



СОДЕРЖАНИЕ

Статьи

<i>Гизитдинова М.Р., Кузьмицкий М.А.</i> Мобильные подводные роботы в современной океанографии и гидрофизике.....	4
<i>Шейнман Е.Л.</i> Критерии и алгоритмы оценки эффективности комплексирования информации в многоканальной информационной системе.....	14
* <i>Трусова О.И.</i> Программно-методический комплекс анализа данных при проведении испытаний стационарных гидроакустических систем.....	25
* <i>Семенов Н.Н.</i> Обнаружение сложного искусственного объекта, лежащего на грунте.....	36
* <i>Шолохов А.С.</i> Многоканальное цифровое устройство для имитации углового положения объектов в комплексах полунатурного моделирования гидроакустических сигналов.....	44
* <i>Дерновский В.Л.</i> Моделирование влияния вибраций на формирование изображения в теневых приборах с учётом конечных размеров источника света.....	50
* <i>Васильев А.Д., Терешкин А.А.</i> Экспериментальное исследование волнового гравитационного течения в канале.....	59

Рецензии на книги

Малышкин Г.С. Оптимальные и адаптивные методы обработки гидроакустических сигналов. Том 1.	64
---	----

Из истории науки

115 лет со дня рождения академика В.В.Шулейкина.....	65
100 лет диссертации Д.И.Менделеева «О соединении спирта с водой».....	69
Поздравляем	72
Внимание, конкурс!	77
Правила представления материалов в редакцию.....	80

* Доклады прочитаны на Первой конференции молодых ученых и специалистов «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики» (МАГ-2009).

CONTENTS

Articles

<i>Gizitdinova M.R., Kuzmitsky M.A.</i> Mobile Underwater Robots in Modern Oceanography and Hydrophysics	4
--	---

In article the current state and prospects of development of system of the problems solved within the limits of hydrophysical researches of the World ocean, and system of means with which help these problems can be solved is analyzed. Modern position with oceanographic researches in the Russian Federation, the place and the role of mobile underwater robots (or UUVs) in their further development is considered. Dual character of missions which can effectively carry out UUVs in solving civil problems (research and commercial) and military-oriented problems is underlined. Advantages of use of independent networks of oceanographic measurements on the basis of UUVs are estimated. The spectrum functionally focused UUVs for achieving the primary goals of underwater researches is resulted.

Key words: the mobile underwater robot, hydrophysical researches, oceanography, independent networks.

<i>Sheinman E.L.</i> Criteria and Algorithms of the Efficiency Estimation of the Information Integration in Multichannel Information Processing System.....	14
---	----

The problem of the efficiency estimation of the information integration in multichannel information processing system is considered. The concept of a complex task of object detection (detection - classification - determination of position) for multichannel information processing system is determined, taking into account identification of signals, which have been detected in various information channels. Probabilistic criteria and analytical algorithms of the efficiency estimation of the complex task of object detection in multichannel information system are developed.

Key words: information integration efficiency, multichannel information processing system, efficiency criteria, identification of signals.

<i>Trusova O.I.</i> Program-methodical Data Analysis Complex in Tested Stationary Sonar Systems.....	25
--	----

The report considers a program-methodical analysis complex of data obtained in tests of stationary hydroacoustic systems. We consider a method for analyzing the characteristics of sonar signals, methods of analyzing the characteristics of reverberation and mode structure of the acoustic waveguide. Results of the analysis of experimental data of the high-frequency active sonar, held in shallow sea, are described.

Key words: sonar signals, reverberation, mode structure of waveguide, active sonar, methods of analyzing the characteristics, experimental data.

<i>Semenov N.N.</i> Detection of complex artificial object lying on the ground	36
--	----

Results of numerical modeling of a small-sized sonar are resulted at detection and estimation of parameters of the complicated artificial object lying at the bottom.

Key words: sonar, echosignal, bottom reflection, beam spread, interference.

<i>Sholokhov A.S.</i> Multichannel digital device for imitation of angular position of objects in complexes of half-scale modelling of hydroacoustic signals.....	44
---	----

Principles of construction of multichannel digital device are considered, allowing to model angular position of object of hydrolocation with use of electric channel of reception path of the test system. Device allows to expand opportunities of complexes of half-scale simulation, including multichannel electronic simulator of hydroacoustic signals, acoustical array and hydropool.

Key words: modelling, seminatural, the simulator, the shaper, time shift.

