

№ 14
июнь
2014 г.



**ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**



**ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**И
З
В
Е
С
Т
И
Я**

- *Пленарное заседание*
- *Компьютерное моделирование, компьютерная техника, техническая кибернетика и системы управления*

МАТЕРИАЛЫ

***ПЯТНАДЦАТОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО–ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ***

***«ПРАКТИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ
РАЗВИТИЯ ПАРТНЕРСТВА
В СФЕРЕ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ»***

Книга 1

Таганрог – Донецк

- П63 Известия ЮФУ–ДонНТУ. Материалы Пятнадцатой Международной научно-практической конференции «Практика и перспективы развития партнерства в сфере высшей школы». В 3-х кн. – Таганрог. Изд-во ЮФУ. Кн. 1, 2014, № 14. – 176 с.

В настоящее издание вошли статьи с материалами докладов, представленных на Пятнадцатой Международной научно-практической конференции «Практика и перспективы развития партнерства в сфере высшей школы».

Конференция проводилась 16–19 июня 2014 года в г. Таганроге (Россия). В работе конференции приняли участие сотрудники вузов и предприятий **России**: Южного федерального университета (ЮФУ), Волгодонского инженерно-технического института национального исследовательского ядерного института Московского инженерно-физического института (ВИТИ НИЯИ МИФИ), Воронежского государственного технического университета (ВГТУ), Юго-Западного государственного университета (ЮЗГУ); **Украины**: Донецкого национального технического университета (ДонНТУ), Красноармейского индустриального института Донецкого национального технического университета (КИИ ДонНТУ), Донецкого физико-технического института (ДонФТИ), Донбасской государственной машиностроительной академии (ДГМА), Донецкой академии автомобильного транспорта (ДААТ), Снежнянского машиностроительного завода «Мотор Сич» (СМЗ «Мотор Сич»), Института экологической безопасности Национального авиационного университета (ИЭБ НАУ).

- © Южный федеральный университет, 2014
- © Волгодонский инженерно-технический институт национального исследовательского ядерного института Московского инженерно-физического института, 2014
- © Воронежский государственный технический университет, 2014
- © Юго-Западный государственный университет, 2014
- © Донецкий национальный технический университет, 2014
- © Красноармейский индустриальный институт Донецкого национального технического университета, 2014
- © Донецкий физико-технический институт, 2014
- © Донбасская государственная машиностроительная академия, 2014
- © Донецкая академия автомобильного транспорта, 2014
- © Снежнянский машиностроительный завод «Мотор Сич», 2014
- © Институт экологической безопасности Национального авиационного университета, 2014

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Боровская М.А., д.э.н., проф., ректор ЮФУ (Россия) – сопредседатель;
Минаев А.А., д.т.н., проф., ректор ДонНТУ (Украина) – сопредседатель;
Панычев А.И., к.т.н., доц. кафедры А и РПУ ЮФУ, исполнительный директор «Российско-Украинского университета» (отд. ЮФУ, Россия) – заместитель председателя;
Грубка Р.М., к.т.н., доц. кафедры ТМ ДонНТУ, исполнительный директор «Российско-Украинского университета» (отд. ДонНТУ, Украина) – заместитель председателя;
Башков Е.А., д.т.н., проф., проректор по НР ДонНТУ (Украина);
Федотов А.А., д.т.н., директор ИТА ЮФУ (Россия);
Бутенко В.И., д.т.н., проф. кафедры Механики ЮФУ (Россия);
Грищенко С.Г., к.т.н., директор ИРТС и У ЮФУ (Россия);
Зори А.А., д.т.н., проф., зав. каф. ЭТ ДонНТУ (Украина);
Левченко Г.Г., к.п.н., проф., зав. каф. НЯ ДонНТУ (Украина);
Михайлов А.Н., д.т.н., проф., зав. каф. ТМ ДонНТУ (Украина);
Набиев Р.Н., д.т.н., НИИ ТАП, НААА (Азербайджан);
Навка И.П., к.и.н., проф., проректор по ВС и ВЭД ДонНТУ (Украина);
Пашаев А.М., д.ф.-м.н., проф., ректор НААА (Азербайджан);
Селивра С.А., к.т.н., доц., декан ФИММ ДонНТУ (Украина);
Стефаненко П.В., д.п.н., проф., декан ФРТ и СП ДонНТУ (Украина);
Суслов А.Г., д.т.н., проф. кафедры ТМСА МГИУ (Россия);
Троянский А.А., д.т.н., проф., первый проректор ДонНТУ (Украина);
Турупалов В.В., к.т.н., доц., декан ФК и ТА ДонНТУ (Украина);
Шаповалов Р.Г., к.т.н., доц. кафедры Механики ЮФУ – ответственный секретарь (Россия).

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Боровская М.А., д.э.н., проф., ректор ЮФУ (Россия) – сопредседатель;
Минаев А.А., д.т.н., проф., ректор ДонНТУ (Украина) – сопредседатель;
Грищенко С.Г., к.т.н., директор ИРТС и У ЮФУ (Россия);
Панычев А.И., к.т.н., доц. кафедры А и РПУ ЮФУ – ученый секретарь;
Бутенко В.И., д.т.н., проф. кафедры Механики ЮФУ (Россия);
Навка И.П., к.и.н., проф., проректор по ВС и ВЭД ДонНТУ (Украина);
Башков Е.А., д.т.н., проф., проректор по НР ДонНТУ (Украина);
Грубка Р.М., к.т.н., доц. кафедры ТМ ДонНТУ.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

М.А. Боровская (гл. редактор), А.А. Минаев, С.Г. Грищенко,
А.И. Панычев, В.И. Бутенко, И.П. Навка, Е.А. Башков, Р.М. Грубка,
А.Н. Михайлов, Р.Г. Шаповалов (отв. за выпуск).

