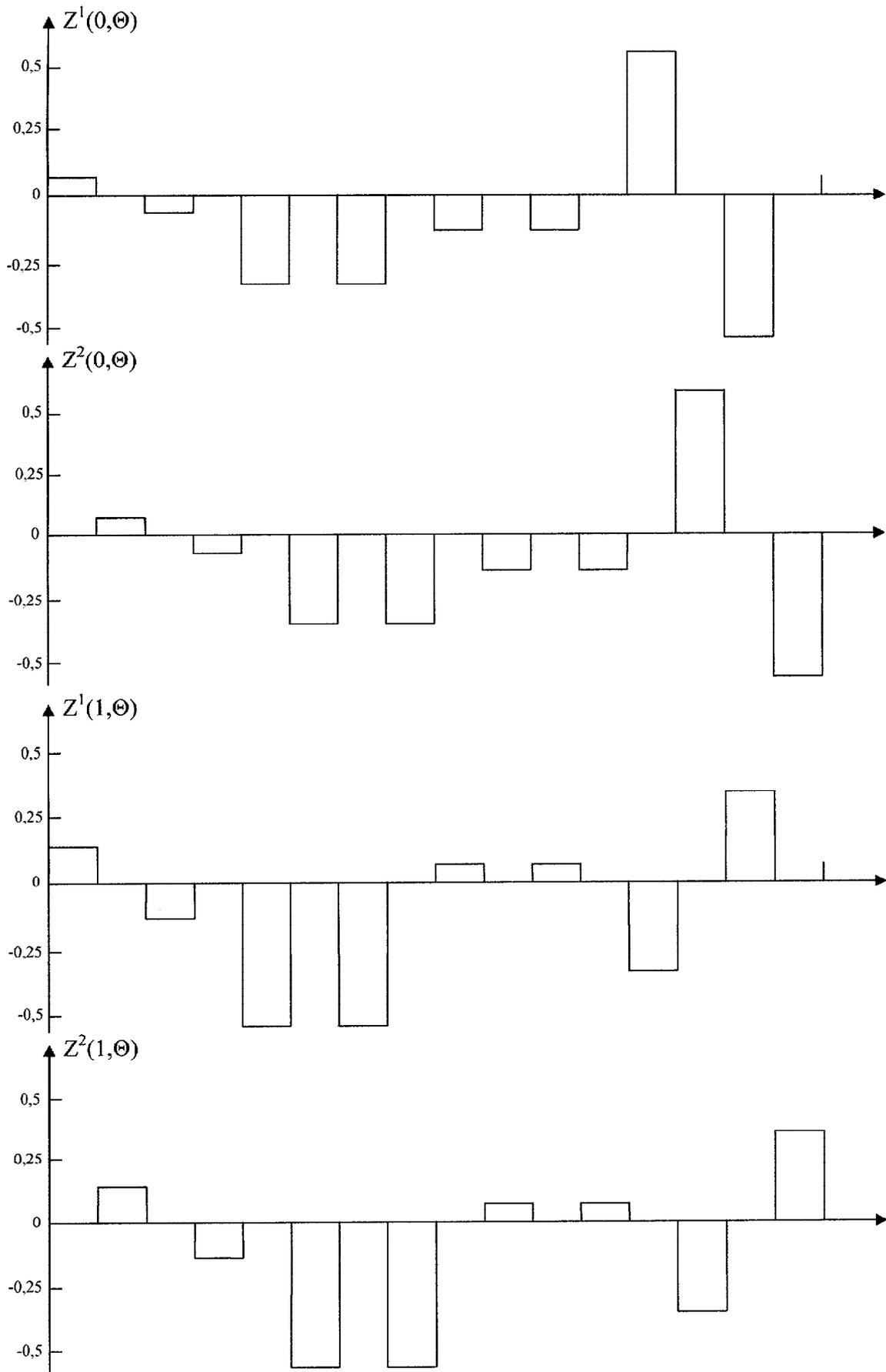
50