<i>Dernovsky V.L.</i> Simulation of vibration influence on image forming in schlieren visualizer of marine density inhomogeneities subject to finite size of light source.....	50
--	----

Simulation of image forming in autocollimating schlieren visualizer of marine density inhomogeneities, subject to vibration of hydrophysics apparatus carrier, is completed. Method of illumination field computing is brought. Illumination field is computed on the surface of the photodetector array, subject to inhomogeneities absence in viewing volume, for either coherent or incoherent light source.

Key words: schlieren device, simulation, vibration, image forming, finite size of light source.

<i>Vasiliev A.D., Tereshkin A.A.</i> Experimental research of the gravitational wave channel flow.....	59
--	----

This paper describes a research of wave and turbulent processes in the channel to the sudden destruction of bridges, which separates the initial time two liquids of different densities in the channel are made in the laboratory Department of fluid mechanics and marine acoustics of St. Petersburg State Marine Technical University. Processes taking place in the channel were recorded on a digital camera. The resulting video was divided into frames and the most interesting moments were represented. Evaluation of wave propagation velocity, the Reynolds number and Froude number was produced.

Key words: internal waves, stable and unstable stratification, visualization of the wave motion, the Boussinesq approximation.

УДК 681.883

© А.С.Шолохов¹
sancho0241@rambler.ru

МНОГОКАНАЛЬНОЕ ЦИФРОВОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИМИТАЦИИ УГЛОВОГО ПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ В КОМПЛЕКСАХ ПОЛУНАТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Рассмотрены принципы построения многоканального цифрового устройства, позволяющего моделировать угловое положение объекта гидролокации с использованием электрического канала приёмного тракта испытуемой системы. Устройство позволяет расширить возможности комплексов полунатурного моделирования, включающих многоканальный электронный имитатор гидроакустических сигналов, акустическую решётку и гидробассейн.

Ключевые слова: моделирование, полунатурное, имитатор, формирователь, временной сдвиг.

Для испытаний и доводки гидроакустической аппаратуры широко используется метод полунатурного моделирования, с помощью которого для испытываемого объекта формируются воздействия, имитирующие реальные. Реализация данного метода требует создания специальных комплексов (рис. 1), которые представляют собой электронный имитатор (ЭИ) сигналов, систему акустических преобразователей – акустическую решётку (АР) и гидробассейн (ГБ). На имитатор и систему преобразователей возлагается задача формирования сигналов и помех, воздействующих на исследуемый объект в реальной среде.

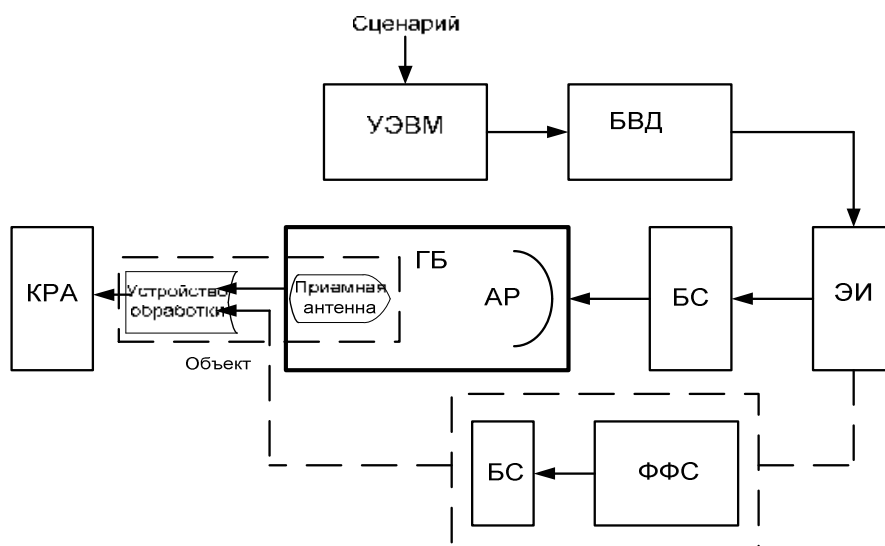


Рис. 1. Структура вариантов комплекса полунатурного моделирования:

УЭВМ – управляющая ЭВМ; БВД – блок ввода данных; КРА – контрольно-регистрающая аппаратура;
ГБ - гидробассейн; АР – акустическая решетка; БС – блок сопряжения; ЭИ – электронный имитатор;
ФФС – формирователь фазовых сдвигов.