UDC 372.881.1

COMPETENCY-BASED MODELS OF FOREIGN LANGUAGE TRAINING

Krasnoshchekova Galina A.

Engineering and Technological Academy,

Southern Federal University, Taganrog, Russia

Phone: +7 (8634) 315380; E-mail: krasnoshokova@tgn.sfedu.ru

Abstract: *This article presents a competency-based model of foreign language training students of engineering specialties. Author determines the content of the main methods and forms of foreign language teaching. It is proved that the proposed teaching model, which implements the context approach to teaching students of technical universities binds together all the components of training content, explaining the advisability of forming skills and contributes to the quality of language training future engineers, as well as the acquisition of real professional experience.*

Keywords: *a competency-based model of foreign language training, context approach, the model training, credit hour, educational attainment.*

The credit hour is currently the basic unit of measurement for student progress in higher education in our country, in the United States and in many European countries. The credit hour informs aspects of administration of higher-education institutions, including establishing teaching loads and graduation requirements, and is the basic structural unit of most courses as well as the basis for federal student aid. Despite this fact, the term was formally undefined until 2010 when the Department of Education defined a credit hour as the amount of work associated with intended learning outcomes that can be verified with evidence of student achievement.

There is growing dissatisfaction with credit hours, however, because they measure time instead of educational attainment and fail to provide any useful understanding of what students actually learned. This criticism is heard most loudly in the debate around credit transfers from one institution to another. In reality, however, this distrust of credits earned elsewhere reflects the fact that it's difficult to place accurate value on earned credits [5].

The accumulation of credit hours, even in an appropriate field of study from a renowned program, does not necessarily demonstrate that the graduate has acquired the knowledge and skills necessary for performance in a specific job.

A small but growing number of educational leaders are advocating a move away from assessing student progress by credit hours and toward clear demonstrations of competence. Such a change will profoundly affect not only our higher-education system but also the entire human-capital system.

It is necessary for colleges and universities offer programs based on courses, which will prepare students for jobs with prospective employers in various industries. Universities should intentionally find help from employers by asking them to explain specifically the skills they desire in new hires. The program must be structured around 120 different competencies—what students know and can do—that are measured by rigorous assessments to demonstrate proficiency, rather than by three-credit courses, which is the norm in most higher-education institutions. This system helps the school ensure that every student who completes the associate’s degree program demonstrates knowledge in every area represented by the degree [3].

We would like to propose the competency-based approach that ensures that employers can hire graduates of the Southern Federal University associate’s degree program with confidence.

Another significant benefit of transitioning to competency-based models will likely be that graduates will move through the program more quickly than those without such experiences because they come into the program with some relevant academic or work experience.

Additionally, employers are more likely to invest in a competency-based degree program for continuing the education of current employees [1]. These employers are investing significantly in the development and early implementation of the competency-based program at Southern Federal University and will no doubt continue to do so. Employers recognize that they will benefit from their contribution because they will be able to influence the ongoing improvement and regular updating of the program.

A research called “Education to Employment” by several companies and firms found that only 42 percent of employers believe college and universities graduates are adequately prepared for work, while 72 percent of educational institutions think their graduates are ready for employment. Employers already think in terms of competencies, meaning these new competency-based programs offer educators and employers a common language and barometer of student achievement [2].

We consider that competency-based models will solve all the problems plaguing higher education today—and they certainly will not address all the inefficiencies in the current labor market—competency-based models will improve the connection between the higher-education system and employers. This will benefit current and future students, and that is what it ultimately is all about.

One of the Guided Pathways to Success, or GPS—addresses what is perhaps the most longstanding problem plaguing the higher education system: the lack of clear pathways for students to take them through education to a career. Under the GPS model, students start in a limited number of meta-majors—a set of courses to meet academic requirements across a range of disciplines and programs—and ultimately complete a specific major through a highly structured degree plan. Under these degree plans, every semester of the program would be tightly structured to assure that students have access to key milestone courses when they need them. Technology would be in place to warn advisors when students fall behind so that they can offer timely and effective intervention.

In this article, we describe ways that reform models can dramatically change the outcomes of higher education in Russia. As used in higher education in Russia today, stackable credentials are a sequence of credentials that accumulate over time to build up an individual's qualifications and help them move along a career pathway or up a career ladder to different and potentially higher-paying jobs [4].

We discuss how the current technological and human systems along with business and financing models in higher education impede the development of needed reforms and how the adoption of the most promising reforms could significantly increase the productivity of higher education system. Furthermore, when students do complete a certificate or a degree program, they hear employers say they do not have the right skills for the jobs that are available.

In the conclusion we can say that there are some of the more promising reforms that seek to improve and strengthen the connection between higher-education systems and employers, and have the potential to solve many of the most pressing problems plaguing both.