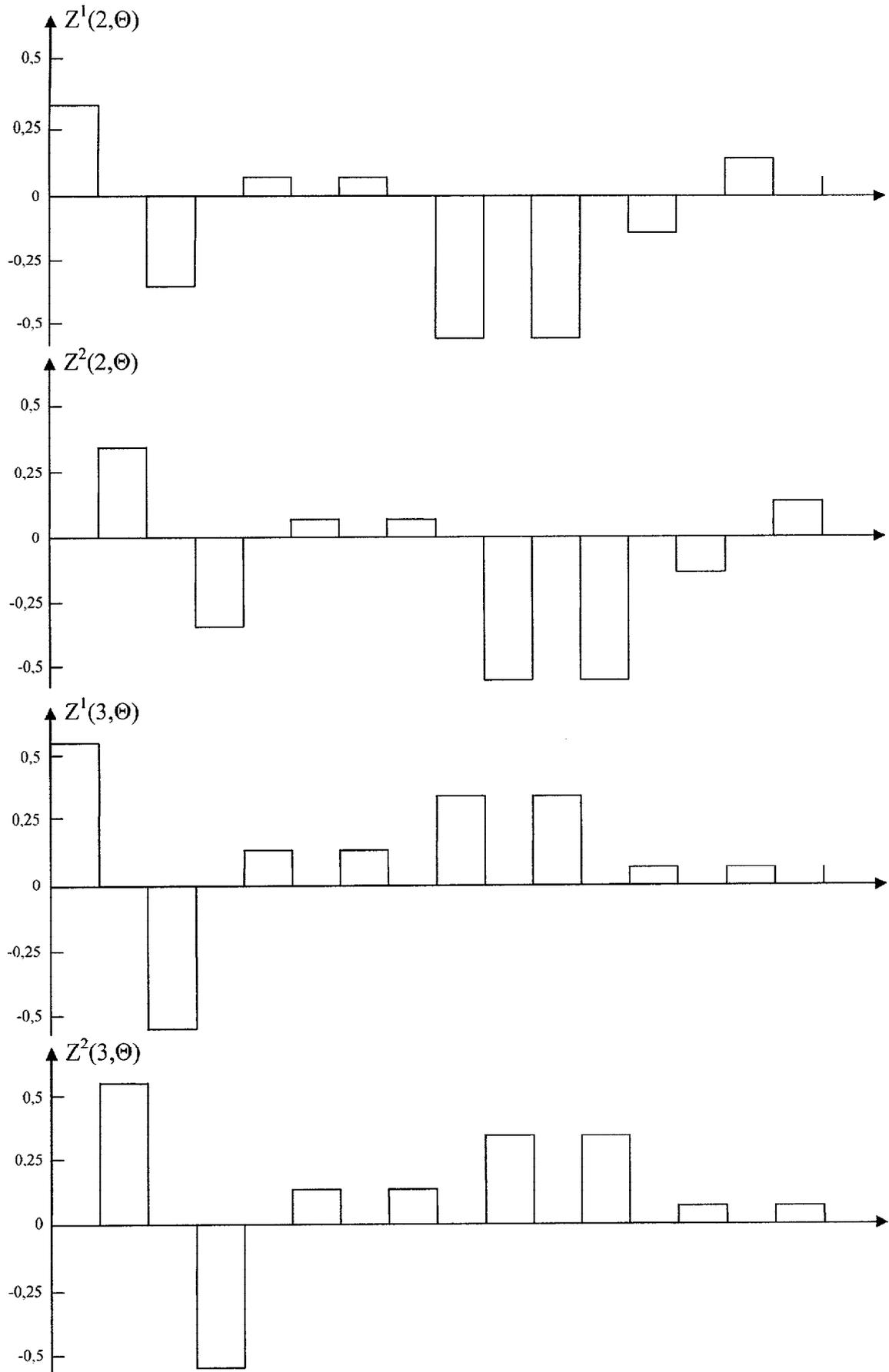
Фиг. 2



