



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**(21), (22) Заявка: **2007132408/09, 27.08.2007**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**27.08.2007**(43) Дата публикации заявки: **10.03.2009**(45) Опубликовано: **27.09.2009** Бюл. № 27(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **SU 1748160 A1, 15.07.1992. RU 2286597 C1, 27.10.2006. RU 2211486 C2, 27.08.2003. SU 1672510 A1, 23.08.1991. US 5233628 A, 03.08.1993. US 2007076669 A1, 05.04.2007. WO 2006069337 A2, 29.06.2006.**

Адрес для переписки:

**355017, г.Ставрополь, ул. Артема, 2, СВИС  
РВ, НИО, начальнику**

(72) Автор(ы):

**Жук Александр Павлович (RU),  
Самус Михаил Владимирович (RU),  
Гайчук Дмитрий Викторович (RU),  
Сазонов Виктор Викторович (RU),  
Авдеенко Станислав Игоревич (RU),  
Михайличенко Николай Валерьевич (RU)**

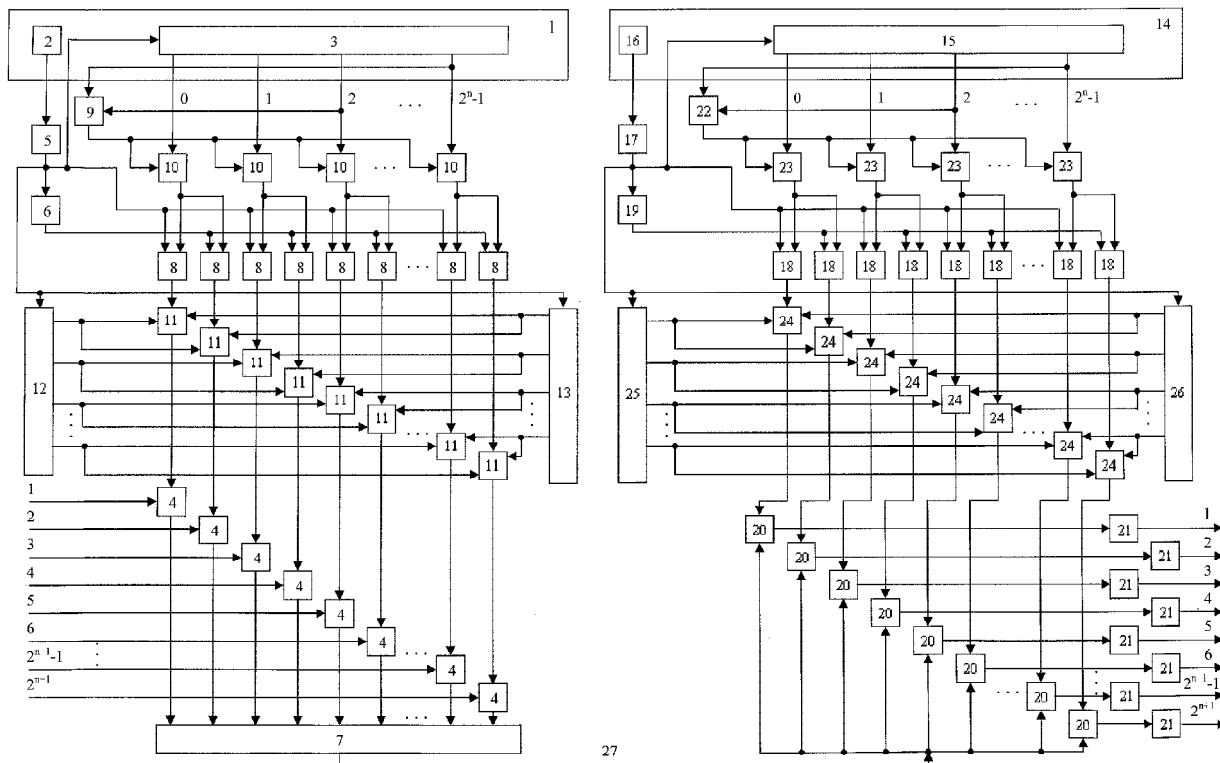
(73) Патентообладатель(и):

**Ставропольский военный институт связи  
ракетных войск (RU)****(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ШИРОКОПОЛОСНОЙ СИСТЕМЫ РАДИОСВЯЗИ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к технике моделирования систем передачи дискретной информации. Техническим результатом является повышение помехоустойчивости формируемых дискретных ортогональных сигналов-переносчиков при обеспечении эффективного использования полосы частот линии связи. Устройство содержит модель передающей стороны, содержащую тактовый генератор, генератор функций Уолша, умножители первой группы, делитель частоты, элемент НЕ, сумматор, умножители второй

группы, коммутатор, умножители третьей группы, усилители с переменным коэффициентом усиления, два блока формирования сигналов управления; модель приемной стороны, содержащую генератор функций Уолша, тактовый генератор, делитель частоты, умножители второй группы, элемент НЕ, умножители первой группы, интеграторы, коммутатор, умножители третьей группы, усилители с переменным коэффициентом усиления, два блока формирования сигналов управления; линию связи. 4 ил., 2 табл.



Фиг.1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.  
*G06G 7/62* (2006.01)  
*H04B 17/00* (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2007132408/09, 27.08.2007**

(24) Effective date for property rights:  
**27.08.2007**

(43) Application published: **10.03.2009**

(45) Date of publication: **27.09.2009 Bull. 27**

Mail address:  
**355017, g.Stavropol', ul. Artema, 2, SVIS RV,  
NIO, nachal'niku**

(72) Inventor(s):  
**Zhuk Aleksandr Pavlovich (RU),  
Samus Mikhail Vladimirovich (RU),  
Gajchuk Dmitrij Viktorovich (RU),  
Sazonov Viktor Viktorovich (RU),  
Avdeenko Stanislav Igorevich (RU),  
Mikhajlichenko Nikolaj Valer'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):  
**Stavropol'skij voennyj institut svjazi raketnykh  
vojsk (RU)**

**(54) DEVICE FOR BROADBAND RADIO COMMUNICATION MODELING**

(57) Abstract:

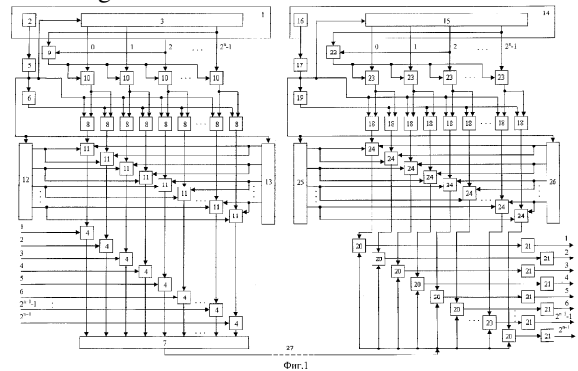
FIELD: means of communication.