References: 1. Baryshnikov N.V. (2013). The Essence of Professional Intercultural Communication. M.: Vuzovskii uchebник: INFRA-M. 368 p. 2. Bepalko V.P. Components of educational technology. M.: Obrazovanie, 1989. 192 p. 3. Zimnyaya I.A. Competence approach . What is its place in the approaches to the problems of education // Higher education today. 2006. Number 8. Pp. 20–26 4. Krasnoshchekova G.A. Explicator. <http://indigotech.ru/downloads/files/explicator.zip>. 5. Hutorskoy A.V. Key competencies and educational standards // Internet Journal "Eidos", 2002. April 23. URL: <http://www.eidos.ru/journal/2002/0423.html>.

УДК 378.147

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ КРЕДИТНО-МОДУЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ КАК ГЛОБАЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Левченко Г.Г., Агеева Ж.А.

ДонНТУ, г. Донецк, Украина

Тел. +38 (062) 3010373; E-mail: nemkaf@mail.ru

Abstract: *This article considers the questions of renewing pedagogical process. It reveals the main reasons of researching new forms of teaching. Global credit and module rating technology of teaching is selected as innovative technology, which is based on such kinds of optimum as credit, module, and rating. The article formulates the task of necessary theoretical foundation of pedagogical essence for the selected kinds of optimum.*

Key words: *technical society, technology, teaching, optimum, behaviorism, credit and module teaching.*

Современное образование под влиянием бурно развивающегося техносциума [1] претерпевает ощутимые изменения, побуждающие к новым взглядам на процесс обучения. Это преобразующее образовательную парадигму движение и формирующиеся при этом в нашем сознании представления о состояниях и процессах в этом движении нашло своё выражение в общем понятии «Технология обучения», которому до недавнего времени ни в педагогической науке, ни в реалиях учебной практики не уделялось должного внимания, поскольку к данному времени не оказалось достаточно предпосылок для определения сути, места, целей и задач явления «Технология обучения», адекватно отражающих сложившийся уровень современного образования.

В обобщённом виде такое определение появилось в докладе ЮНЕСКО о положении в мире образования за 1991 г.: «Технология обучения – это системный метод создания применения и определения всего процесса преподавания и усвоения знаний с учётом человеческих и технических ресурсов и их взаимодействия, ставящей своей задачей *оптимизацию форм обучения*» [2]. Поставив во главу угла ранее сформулированную ЮНЕСКО задачу технологии обучения – как оптимизацию всех форм обучения, следует обратить серьёзное внимание на существенную структурную и содержательную изменяемость образовательных оптимумов, отражающих количественные, качественные и временные размерности главных объектов и субъектов парадигмы обучения, которые и определяют главным образом суть оптимизации форм обучения.

Среди многообразия уже известных в педагогике технологий, таких как, например, технологии проблемного, продуктивного, развивающего обучения, где доминирующими являются психолого-педагогические характеристики, всё больше внимания привлекает кредитно-модульное обучение (КМО) как *глобальная* в образовательной сфере технология, смыслом и *содержанием* которой являются разработки, построения и реализация на основе *оптимумов* обучение отдельной дисциплине или междисциплинарным объектам познания [3].

Согласно утверждениям зарубежных апологетов, КМО должно быть направлено, прежде всего, на унификацию энтропийного содержания глобального процесса обучения, начиная с выявленной общности содержания образовательных дисциплин, преподаваемых и изучаемых в вузах разных стран, таких как: физика, математика, информатика, экономика и завершая унификацией форм обучения, разделённого рамками национальных систем образования. Было выдвинуто предположение, что унификация повлечёт за собой и оптимизацию форм обучения, основываясь на признании общей для всех закономерности развития человеческого разума и тождественности сущностей предметных дисциплин [4]. Из этого делается вывод, что КМО претендует на принцип всеобщности в складывающейся парадигме европейского образования.

Появление в отечественном образовании кредитно-модульной технологии обучения обусловлено более серьёзными причинами, нежели просто проникновение её из-за рубежа под воздействием Болонского процесса. Подлежащие рассмотрению причины, порождены, как было уже указано в самом начале статьи, реальностями развития техносциума и человеческим фактором. Их можно свести в основном к четырём.

ПЕРВАЯ ПРИЧИНА:

Это всё увеличивающийся приток информации, как в образование в целом, так и в каждую образовательную дисциплину. По данным науковедов информация в современном мире возрастает со скоростью 200 млн. слов или 300 страниц в час, тогда как человек за это время способен усвоить в среднем лишь 0,1 страницы новой информации [5]. Такая экспансия информационных потоков, проникающая из самых различных источников без должного внимания со стороны не только педагогов, но и органов планирования учебного процесса может привести в конечном итоге к его негэнтропийному состоянию, не говоря уже о возможности его оптимизации.

О негативности последствий информационного излишества говорили многие мыслители прошлого: Гомер, Демокрит, Сенека, Коменский, Свифт. В 19 столетии К. Маркс подтвердил эти предостережения, сказав, что без ограничения сферы деятельности нельзя ни в одной области совершить ничего замечательного, что в равной степени касается и сферы обучения. О серьёзности проблемы «нашествия информации» в настоящую систему обучения пишет в своём труде «Энергоинформационная педагогика» международный эксперт по вопросам образования И. Подласый следующее: «Для современного обучения, буксующего во всё увеличивающемся массиве информации проблема: как подсказать человеку, какая информация для него будет полезной, а какую следует отсеять как лишнюю и ненужную, как помочь человеку облегчить ориентацию в огромных потоках сообщений. Важность этой проблемы будет возрастать» [6]. С этой проблемой на педагогическом поприще в своё время столкнулся Л.Н. Толстой, который пришёл к выводу, что «Мудрость не в том, чтобы много знать. Всего знать мы никак не можем. Мудрость не в том, чтобы знать как можно больше, а в том, какие знания самые нужные, какие менее и какие ещё менее нужны».