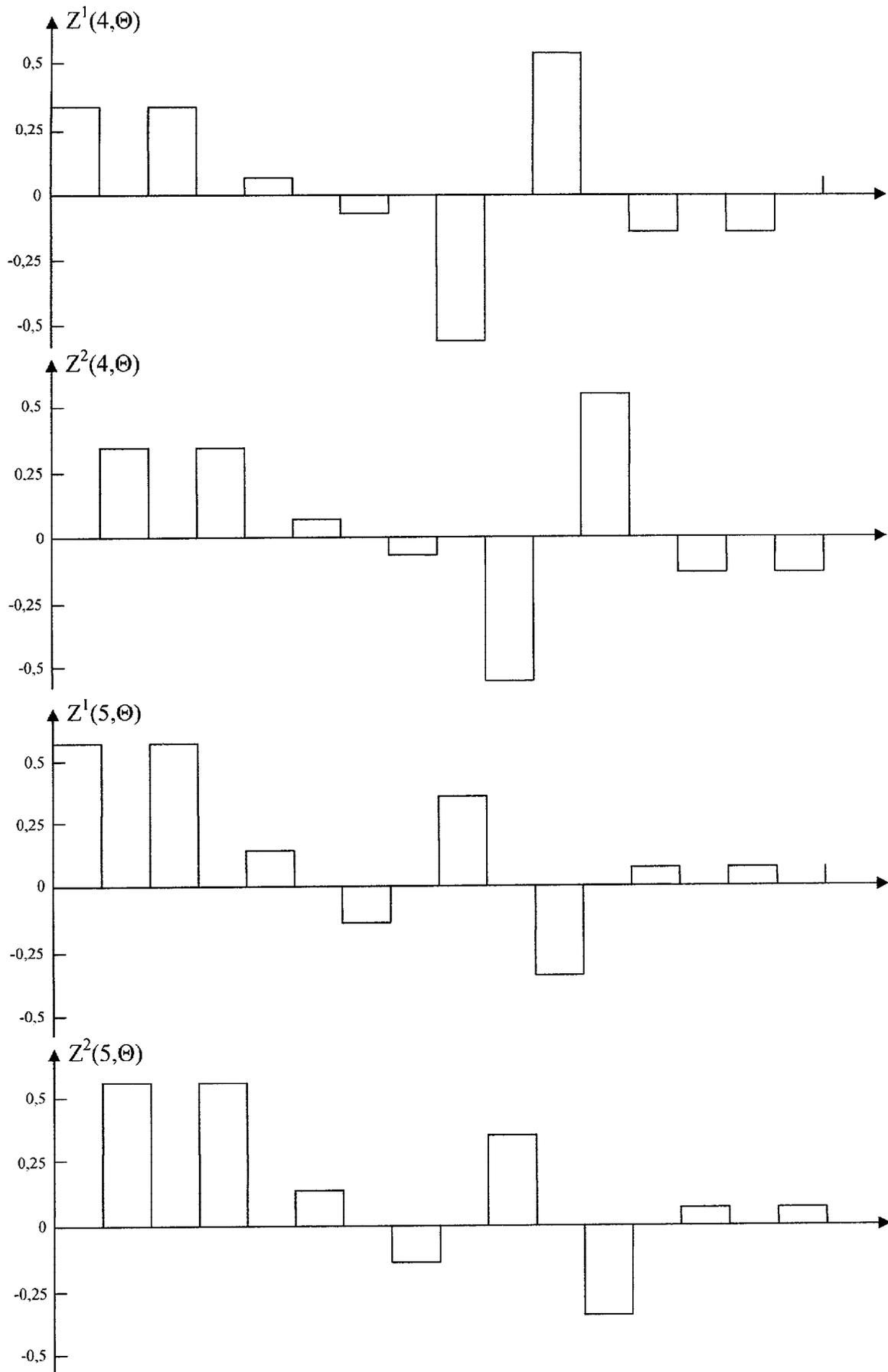
Фиг. 2 (окончание)