SUBSTANCE: invention pertains to systems of discrete information transmission modeling technique. Device contains a model of transmitting site containing frequency divider, Walsh function generator, first class multiplier, frequency divider, NOT element, summing element, second class multiplier, commutator, third class multiplier, magnifiers with reinforcement float factor, two control signal-conditioning units; model of receiving site, containing Walsh functions generator, clock generator, frequency divider, second class multiplier, NOT element, first class multiplier, integrators, commutator, third class multiplier, magnifiers with reinforcement float factor, two control signal-conditioning units;

communication line.

EFFECT: improved noise-immunity of the formed discrete orthogonal signals-transmitters securing effective usage of frequency line of the communication circuit.

4 dwg



RU 2 368 949 C2

RU 2 368 949 C2

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к технике моделирования систем передачи дискретной информации.

Уровень техники

5 Известно устройство для моделирования многоканальной системы связи, содержащее на передающей стороне генератор функций Уолша, делитель частоты, управляемые инверторы, перемножители и сумматор, а на приемной стороне генератор функций Уолша, делитель частоты, управляемые инверторы,  
10 перемножители и инверторы (см. авторское свидетельство СССР №1672510, кл. G06G 7/48, 1989).

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

15 Наиболее близким по технической сути к предлагаемому изобретению является устройство для моделирования многоканальной системы связи, содержащее линию связи, модель передающей стороны, содержащую генератор функций Уолша, тактовый генератор, делитель частоты,  $2^{n+1}$  умножителей первой группы,  $2^{n+1}$   
20 умножителей второй группы, элемент НЕ и сумматор, модель приемной стороны, содержащую генератор функций Уолша, тактовый генератор, делитель частоты,  $2^{n+1}$  умножителей первой группы,  $2^{n+1}$  умножителей второй группы,  $2^{n+1}$  интеграторов и элемент НЕ, причем в модели передающей стороны выход тактового генератора  
25 подключен к входу делителя частоты, 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, каждый из выходов генератора функций Уолша подключен ко вторым входам двух соответствующих умножителей второй  
30 группы, выходы которых подключены соответственно ко вторым входам умножителей первой группы, первые входы умножителей первой группы являются информационными входами устройства, а выходы умножителей первой группы соединены с входами сумматора, выход которого соединен с входом линии связи, в модели приемной стороны выход тактового генератора подключен к входу делителя  
35 частоты, 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, каждый из выходов генератора функций Уолша подключен ко вторым входам двух соответствующих умножителей второй  
40 входам двух соответствующих умножителей второй группы, выходы которых подключены соответственно к вторым входам умножителей первой группы, первые входы умножителей первой группы соединены с выходами линии связи, а выходы умножителей первой группы соединены соответственно с информационными входами интеграторов, выходы которых являются выходами устройства (см. авторское  
45 свидетельство СССР №1748160, кл. G06G 7/48, 1992 г.).

Однако сигналы-переносчики канальной информации, используемые в этом устройстве, обладают низкой помехоустойчивостью, поскольку боковые пики их функций автокорреляции имеют большие значения.

50 Целью изобретения является повышение помехоустойчивости широкополосной системы радиосвязи.

Раскрытие изобретения

Задачей изобретения является разработка устройства для моделирования

широкополосной системы радиосвязи, которая позволит повысить помехоустойчивость формируемых сигналов-переносчиков посредством уменьшения амплитуд боковых пиков ФАК этих сигналов.

5 Технический результат, который может быть получен с помощью предлагаемого изобретения, сводится к повышению помехоустойчивости формируемых дискретных ортогональных сигналов-переносчиков при обеспечении эффективного использования

полосы частот линии связи.

Технический результат достигается тем, что в известное устройство для моделирования многоканальной системы связи, содержащее линию связи, модель передающей стороны, содержащую генератор функций Уолша, тактовый генератор, делитель частоты,  $2^{n+1}$  умножителей первой группы,  $2^{n+1}$  умножителей второй группы, элемент НЕ и сумматор; модель приемной стороны, содержащую генератор функций Уолша, тактовый генератор, делитель частоты,  $2^{n+1}$  умножителей первой группы,  $2^{n+1}$  умножителей второй группы,  $2^{n+1}$  интеграторов и элемент НЕ, причем в модели передающей стороны выход тактового генератора подключен к входу делителя частоты, 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, каждый из выходов генератора функций Уолша подключен к вторым входам двух соответствующих умножителей второй группы, выходы которых подключены соответственно к вторым входам умножителей первой группы, первые входы умножителей первой группы являются информационными входами устройства, а выходы умножителей первой группы соединены с входами сумматора, выход которого соединен с входом линии связи; в модели приемной стороны выход тактового генератора подключен к входу делителя частоты, 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, каждый из выходов генератора функций Уолша подключен к вторым входам двух соответствующих умножителей второй группы, выходы которых подключены соответственно к вторым входам умножителей первой группы, первые входы умножителей первой группы соединены с выходами линии связи, а выходы умножителей первой группы соединены соответственно с информационными входами интеграторов, выходы которых являются выходами устройства, введены на передающей стороне коммутатор, умножители третьей группы, два блока формирования сигналов управления и усилители с переменным коэффициентом усиления, причем выход  $i$ -й ( $i=1, 2^n$ ) функции Уолша генератора функций Уолша подключен к первому входу  $i$ -го умножителя третьей группы, выход третьей функции Уолша генератора функций Уолша подключен к управляющему входу коммутатора, выход  $2^n$ -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 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, выходы блоков формирования сигналов управления подключены к управляющим входам усилителей с переменным коэффициентом усиления, выходы усилителей с переменным коэффициентом усиления соединены с

5 входами умножителей первой группы; на приемной стороне коммутатор, умножители третьей группы, два блока формирования сигналов управления и усилители с переменным коэффициентом усиления, причем выход  $i$ -й ( $i=1, 2^n$ ) 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  $2^n$ -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 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, выходы блоков формирования сигналов управления подключены к управляющим входам усилителей с переменным коэффициентом усиления, выходы усилителей с переменным коэффициентом усиления соединены с входами умножителей первой группы.