Чрезмерность информации, какими бы путями она не поступала, для структурированной в пределах времени системы обучения приведёт в конечном итоге к необходимости её ограничения. И когда это настанет, то ограничение должно осуществляется не упрощённо механически, а путём селекции уже имеющихся и непрерывно поступающих в учебный процесс массивов информации из самых разных носителей, понимая под селекцией отбор самой необходимой и полезной информации, представляющей знание, в том числе и научное.

ВТОРАЯ ПРИЧИНА:

Неупорядоченность знаний имеющихся, и тех, которые несут с собой потоки информации. В своём труде «Образование умственное, моральное и физическое» английский философ, социолог и учитель Герберт Спенсер отмечал, что «если знания человека в беспорядочном состоянии, то чем больше он их имеет, тем сильнее расстраивается его мышление». Такое расширяющееся движение в учебном процессе информации, несущей и не несущей знание требует периодически обновления и соответствующего переупорядочения её подачи и восприятия. И.В. Гёте поэтому поводу писал: «С расширением знаний время от времени наступает необходимость изменить расстановку данных, чаще всего это происходит по новым принципам, но всегда остаётся провизорной» [7].

ТРЕТЬЯ ПРИЧИНА:

Современные требования, предъявляемые к выпускникам высшего звена образовательной системы. В более конкретном выражении это уровень компетентности как широкой системной рефлексии, то есть, отражения владения знаниями, умениями и навыками в их взаимосвязанной совокупности с видением их более высокого уровня применимости. Такой уровень рефлексии должен быть достигнут как в пределах одной дисциплины, так и в пределах владения междисциплинарными содержаниями и связями.

ЧЕТВЁРТАЯ ПРИЧИНА:

Несоответствие социальных отношений студент-преподаватель, как субъектов образовательной парадигмы в учебном процессе. Это несоответствие заключается в авторитарной природе взаимоотношений. Столетиями сложилась и действует образовательная система обучения, которая исходит из того, что внешнее непосредственно формирует внутреннее. Лекционно-семинарская система обучения действует таким образом, что тот, который учится, попадает под понятие «объект», которым можно управлять с помощью внешних влияний общих стандартов и нормативов. И вот эта ориентация на директивно заданный норматив, приводит к тому, что студент как будто растворяется в педагогическом процессе. Каждый студент есть индивидуальность, однако, пропуская учебное влияние сквозь призму своей индивидуальности, он выступает не как объект научения, а как субъект, познающий внешний мир, воздействующий на него и вступающий во взаимодействие с ним. И, чтобы ослабить эту авторитарную зависимость, следует искать и создавать такие технологии, в которых дидактическое и предметно-информационное содержание дистанцировало бы авторитарное влияние субъекта-обучающего на субъекта обучающегося, т.е. преподавателя на студента, как в фазе обучения, так и фазе контроля и оценки знаний, умений и навыков.

Но в этом вопросе технологии обучения довольно сложно найти полное окончательное решение, которое, главным образом, лежит в поле взаимоотношения субъектов учебного процесса. Трудно соединить две психологические сущности социального и биологического происхождения:

бихевиоризм и гуманизм, без которых не мыслим учебный процесс в нормативно существующем учебном заведении с его коллективной природой. Бихевиоризм (стимул – реакция) более приближен к организации и реализации технологий обучения на основе биологической сущности человека. Гуманистическая психология и, соответственно сам процесс обучения, связаны с личностью студента, его индивидуальностью, собственно с его общественной сущностью. Уделяя основное внимание в учебном процессе подаче знаний (стимул) и контролю знаний, вносимых для усвоения (реакции) бихевиористы предлагают определённые педагогические технологии, реализация которых, по их утверждению, должна гарантированно привести к запланированным результатам. Гуманисты принципиально и вполне аргументировано возражают против такой технологизации, подчёркивая уникальность личности как студента, так и преподавателя, которые не могут действовать только по принципу механизмов. Но это вовсе не означает, что гуманисты не признают технологий обучения, а бихевиористы требуют действовать по сугубо разработанным алгоритмам. В этом случае следует идти по пути интеграции этих положений и разрабатывать такие технологии, в которых и студент проявлял бы себя как мыслящая, реализующая себя в коллективных формах обучения личность, и психологический смысл бихевиоризма не потерял бы своего места и значения.

На основании изложенного в ДонНТУ была разработана и внедрена при прохождении магистерского курса «Риторика» кредитно-модульно-рейтинговая технология обучения, где в качестве оптимумов выступают такие категории как *кредит, модуль, рейтинг*, которые стали объектами психолого-педагогического, дидактико-методического анализа и требуют отдельного рассмотрения.