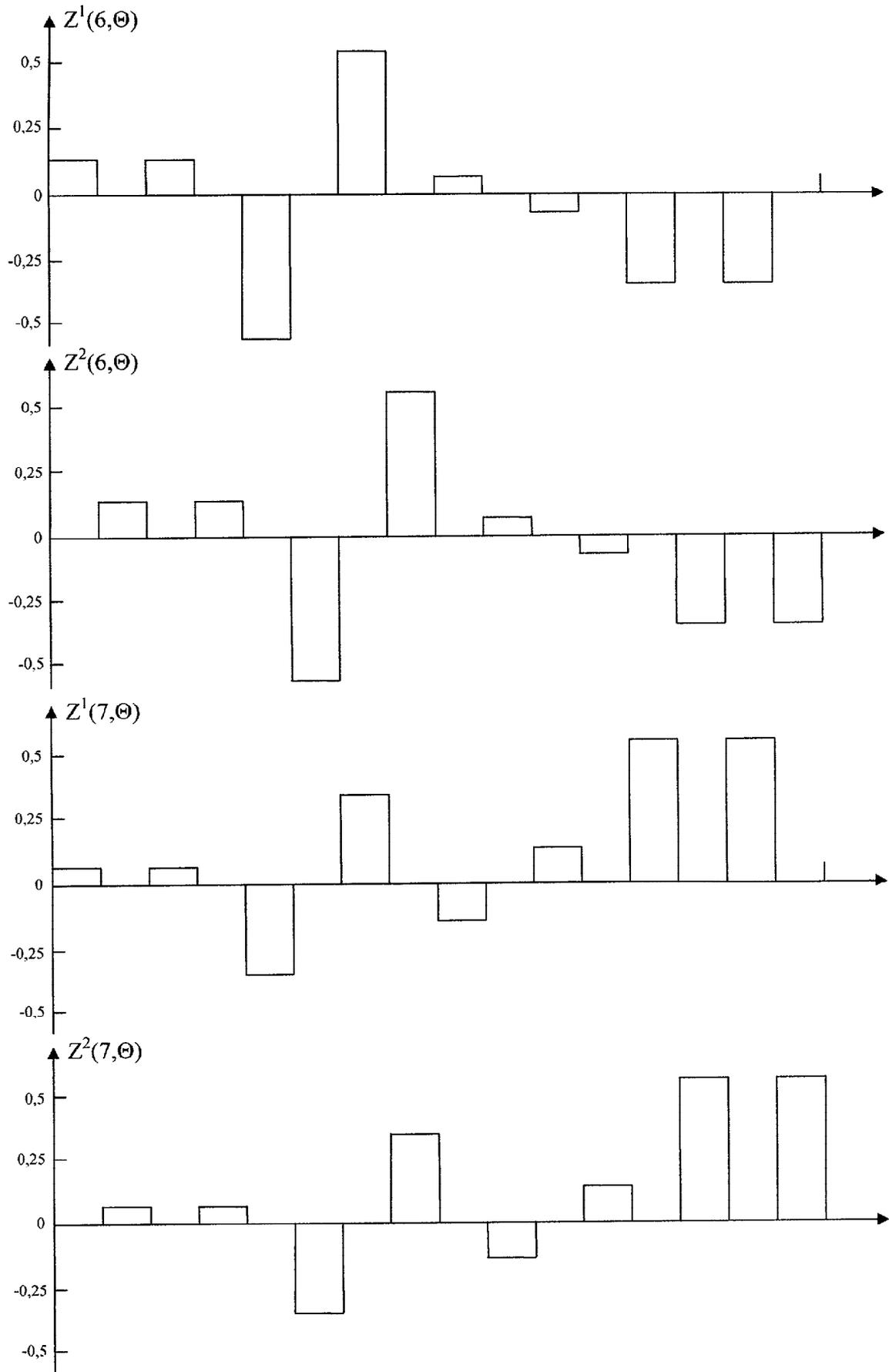
Фиг.3



Фиг.3 (продолжение)



Фиг.3 (продолжение)



Фиг.3 (окончание)

Значения функций автокорреляции сигналов, формируемых прототипом

№ п/п	Значения ФАК сигналов							
	1.	1	0,125	0,5	0,125	0	-0,125	0
2.	1	-0,125	0,5	-0,125	0	0,125	0	0,125
3.	1	0,125	-0,5	-0,375	0	0,375	0	-0,125
4.	1	-0,125	-0,5	0,375	0	-0,375	0	0,125
5.	1	0,125	-0,5	-0,375	0	0,375	0	-0,125
6.	1	-0,125	-0,5	0,375	0	-0,375	0	0,125
7.	1	0,125	0,5	0,125	0	-0,125	0	-0,125
8.	1	-0,125	0,5	-0,125	0	0,125	0	0,125

Значения функций автокорреляции сигналов, формируемых заявляемой системой

№ п/п	Значения ФАК сигналов															
	1.	1	0	-0,12	0	0,13	0	-0,08	0	0	0	0,13	0	0,13	0	-0,07
2.	1	0	-0,12	0	0,13	0	-0,08	0	0	0	0,13	0	0,13	0	-0,07	0
3.	1	0	0,12	0	-0,13	0	0,08	0	0	0	-0,13	0	-0,13	0	0,07	0
4.	1	0	0,12	0	-0,13	0	0,08	0	0	0	-0,13	0	-0,13	0	0,07	0
5.	1	0	0,12	0	-0,13	0	0,08	0	0	0	-0,13	0	-0,13	0	0,07	0
6.	1	0	0,12	0	-0,13	0	0,08	0	0	0	-0,13	0	-0,13	0	0,07	0
7.	1	0	-0,12	0	0,13	0	-0,08	0	0	0	0,13	0	0,13	0	-0,07	0
8.	1	0	-0,12	0	0,13	0	-0,08	0	0	0	0,13	0	0,13	0	-0,07	0
9.	1	0	-0,12	0	-0,13	0	-0,08	0	0	0	0,13	0	-0,13	0	-0,07	0
10.	1	0	-0,12	0	-0,13	0	-0,08	0	0	0	0,13	0	-0,13	0	-0,07	0
11.	1	0	0,12	0	0,13	0	0,08	0	0	0	-0,13	0	0,13	0	0,07	0
12.	1	0	0,12	0	0,13	0	0,08	0	0	0	-0,13	0	0,13	0	0,07	0
13.	1	0	-0,12	0	-0,13	0	-0,08	0	0	0	0,13	0	-0,13	0	-0,07	0
14.	1	0	-0,12	0	-0,13	0	-0,08	0	0	0	0,13	0	-0,13	0	-0,07	0
15.	1	0	0,12	0	0,13	0	0,08	0	0	0	-0,13	0	0,13	0	0,07	0
16.	1	0	0,12	0	0,13	0	0,08	0	0	0	-0,13	0	0,13	0	0,07	0

Фиг.4