#### Краткое описание чертежей

20 На фиг.1 представлена функциональная схема заявляемого устройства для моделирования широкополосной системы радиосвязи, 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 заявляемым устройством.

#### Осуществление изобретения

30 На фиг.1 приведена функциональная схема заявляемого устройства, содержащая модель передающей стороны 1, тактовый генератор 2, генератор 3 функций Уолша, умножители 4 первой группы, делитель 5 частоты, элемент 6 НЕ, сумматор 7, умножители второй группы 8, коммутатор 9, умножители 10 третьей группы, усилители 11 с переменным коэффициентом усиления, блоки 12 и 13 формирования сигналов управления; модель приемной стороны 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 в модели передающей стороны 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, тактовым входам блоков 12 и 13 формирования сигналов управления и первым входам четных умножителей 8 второй группы, выход элемента 6 НЕ подключен к первым входам нечетных умножителей 8 второй группы, выход  $i$ -й ( $i=1, 2^n$ ) функции Уолша генератора 3 функций Уолша подключен к первому входу  $i$ -го умножителя 10 третьей группы, выход третьей функции Уолша генератора 3 функций Уолша подключен к управляющему входу коммутатора 9, выход  $2^n$ -й функции Уолша генератора 3 функций Уолша подключен к информационному входу коммутатора 9, выход коммутатора 9 подключен к вторым входам всех умножителей 10 третьей группы, выход  $i$ -го умножителя 10 третьей группы подключен ко вторым входам 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 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 устройства, а выходы умножителей 4 первой группы соединены с входами сумматора 7, выход которого соединен с входом линии 27 связи; в модели приемной стороны 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 умножителей 18 второй группы, выход  $i$ -й ( $i=1, 2^n$ ) 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  $2^n$ -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 умножителей 18 второй группы, выходы которых подключены к информационным входам соответствующих усилителей 24 с переменным коэффициентом усиления, выходы блоков 25 и 26 формирования сигналов управления соединены с управляющими входами усилителей 24 с переменным коэффициентом усиления, выходы которых подключены соответственно к вторым входам умножителей 20 первой группы, первые входы умножителей 20 первой группы соединены с выходом линии 27 связи, а выходы умножителей 20 первой группы соединены соответственно с информационными входами интеграторов 21, выходы которых являются выходами устройства.

На фиг.2 приведены временные диаграммы, поясняющие принцип работы заявляемого устройства при  $i=1, 8$  ( $n=3$ ), иллюстрирующие процесс формирования переносчиков канальной информации в случае поступления на первые входы 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 НЕ 6;
- г) выхода функции  $Wal(2^n, \Theta)$  генератора 3 функций Уолша;
- д) выхода функции  $Wal(3, \Theta)$  генератора 3 функций Уолша;
- е) выхода коммутатора 9;
- ж) 6-го выхода генератора 3 функций Уолша, на котором формируется функция  $Wal(6, \Theta)$ ;
- з) выхода 6-го умножителя 10, формирующего сигнал  $P(6, \Theta)$ ;
- и) выхода 11-го умножителя 8 второй группы, формирующего сигнал  $S^1(6, \Theta)$ ;
- к) выхода 12-го умножителя 8 второй группы, формирующего сигнал  $S^2(6, \Theta)$ ;
- л) 6-го выхода блока 12 формирования сигналов управления;
- м) 6-го выхода блока 13 формирования сигналов управления;
- н) выхода 11-го усилителя 11 с переменным коэффициентом усиления, на котором формируется последовательность  $Z^1(6, \Theta)$ ;
- о) выхода 12-го усилителя 11 с переменным коэффициентом усиления, на котором формируется последовательность  $Z^2(6, \Theta)$ ;

- п) первого входа 11-го умножителя 4 первой группы, на который поступает "1";  
 р) первого входа 12-го умножителя 4 первой группы, на который поступает "0";  
 с) выхода 11-го умножителя 4 первой группы, на котором формируется сигнал  $Z^1$  (6,  $\Theta$ );  
 5 т) выхода 12-го умножителя 4 первой группы, на котором формируется сигнал  $\overline{Z^2}$  (6,  $\Theta$ ).

Устройство работает следующим образом. На первые входы первых умножителей 4 поступает дискретная информация в виде "0" или "1". Длительность нуля или единицы  
 10 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  
 15 умножителей 10 третьей группы.

На управляющий вход коммутатора 9 поступает функция Уолша  $Wal(3, \theta)$ , а на информационный вход функция Уолша  $Wal(2^n, \theta)$ .

Коммутатор 9 функционирует следующим образом. При поступлении на его  
 20 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  
 25 формируется знаковая функция, представляющая собой на отрезке времени  $[0, T/4]$  функцию Уолша  $Wal(8, \theta)$ , на отрезке  $[T/4, 3T/4]$  - отрицательное напряжение, на отрезке времени  $[3T/4, T]$  - опять функцию Уолша  $Wal(8, \theta)$ .

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  
 30 соответствующих умножителей 8 второй группы. На первые входы умножителей 8 второй группы поступают стробирующие импульсы с выхода делителя 5 частоты или с выхода элемента 6 НЕ соответственно.

В результате на выходах умножителей 8 второй группы формируется  
 35 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  
 40 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  
 45 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 j-х ( $j=1, 2^{n+1}$ ) выходов блока 12 формирования сигналов управления в виде строк матрицы (1) поступают на первые управляющие входы j-х 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 j-х 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.