Список литературы: 1. *Котвалюк А.Л.* Социальные технологии. – Тернопіль, «Економічна думка», 2001, с. 4. 2. Доклад ЮНЕСКО «О положении в мире образования» за 1991 г. – Париж, 1991. 3. *Левченко Г.Г., Каплюхин А.А.* Педагогические основы «Технологии обучения» / Машиностроение и техносфера XXI века // Сборник трудов XVIII международной научно-технической конференции в г. Севастополе 12–17 сентября 2011 г. – Донецк: ДонНТУ, 2011. Т. 2. С. 150–153. ISSN № 2079-2670. 4. *Вернадский В.И.* Труды по всеобщей истории науки: – М.: Наука, 1988. 5. *Н. Мазница.* ЗН № 470 (268), 1999, с.13. 6. *И. Подласый.* Энергоинформационная педагогика. – М.: Дата сквер, 2010. С. 32. 7. *И.В. Гёте.* Избранные философские произведения. – М.: Наука, 1964. С. 337.

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АНАЛОГИИ НА ПУТИ ПОСТИЖЕНИЯ ИСТИНЫ

Левшов А.В., Джура С.Г., Чурсинов В.И., Якимишина В.В.

ДонНТУ, г. Донецк, Украина

Тел. +38 (066) 0149548; E-mail: dzhura@roerich.com

Abstract: *The tendencies XX and XXI of century are analyzed in the field of philosophy of engineering and given prognosis of prospect of development of interaction of the machine and man. The characteristic examples of human-machine analogies are given, which resolution of conflicts, in opinion of the authors, onthologival leave in gnostical sources. The argument of this position is given. As the balance of reason and its reflection in engineering is considered.*

Key words: *education, analogy, information technologies, knowledge, development, true.*

Интеллектуальная эволюция, прогрессируя
бок о бок с физической, конечно, была
проклятием вместо благословения...
Е.П. Блаватская (Тайная Доктрина, т. 2).

Введение. Авторы полностью разделяют постановку педагогической задачи воспитания человека как прообраза всевышнего, что выражено в Великом Законе Аналогий: «Данная тема является одной из важнейших для науки, всегда стремящейся познавать Истину о мироздании, о жизни – о Вселенной. Раскрытие этой темы как раз и позволяет формировать вектор процесса современного познания, который не может не опираться на достижения всего свода древних наук, в частности, этого Великого Закона Аналогий. Продуманный и выверенный сплав – синтез – прошлых и настоящих знаний о мире даст свои плоды на ниве человеческой эволюции, сегодня проходящей свой очередной и сложный экзамен ради того, чтобы выйти на необходимый этап ДУХОВНОГО развития» [1]. По сути, эта главная проблема Ф.И.Достоевского, который говорил, что «Человек есть тайна. Ее надо разгадать, и ежели будешь ее разгадывать всю жизнь, то не говори, что потерял время; я занимаюсь этой тайной, ибо хочу быть человеком».

Ситуация в мире заставляет задуматься над тем, куда движется мир и месте каждого в эволюции. Метод аналогии будем использовать в работе и именно в трактовке, которая выражена, в частности в «Кибалионе»: «Как вверху так и внизу», на этой аналогии будем стоять наши рассуждения. Вверху будет человек и его отражение (в частности, мышления – левостороннего механизма), а внизу – то есть в компьютере будем искать аналогии и возникшие противоречия решать в философском ракурсе на мета-уровне. Полагаем что именно на этом принципе зиждется главный принцип смысла культуры, суть

которой, по мнению Ю.Лотмана [2] в том, что она дает опыт непройденных дорог. То есть он основан на принципе аналогии, ибо заранее нельзя дать решений всех задач, но есть решения и они описаны и на принципе аналогии каждый может их приложить к реальной ситуации с тем или иным успехом.

Аналогии в образовании. Сейчас наметился серьезный технократический перекося в образовании и это показано в анализе [3]. К сожалению, данная проблема только начинает осмысливаться, но статистика говорит о её присутствии на уровне социальных процессов и их результатов. Так, сегодня США готовят непропорциональное количество специалистов, отвечающих за образное/рациональное отношение к миру: 10 гуманитариев и 114 инженеров; Германия соответственно – 10/39, Франция – 10/32, Россия – 10/141. В странах Востока (Китай, Индия, Иран), напротив, преобладают представители гуманитарного или идеологического блока, в т.ч. на уровне высшего руководства страны [3].

В связи с этим, весьма любопытной представляется идея российского философа В.А. Кутырева о переориентации образования с научной модели – на культурную. Если первая, по сути, стала моделью программирования субъекта на узкий круг операций, то вторая призвана культивировать личность, эмоционально-эмпатические стороны её духа. Она, переориентация, «важна не только для личности. Безудержное, нерегулируемое развитие науко-техники является главной причиной переживаемого человечеством глобального кризиса... Экологический и антропологический кризисы есть следствие экспансии рационального и искусственного, подавление ими естественных форм бытия». Отсюда напрашивается вывод о ревизии существующих моделей образования, которая сняла бы превалирующую односторонность подготовки и восстановила права целостного, синтетического миропонимания (а ведь это и есть подход метазнания). К ещё более жесткому выводу – в ходе анализа нынешнего (одичалого) состояния человечества, – пришел академик Н.Н. Моисеев: «Я убежден, что XXI век должен стать веком гуманитарных знаний! Самые трудные вопросы, с которыми мы приходим в соприкосновение, это проблемы человека, способного следовать новым идеалам. И, конечно, их создание!» [4].