¹ ГОУ ВПО «Псковский государственный политехнический институт», г.Псков

Управляющая ЭВМ (УЭВМ) в соответствии с заданным сценарием и математическими моделями сигналов формирует поток команд, который через блок ввода данных (БВД) поступает на управление электронным имитатором. Его выходные сигналы через блок сопряжения (БС) подаются на излучатели акустической решётки, посредством которой в реальной среде в области расположения приёмной антенны исследуемой системы формируется моделируемая акустическая обстановка.

С помощью данного комплекса можно решать задачи исследования реакции объекта на ситуацию, соответствующую конкретному сценарию, фиксируя и отображая её с помощью комплекса контрольно-регистрирующей аппаратуры (КРА).

Большие сложности при построении таких комплексов связаны со строительством гидробассейна и изготовлением многоэлементной акустической решётки. Разработка и изготовление многоканального электронного имитатора может занимать меньший срок и в этом случае его возможности не будут востребованы до введения в строй гидробассейна. Однако имеется возможность использовать многоканальный электронный имитатор в безбассейновом варианте [1].

Безбассейновый вариант комплекса полунатурного моделирования предполагает, что сигналы, синтезируемые электронным имитатором, подаются через блок согласования непосредственно на входы электрического тракта приёмных каналов испытываемой системы, как показано на рис. 1 штриховыми линиями. Для реализации данного варианта требуется разработать формирователь фазовых сдвигов (ФФС), который представляет собой отдельное устройство, не входящее в состав ЭИ, позволяющее в реальном масштабе времени имитировать угловое положение объекта путём соответствующей обработки сигналов, поступающих от многоканального электронного имитатора.

Принцип построения имитатора можно рассмотреть на примере, когда приёмное устройство имеет 7 каналов и моделируемые ЭИ сигналы должны поступать на излучатели сферической АР с угловым расстоянием между ними $\alpha = 3$ (рис. 2).

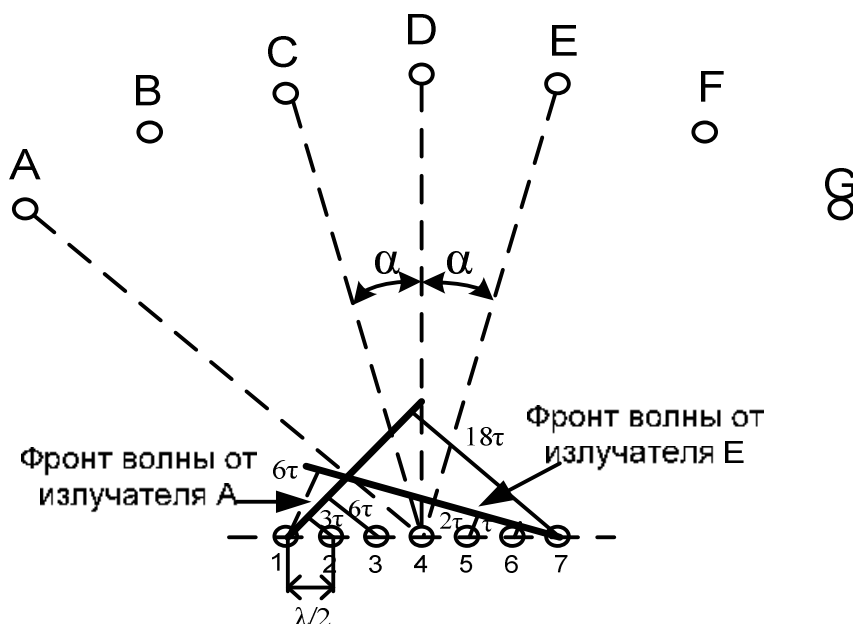


Рис. 2. Моделирование углового положения объекта..

На рис. 2: А-Г – условное обозначение излучателей АР, 1-7 – каналы приемника, λ – длина волны излученного сигнала.

При отклонении углового положения объекта от оси приёмной антенны между сигналами, поступающими на каналы приёмного устройства, будут возникать фазовые сдвиги, которые можно реализовать путём введения временных задержек $\tau_i = \frac{i \cdot d \cdot \sin \alpha}{c}$, где d – расстояние между приёмниками, c – скорость звука (около 1500 м/с в водной среде).

Вследствие небольшого углового сектора, в котором расположены излучатели, задержки в соседних каналах будут пропорциональны $\tau = \frac{d \cdot \sin 3^\circ}{c}$ (табл. 1).