Коэффициенты усиления усилителей с переменным коэффициентом усиления			Таблица 1
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 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 заявляемым устройством.

На фиг.4 приведены значения функций автокорреляции сигналов-переносчиков, формируемых прототипом и заявляемым устройством.

Важной характеристикой периодической псевдошумовой последовательности является ее периодическая автокорреляционная функция, которая обычно определяется через слагаемые биполярной последовательности так

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

где  $n$  - период. Ясно, что  $\phi(j+rn)=\phi(j)$  для любого целого  $r$ .

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 пики 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, формируемая заявляемым устройством, имеющая лучшие автокорреляционные функции и показатели различимости, чем у систем сигналов, формируемых аналогом и прототипом. Это свидетельствует о том, что они являются более помехоустойчивыми по сравнению с сигналами, формируемыми аналогом и прототипом.

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

Таблица 2			
Максимальные боковые пики автокорреляционных функций сигналов, формируемых аналогом, прототипом и заявляемым устройством			
Устройство Показатель	Аналог	Прототип	Заявляемое устройство
Максимальный боковой пик АКФ	0,3125	0,875	0,13

Как следует из таблицы 2, выигрыш по величине максимального бокового пика автокорреляционной функции у сигналов, формируемых заявляемым устройством по отношению к сигналам, формируемым аналогом, составляет величину 0,1825, а по отношению к сигналам, формируемым прототипом, - 0,745.

Оценим величину выигрыша в помехоустойчивости сигналов, формируемых заявляемым устройством, 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. - 1973. - №8 - С.1594)

$$R_{\text{макс}} \leq 1 - \frac{6}{q}, \quad (4)$$

где  $q$  - отношение сигнал/шум [дБ].

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

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

$$q_{\text{прототипа}} = 48 \text{ дБ};$$

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

Следовательно, выигрыш по отношению сигнал/шум от применения сигналов, формируемых заявляемым устройством, по сравнению с аналогом составляет 1,830 дБ, а по сравнению с прототипом составляет 41,103 дБ.

Использование изобретения позволяет повысить помехоустойчивость системы радиосвязи при эффективном использовании полосы частот линии связи.

#### Формула изобретения

Устройство для моделирования многоканальной системы связи, содержащее линию связи, модель передающей стороны, содержащую генератор функций Уолша, тактовый генератор, делитель частоты,  $2^{n+1}$  умножителей первой группы,  $2^{n+1}$  умножителей второй группы, элемент НЕ и сумматор, модель приемной стороны, содержащую генератор функций Уолша, тактовый генератор, делитель частоты,  $2^{n+1}$  умножителей первой группы,  $2^{n+1}$  умножителей второй группы,  $2^{n+1}$  интеграторов и элемент НЕ, причем в модели передающей стороны выход тактового генератора подключен к входу делителя частоты, выход делителя частоты подключен к входу элемента НЕ, тактовому входу генератора функций Уолша и первым входам нечетных умножителей второй группы, выход элемента НЕ подключен к первым входам четных умножителей второй группы, первые входы умножителей первой группы являются информационными входами устройства, а выходы умножителей первой группы соединены с входами сумматора, выход которого соединен с входом линии связи; в модели приемной стороны выход тактового генератора подключен к входу делителя частоты, выход делителя частоты подключен к входу элемента НЕ, тактовому входу генератора функций Уолша и первым входам нечетных умножителей второй группы,

выход элемента НЕ подключен к первым входам четных умножителей второй группы, первые входы умножителей первой группы соединены с выходом линии связи, а выходы умножителей первой группы соединены соответственно с информационными входами интеграторов, выходы которых являются выходами устройства,

5 отличающееся тем, что на передающей стороне введены коммутатор,  $2^n$  умножителей третьей группы, два блока формирования сигналов управления и усилители с переменным коэффициентом усиления, причем  $i$ -й выход ( $i=0, 2^n-1$ ) функции Уолша генератора функций Уолша подключен к первому входу  $i$ -го умножителя третьей

10 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

15 умножителя третьей группы, на котором формируются две дискретные ортогональные функции, подключен к 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

20 делителя частоты,  $j$ -ые ( $j=1, 2^{n+1}$ ) 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

25 первой группы; на приемной стороне введены коммутатор,  $2^n$  умножителей третьей группы, два блока формирования сигналов управления и усилители с переменным коэффициентом усиления, причем выход  $i$ -й ( $i=0, 2^n-1$ ) функции Уолша генератора функций Уолша подключен к первому входу  $i$ -го умножителя третьей группы, выход