Указанный тезис подтверждает Клод Леви Стросс: «XXI век будет или веком гуманитарных наук или его не будет вовсе» [5]. Понимая, что выше гнозиса или божественной мудрости (а именно она согласно недавно введенному понятию Л.М. Гиндилисом в [6] понятия метазнания) нет, то постараемся вслушаться в эти ориентиры движения и вписать в них наше понимание. Так, в метазнании сказано [7]: «Наша цель – «вооружить человека без единого механического прибора или аппарата», так как вся аппаратура – в его собственном микрокосме, и он может видеть и слышать, обонять и осязать явления Тонкого Мира и тонкие энергии без обычной земной аппаратуры. Для этого в человеческом организме имеются огненные центры, или узлы и железы, при пробуждении которых и активности человек начинает видеть и слышать не

видимое и не слышимое обычным глазом и ухом. Агни Йога дает человечеству путь к овладению его собственной аппаратурой духа и открывает возможности познания Незримого и зримого миров».

Эта мысль прекрасно коррелирует с мыслью Ректора ДонНТУ проф. А.А. Минаева, который на выступлении перед магистрами в частности сказал: «Вот вы все мастера компьютерных технологий. А умеете ли вы пользоваться своим сознанием и подсознанием?» Не все поняли его, и он позже сказал об этом, что не все преподаватели его поняли, но он надеется, что студенты поняли. Таким образом, мы понимаем, что прав был Клод Леви-Стросс который подчеркивал что: «Ученый – это не тот, кто дает правильные ответы, а тот, кто ставит правильные вопросы». И так вопрос поставлен. Идея постановки вопроса выражена парадоксом, приведенным на рис. 1.

Предварительные замечания. Авторы этой статьи не являются специалистами в компьютерных технологиях и философии в частности и, казалось бы, как могут они рассуждать об этом и смогут ли решить поставленный вопрос. В этом смысле нам близка позиция проф. СПб университета М.А. Басина, который в одной из своих книг написал [8]: «Книга, посвящена человечеству в целом – а для этого желательно, чтобы авторы были свободны от полных знаний в отдельном разделе науки о человеке и обществе – то есть они должны быть в какой-то степени дилетантами. Однако, дилетантизм – это, возможно, желательное, но вовсе не достаточное условие для написания



Рис. 1. Обложка пластинки Pink Floyd «Delicate Sound of Thunder»

такой книги». То есть «дилетантизм» в каком-то вопросе может быть именно важным преимуществом, ибо, в этом есть предпосылка (но не гарантия) незашоренности авторов и, следовательно, свежести их взгляда. А гарантией точности их выводов может служить аналогии с метазнанием (полагаем, что в раскрытии этого тезиса и состоит по большому счету смысл этой конференции). А этих аналогий достаточно, которые направлены на то, что все более обвешивая себя приборами и гаджетами, человечество идет в сторону от эволюции, которая намечена Высшими Силами.

Человеко-машинные аналогии. Мы выделили три важных аналогии. **Первая.** Общеизвестно, что любой компьютер имеет базовую систему ввода-вывода (BIOS – Basic Input-Output System), без которой он не может работать, ибо она загружается первой и лишь потом загружаются любая операционная система и далее все прикладные программы. Если BIOS нет (или она повреждена), то никакой операционной системы загрузить невозможно. В этом смысле находим аналогию в Писании: «У имеющего добавится, а у не имеющего отнимется». **Вторая.** В теории систем есть понятие эмерджентности (от англ. emergence – возникающий, неожиданно появляющийся) – наличие у какой-либо системы особых свойств, не присущих её подсистемам и блокам, а также не равных сумме элементов, не связанных между собой особыми системообразующими связями; несводимость свойств системы к сумме свойств её компонентов; синоним – «системный эффект». Здесь вспоминается метафизика Аристотеля: «Целое больше, чем сумма его частей». В Писании: «Ибо, где двое или трое собраны во имя Моё, там Я посреди них». **Третья аналогия.** Спам (компьютерный бич современности), по сути, техническая аналогия заповеди «Не поминай имя Господа всуе»...

Пути выхода из ситуации традиционным путем известны, но это как говорится от лукавого ибо «земная мудрость хула перед господом» и логика земного (дольнего) мира противоположна горнему (высшему). Так каким путем следует идти? Ответ находим в [7]: «Скоро наука поставит человечество перед фактами внеплотной деятельности сознания и проявления его в тонком теле и область незримого физическому глазу мира сделает доступной и зримой при помощи аппаратов. Но Наша цель вооружить человека без всяких аппаратов. К чему аппаратура, когда все аппараты заключены в нем самом? Но не скоро она дойдет до воспроизведения и дублирования функций некоторых **центров**, как дошла, например, она до фотоаппарата или телефона, скопировав структуру глаза и уха, но до многого все же дойдет. Только подумать, сколько чудесного заключено в человеке, например, **центры** и функции их. И сколько времени нужно утонченной и напряженной работы, чтобы пробудить к жизни хотя бы один. Простым отрицанием можно убить и потушить огонь **центра** в самый момент его зарождения, если его не признать. Сколько зарождавшихся высших способностей у детей было убито их невежественными родителями. Ребенок доверчиво говорит матери о том, что он видит и слышит, но получает в ответ: «Это тебе кажется, это фантазия, этому не верю». И даже ведут ребенка к

такому же невежественному врачу, который заливает бромом прозрения духа. Но скоро наука заставит поверить несомненному» [5]. Эти идеи метазнания подтверждаются современными исследованиями.

Продолжим рассмотрение развития компьютерных технологий.