Исходя из этого структура формирователя задержек будет иметь вид, представленный на рис. 3.

Таблица 1

Величины задержек в приёмных каналах

Излучатели	Приёмники						
	1	2	3	4	5	6	7
A	0	3τ	6τ	9τ	12τ	15τ	18τ
B	0	2τ	4τ	6τ	8τ	10τ	12τ
C	0	τ	2τ	3τ	4τ	5τ	6τ
D	0	0	0	0	0	0	0
E	6τ	5τ	4τ	3τ	2τ	τ	0
F	12τ	10τ	8τ	6τ	4τ	2τ	0
G	18τ	15τ	12τ	9τ	6τ	3τ	0

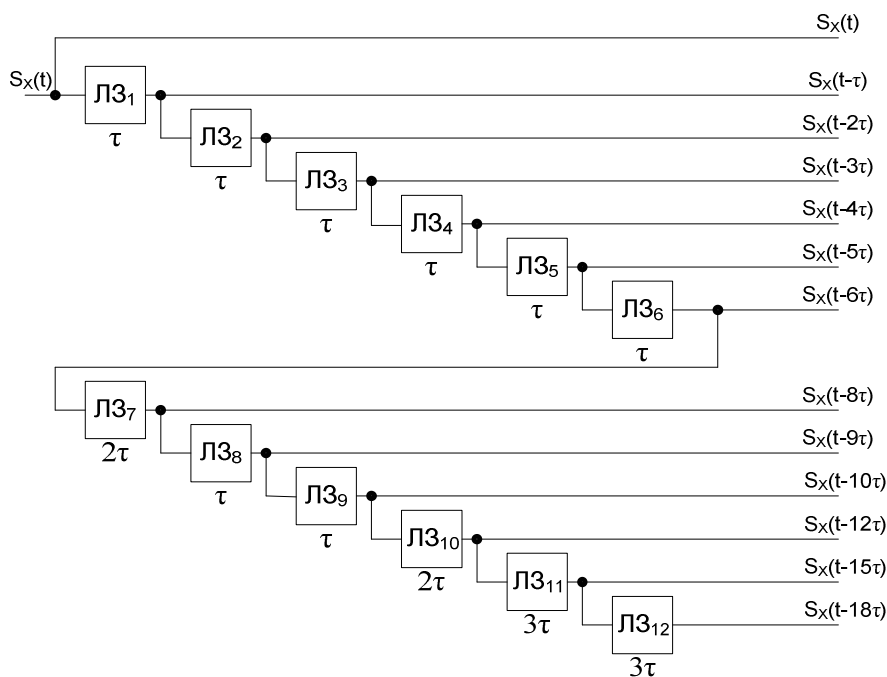


Рис. 3. Устройство формирователя временного сдвига (УФВС) с последовательной обработкой сигналов:
ЛЗ – линия задержки.

Здесь $S_X(t)$ - сигнал, поступивший от излучателей $A \div G$, $S_X(t-\tau) \div S_X(t-18\tau)$ – сигналы, задержанные в линиях задержки ЛЗ₁÷ЛЗ₁₂ на соответствующие временные интервалы.

В данной структуре для формирования всех задержек сигнала от одного канала излучателя потребуется 12 линий задержки с фиксированными временами τ , 2τ , 3τ .

При моделировании углового перемещения нескольких объектов и реверберационных помех, приходящих с заданного сектора, такой узел потребуется ввести на каждый канал приёмного устройства, вследствие чего конструкция окажется достаточно сложной. Упростить её можно, модифицировав линию задержки.

Поскольку задержки должны быть кратны τ , то формирователь временных сдвигов (структура которого приведена на рис. 3) может быть реализован в модифицированном варианте (рис. 4).

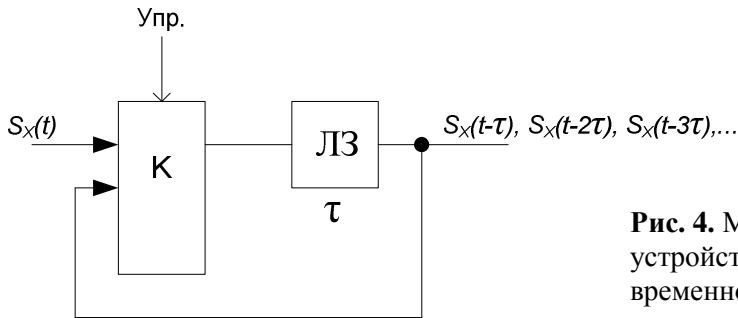


Рис. 4. Модифицированный вариант устройства формирователя временного сдвига.