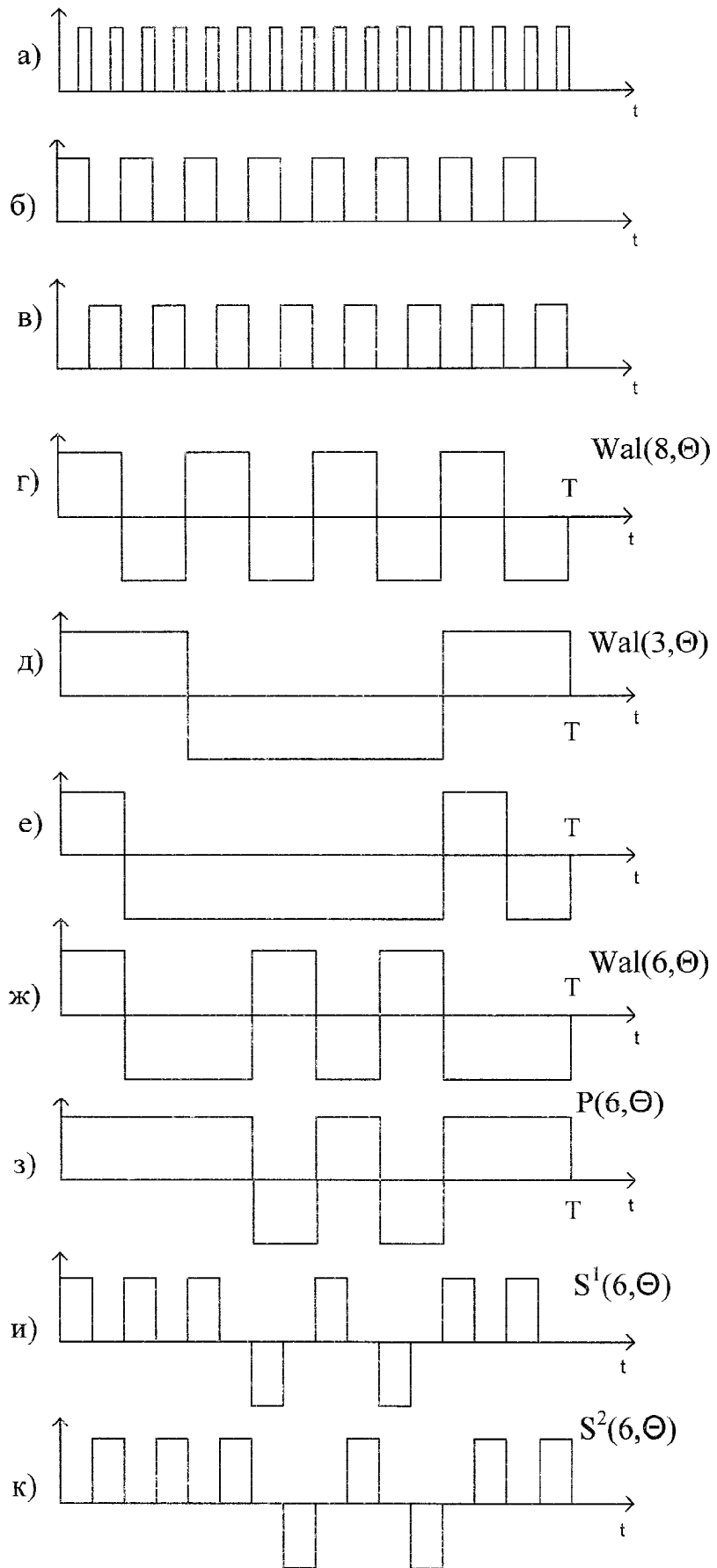
30 второй функции Уолша генератора функций Уолша подключен к управляющему входу коммутатора, выход  $2^n-1$ -й функции Уолша генератора функций Уолша подключен к информационному входу коммутатора, выход коммутатора подключен ко вторым входам всех умножителей третьей группы, выход 1-го умножителя третьей

35 группы, на котором формируются две дискретные ортогональные функции, подключен ко вторым входам двух умножителей второй группы, выходы умножителей второй группы подключены к информационным входам соответствующих усилителей с переменным коэффициентом усиления, тактовые входы

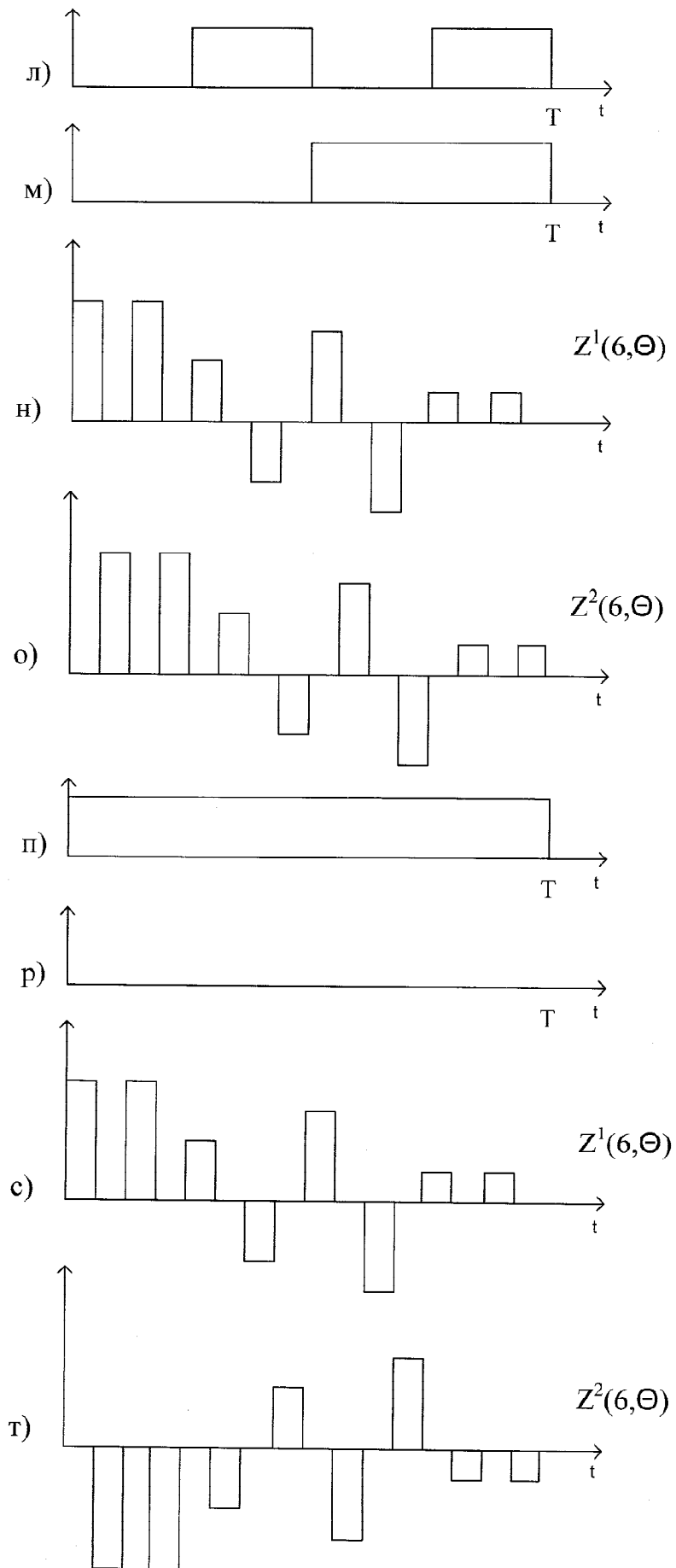
40 блоков формирования сигналов управления соединены с выходом делителя частоты,  $j$ -ые ( $j=1, 2^{n+1}$ ) выходы первого и второго блока формирования сигналов управления подключены соответственно к первому и второму управляющим входам двух усилителей с переменным коэффициентом усиления, выходы усилителей с переменным коэффициентом усиления соединены со вторыми входами умножителей первой

45 группы, выходы умножителей первой группы соединены с информационными входами интеграторов.