Обзор перспектив развития информационных технологий. Как видится развитие WEB? Вот как они видятся разными исследователями:

- WEB: 0 – предвосхищение текста;
1 – человек получает текст;
2 – человек творит текст;
3 – сообщество творит текст;
4 – текст творит человека;
5 – текст творит текст;
6 – а зачем нам человек?

Искусственный интеллект все более и более входит в свои права и абсурдность постановки удручает. На рис. 2 приведена эволюция программных технологий (история и прогноз).

Отсюда возникает вопрос, а правильно ли выбран вектор развития информационных технологий (который сам является следствием развития человечества в целом)?

Тупик налицо. Выход видится в метазнании, ибо мудрость земная – хула против Господа, а мудрость горнего мира противоположна дольнему. И вот ответ в «Космических легендах Востока»: «Духовное сознание отстало от физического знания. Этика утерялась среди нагромождений формул. Машины отвлекли человека от искусства мышления. Сейчас довольно роботов! Для равновесия Мира нужно сердце – в этом Указе находится спасение неотложное... В Новой Эре будет много таких людей, которые заменят собою самые сложные аппараты. Сейчас еще изобретают роботов, но после механической горячки опять обратят внимание на силы человека, заключенные в нем самом. Человек постоянно опасался всего таинственного, забыв, что ключ от Сезама в нем самом» [9].

Получается, что с точки зрения метазнания, человечество идет не тем путем и это подтверждается прогнозами компьютерщиков (табл. 1). Здесь акцент должен быть сделан не на технику, а на развитие внутренних способностей человека. Это подтверждается следующим [7]: «Владыки указывают основное направление эволюции и те линии, по которым должно идти развитие человека. И воля каждого принявшего это направление свободна избрать путь, духу созвучный. Направление эволюции – Беспредельность и Сферы дальних миров. Средства – пробуждение и возжжение **центров** человеческого микрокосма и утончение и усовершенствование человеческого аппарата. Цель – вооружить человека без единого аппарата, ибо вся аппаратура, более совершенная, чем любой механический аппарат, в своем потенциальном состоянии сосредоточена в нем. Осознание этого факта откроет новые пути исканий и возможности новых, изумительных достижений. Все изобретения и

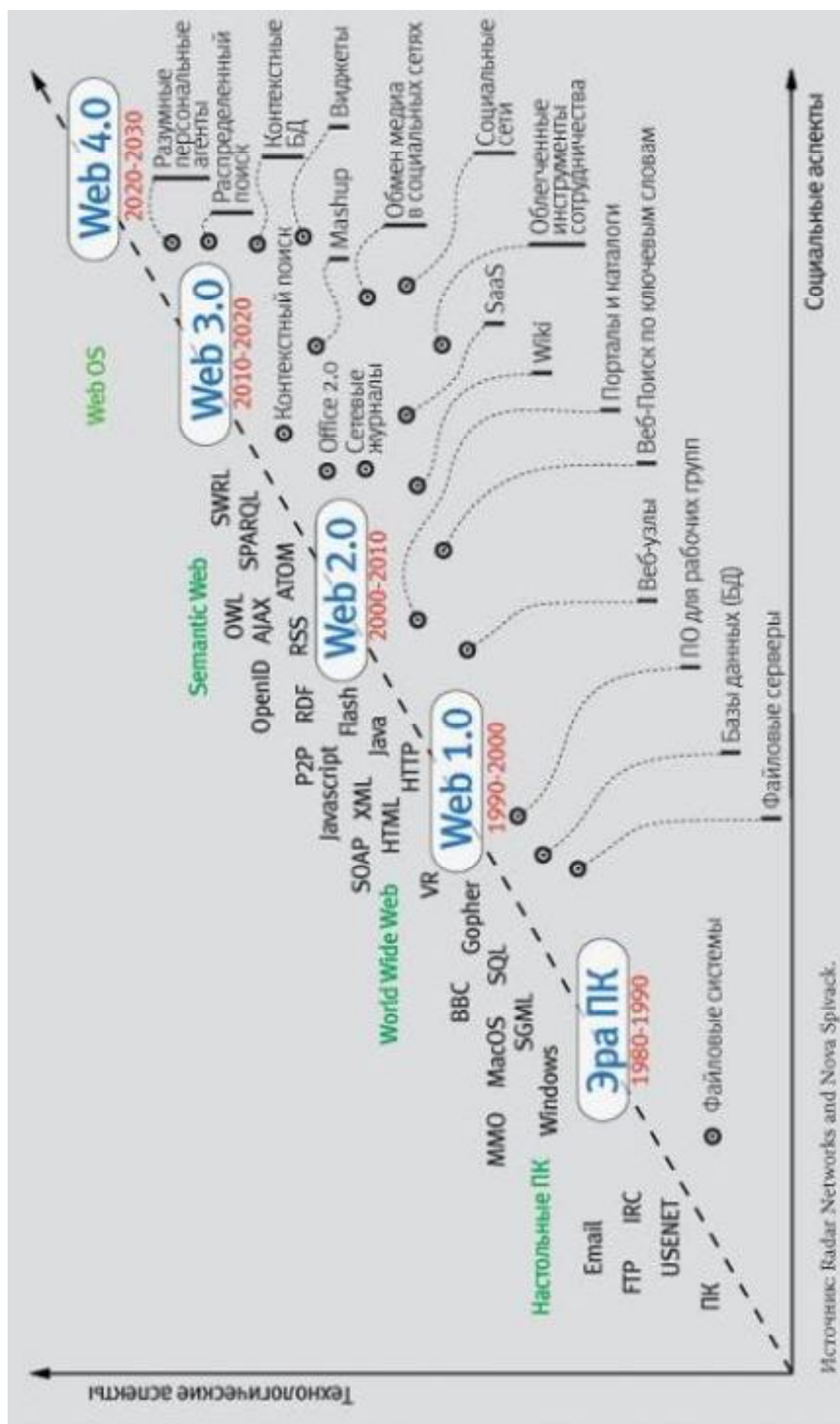


Рис. 2. Эволюция программных технологий (история и прогноз)