Здесь на вход коммутатора (К) подаётся сигнал $S_X(t)$ от канала ЭИ, и на первом шаге формируется сигнал, задержанный на τ , затем под действием управляющего сигнала он вновь поступает на вход, и формируется сигнал, задержанный на 2τ и так далее. В этом случае формирование всех требуемых задержек сигнала можно реализовать с помощью одной ЛЗ.

Структура формирователя фазовых сдвигов (ФФС) с предложенным вариантом линии задержки представлена на рис. 5.

Устройство включает в себя 7 узлов формирования временного сдвига УФС₁÷УФС₇, построенных по варианту, представленному на рис. 4.

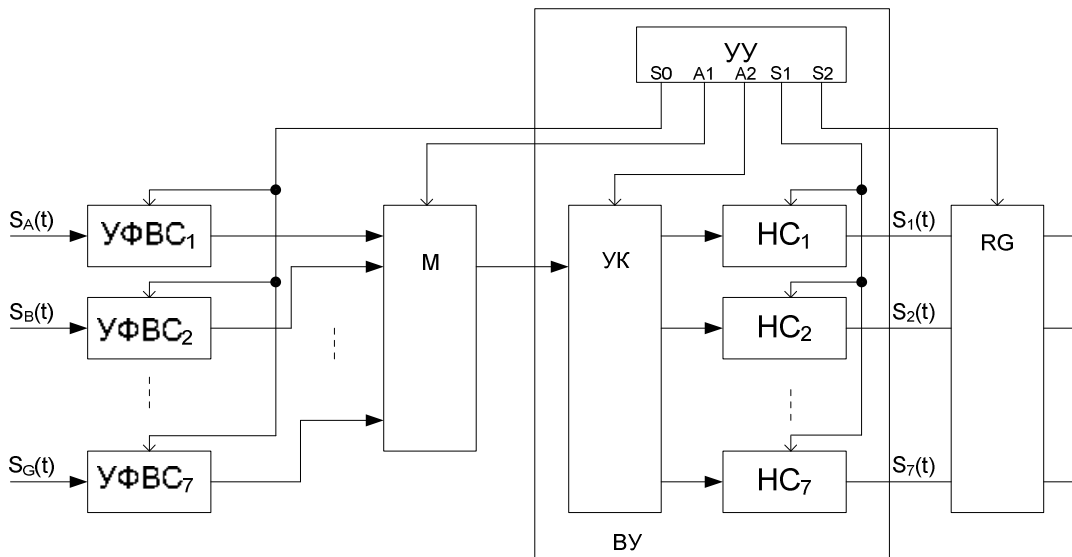


Рис. 5. Структура ФФС:

УФС₁₋₇ – узлы формирования временного сдвига; М - мультиплексор; УУ – устройство управления; УК – узел коммутации; ВУ – вычислительное устройство; НС₁₋₇ – накапливающие сумматоры; RG – регистр.

Сигналы в каналах приёмника являются суперпозицией сигналов, приходящих от излучателей А-Г. Так, соотношение, описывающее структуру сигнала в канале S_1 , имеет вид:

$$S_1(t) = S_A(t) + S_B(t) + S_C(t) + S_D(t) + S_E(t - 6\tau) + S_F(t - 12\tau) + S_G(t - 18\tau) \quad (1)$$

Для его реализации в приведённой структуре (рис. 5) используются мультиплексор (М) и вычислительное устройство (ВУ). С целью уменьшения количества связей применен последовательный способ обработки сигналов. Мультиплексор с интервалом $\delta < \frac{\tau}{n}$, где n – число каналов, опрашивает УФВС и подаёт поступающие сигналы на вычислительное устройство (ВУ), которое состоит из устройства управления (УУ), узла коммутации (УК) и накапливающих сумматоров $НС_1 \div НС_7$. В НС сигналы с УК последовательно суммируются, и по алгоритмам аналогичным (1) происходит формирование выходных сигналов.

Сигнал S_0 управляет УФВС (рис. 5); сигналы A_1, A_2 - работой мультиплексора М и устройства коммутации УК; стробом S_1 осуществляется фиксация текущих результатов, формируемых $НС_1 \div НС_7$; стробом S_2 – формирование сигнала записи в регистре RG и выдача сформированных сигналов $S_1(t) \div S_7(t)$ на электрические тракты исследуемого устройства.