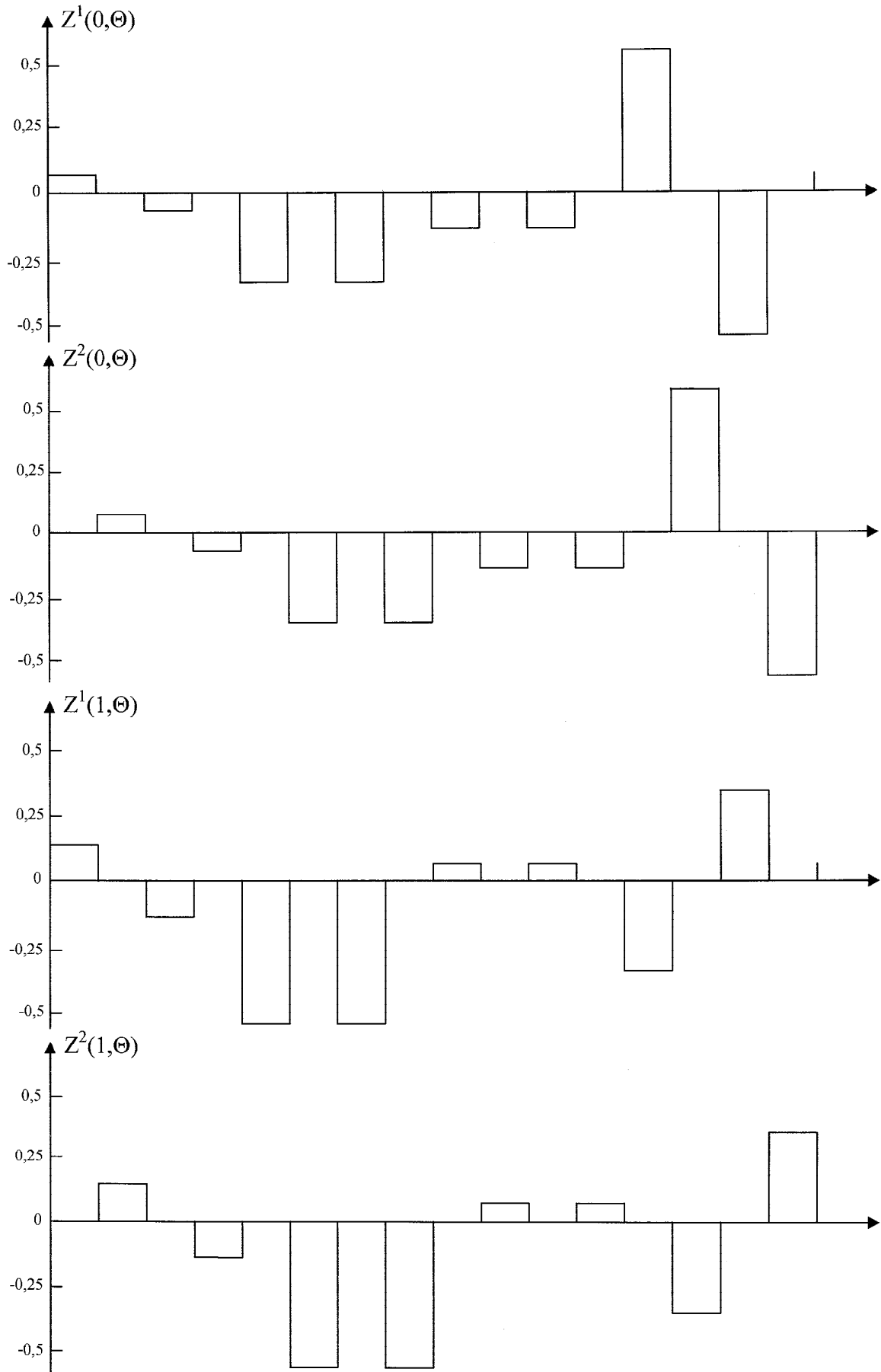
50



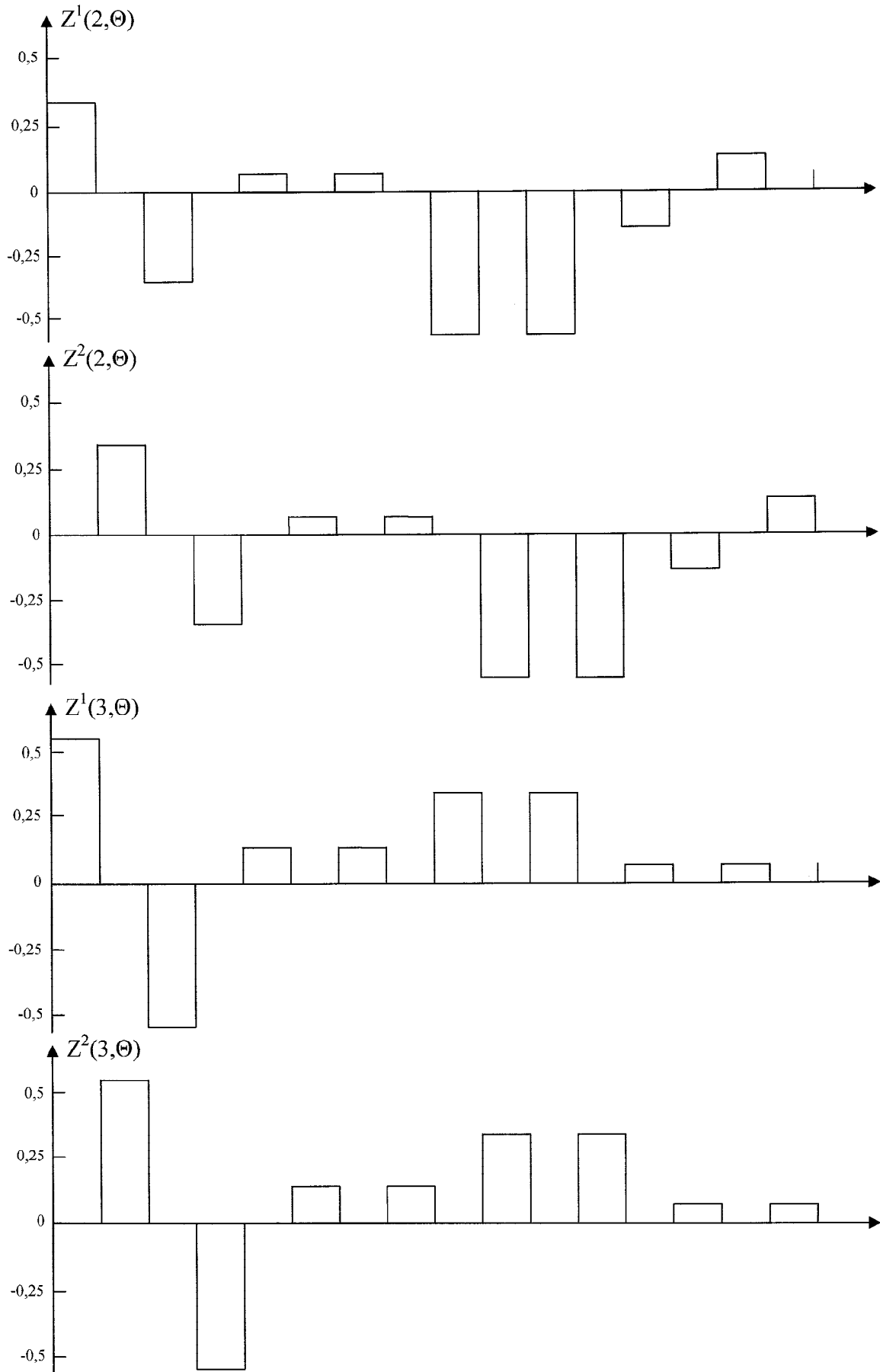
Фиг. 2



Фиг. 2 (окончание)

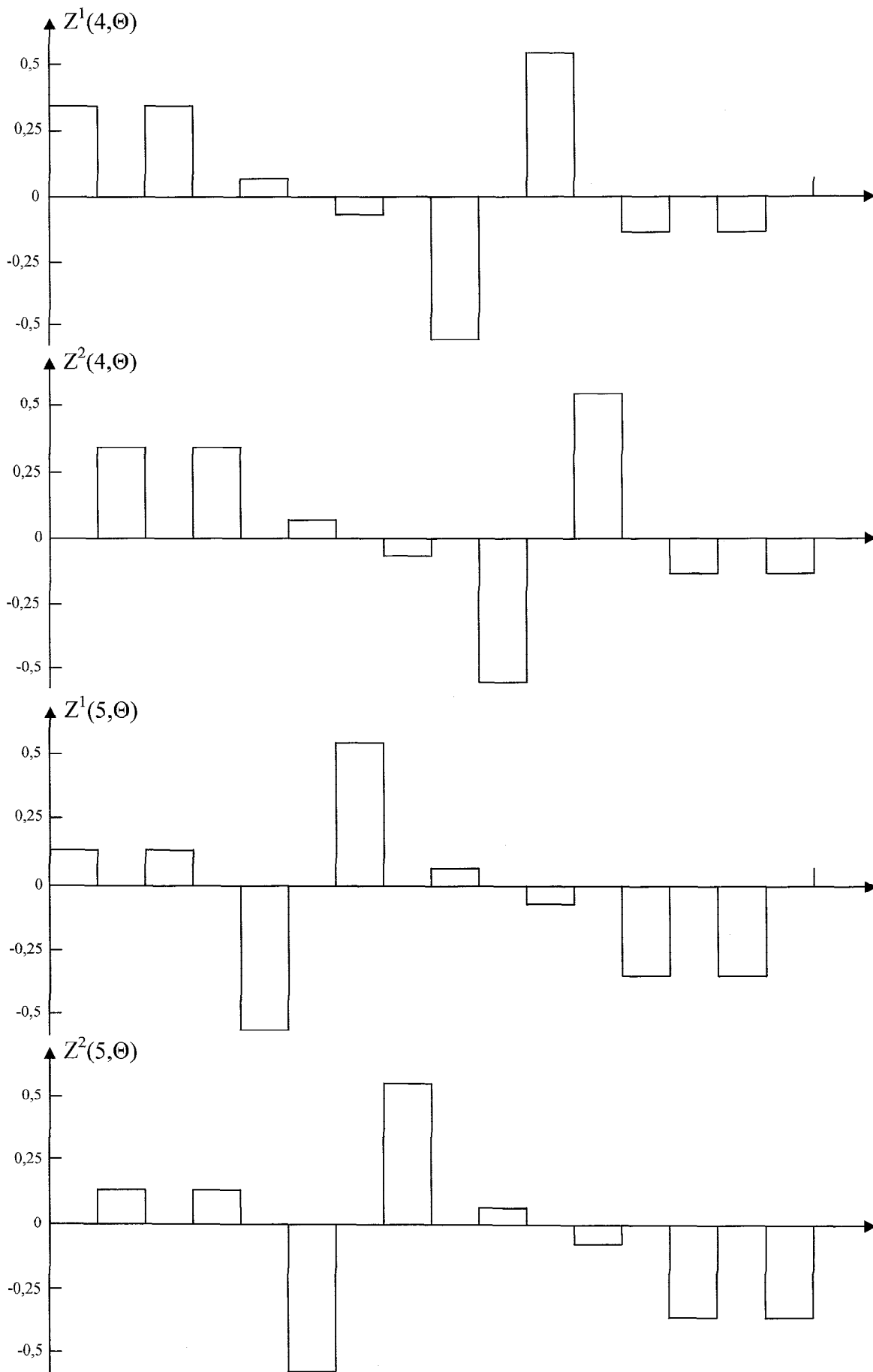


Фиг.3

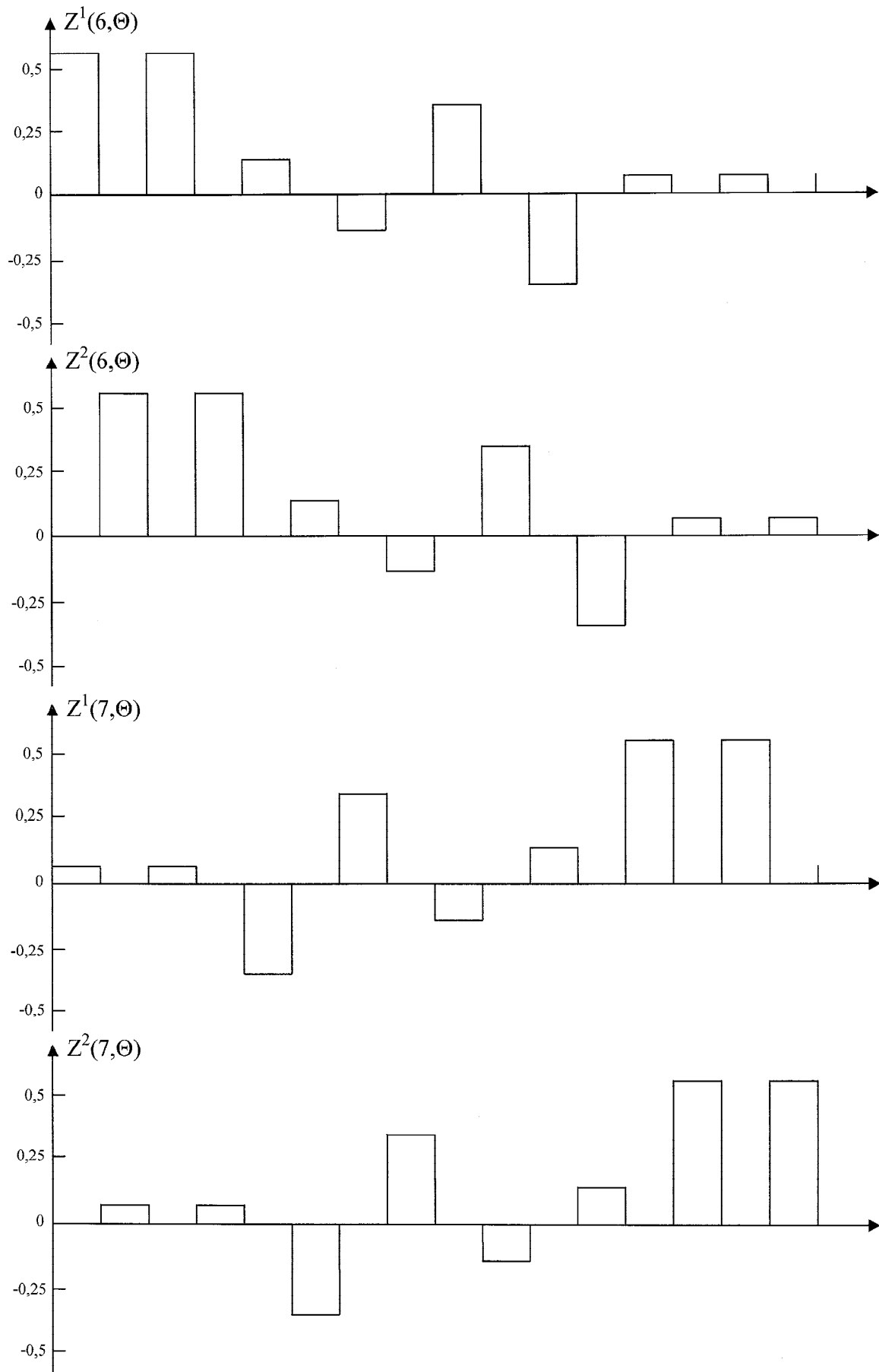


Фиг.3 (продолжение)





Фиг.3 (продолжение)



Фиг.3 (окончание)

## Значения функций автокорреляции сигналов, формируемых прототипом

№ п/п	Значения ФАК сигналов															
	1.	1	0	0,875	0	0,75	0	0,625	0	0,5	0	0,375	0	0,25	0	0,125
2.	1	0	0,875	0	0,75	0	0,625	0	0,5	0	0,375	0	0,25	0	0,125	0
3.	1	0	0,625	0	0,25	0	-0,125	0	-0,5	0	-0,375	0	-0,25	0	-0,125	0
4.	1	0	0,625	0	0,25	0	-0,125	0	-0,5	0	-0,375	0	-0,25	0	-0,125	0
5.	1	0	0,375	0	-0,25	0	-0,375	0	-0,5	0	-0,125	0	0,25	0	0,125	0
6.	1	0	0,375	0	-0,25	0	-0,375	0	-0,5	0	-0,125	0	0,25	0	0,125	0
7.	1	0	0,125	0	-0,75	0	-0,125	0	0,5	0	0,125	0	-0,25	0	-0,125	0
8.	1	0	0,125	0	-0,75	0	-0,125	0	0,5	0	0,125	0	-0,25	0	-0,125	0
9.	1	0	-0,125	0	-0,75	0	0,125	0	0,5	0	-0,125	0	-0,25	0	0,125	0
10.	1	0	-0,125	0	-0,75	0	0,125	0	0,5	0	-0,125	0	-0,25	0	0,125	0
11.	1	0	-0,375	0	-0,25	0	0,375	0	-0,5	0	0,125	0	0,25	0	-0,125	0
12.	1	0	-0,375	0	-0,25	0	0,375	0	-0,5	0	0,125	0	0,25	0	-0,125	0
13.	1	0	-0,625	0	0,25	0	0,125	0	-0,5	0	0,375	0	-0,25	0	0,125	0
14.	1	0	-0,625	0	0,25	0	0,125	0	-0,5	0	0,375	0	-0,25	0	0,125	0
15.	1	0	-0,875	0	0,75	0	-0,625	0	0,5	0	-0,375	0	0,25	0	-0,125	0
16.	1	0	-0,875	0	0,75	0	-0,625	0	0,5	0	-0,375	0	0,25	0	-0,125	0

## Значения функций автокорреляции сигналов, формируемых заявляемым устройством

№ 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