Алгоритм работы узла по обработке сигналов ЭИ представлен на рис. 6.

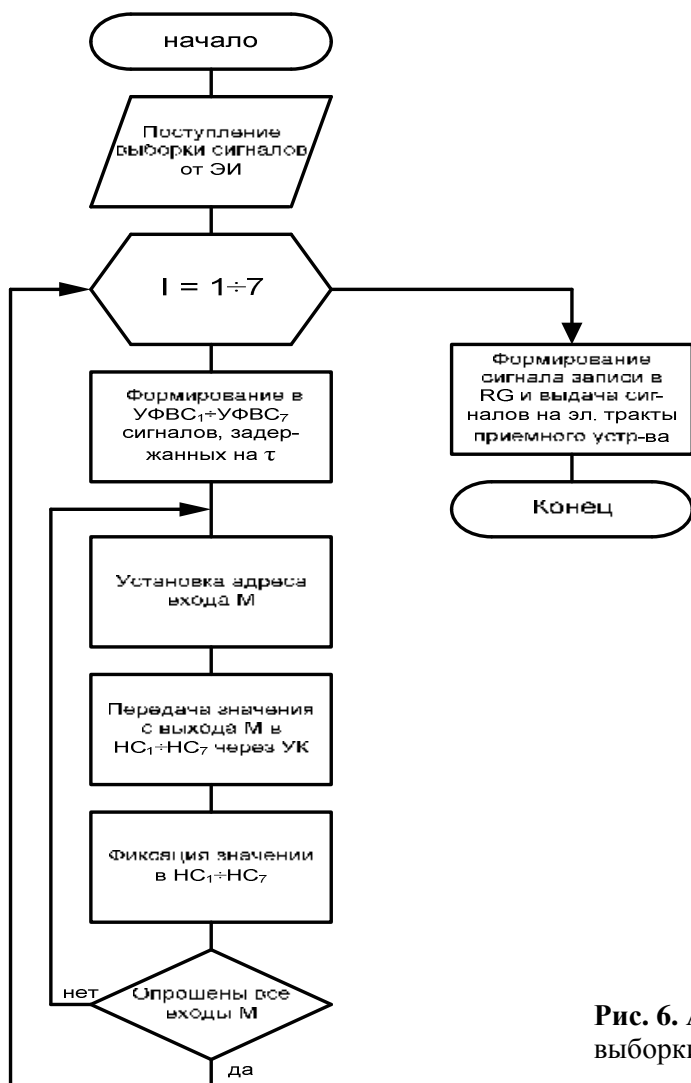


Рис. 6. Алгоритм обработки выборки сигнала от ЭИ.

Как следует из алгоритма, обработка задержанных сигналов осуществляется за время, в течение которого происходит формирование следующих задержанных сигналов. Это позволяет осуществить обработку всех задержанных сигналов до того, как поступит следующая выборка сигналов от ЭИ, т.е. осуществить процедуру формирования сигналов $S_1(t) \div S_7(t)$ в реальном масштабе времени.

Анализ показал, что при данном числе каналов, задержке $\tau = 0,52$ мкс, центральной частоте сигнала 50 кГц и расположению приёмников на расстоянии $\lambda/2$, цикл обработки занимает 9,4 мкс, что, в свою очередь, позволяет реализовать ВУ на базе микроконтроллера с тактовой частотой порядка 140-160 МГц.

Разработанный формирователь фазовых сдвигов позволяет расширить возможности комплекса полунатурного моделирования и имитировать независимое перемещение нескольких объектов по углу в заданном секторе в реальном масштабе времени.

Возможна техническая реализация ФФС программным способом. Однако для исследования многоканальных систем потребуется большой объём вычислений, что при центральных частотах в десятки килоггерц может не обеспечить формирования требуемых сигналов в реальном масштабе времени.

При необходимости моделирования углового перемещения объекта в большем секторе и для систем с большим количеством каналов рассмотренный подход может быть использован как для построения устройства в целом, так и для его реализации по блочно-модульному принципу.

Литература

1. *Вертешев С.М., Лехин С.Н.* Вопросы построения безбассейновых комплексов полунатурного моделирования гидроакустических сигналов // Труды IX Всерос. конф. «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики». СПб.: Наука, 2008. С.649-655.
2. *Свердлин Г.М.* Прикладная гидроакустика. Л.: Судостроение, 1976.

Статья поступила в редакцию 27.11.2009 г.