Предсказания технических изобретений

Было предсказано	Год	Автор
Компьютер	1726	Д. Свифт «Путешествие Гулливера»
Ракета, космические полеты, высадка на Луну	1867	Ж. Верн «С Земли на Луну»
Робот	1920	К. Чапек «Р.У.Р.»
Тотальный контроль над личностью	1920	Е. Замятин «Мы»
Всеобщая слежка в Сети	1949	Дж. Оруэлл «1984»
Электронный калькулятор	1951	А. Азимов «Основание»
Плейер	1953	Р. Брэдбери «451° по Фаренгейту»
Мобильный телефон	1953	Р. Хайнлайн «Назначение в вечность»
Интернет, виртуальная реальность	1960	С. Лем «Сумма технологий»

аппараты, созданные человеческим гением, нужны, но лишь до тех пор, пока его собственный аппарат не начал работать на полную силу. Что это значит, можно понять из того, что на дальних планетах высокой степени нет заводов и фабрик и нет машин и никакой аппаратуры. Жизнь во всех ее фазах регулируется творческой мыслью и энергией духа. Творя, создают всё, что необходимо иметь человеку для жизни». Без помощи свыше не пройти. Вот как сказано: «Без Учения не пройти, без Учения не пройти в будущее, и потому утверждение Учения является ближайшей задачей. Лучший путь утверждения Учения Жизни – личный пример. Не будут слова убеждающими, если не подтверждены личным примером, то есть если Учение не применено самим говорящим на практике в жизни» [5].

Почему Метазнание? Прогнозы – прерогатива науки. Но ее возможности ограничены. Даже погоду на месяц нет возможности спрогнозировать. Причина в том, что каждый ученый знает границы своей компетентности и это верно. Инструментарий науки ограничен. И поэтому как пишет российский ученый-энциклопедист Л.В. Лесков: «Во-первых, ученым не удалось предсказать ни одного крупного поворота мировой истории в XX веке. Во-вторых, к концу века, в некоторых странах, например в России, резко возросло число стратегических системных просчетов, плата за которые оказалась непомерно велика. Ученым не удалось заблаговременно предоставить лицам, принимающим решения, достаточно убедительные доказательства ошибочности этих стратегических решений» [10].

Пророчества разных пророков говорят о том, что будет изобретен робот-полная замена человеку и, конечно же, он будет формировать будущую армию. Это печально. Ибо осмысление результатов тех или иных изобретений

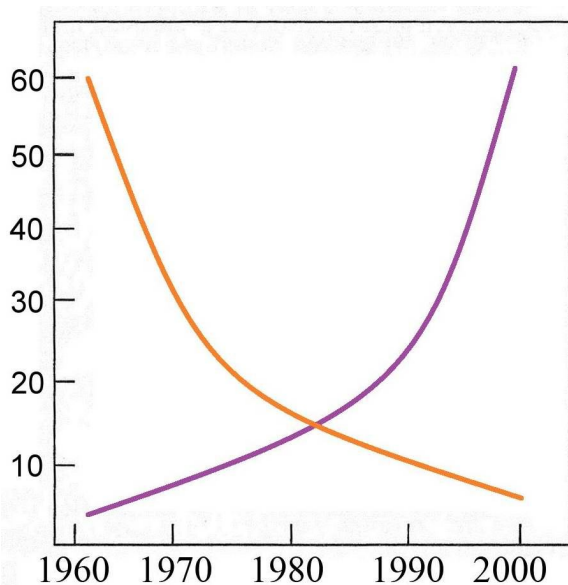


Рис. 3. График возрастающей мощности компьютеров и уменьшения пользы от них (парадокс)

человечества отстает от самих изобретений на годы, а иногда и на десятилетия, что создает большие риски существования человечества. Так вот создание такого робота-солдат, возможно, не позволит еще успеть осознать его опасность и физически человечеству попасть в капкан им же созданного терминатора. Ситуация уже не раз обыгрывалась в фантастических романах и фильмах.

Парадоксы компьютерной эры.

До настоящего времени главным показателем развития общества являлась его компьютеризация. В эру общества знаний именно возможность доступа к ним и есть одним из важнейших показателей этого фактора развития общества. Однако, что мы видим. Одним

графиком (рис. 3) показаны несколько парадоксов. **Первый парадокс:** Ж. Бодриар «Информации становится все больше, а смысла все меньше» [3], т.е., чем больше растет количество знаний (информации), тем меньше есть возможность их найти в нужное время. По одной шкале возрастает количество данных и по второй количество неудавшихся поисковых запросов. Это было описано не раз и каждый сам знает, что чем больше у него вещей в доме, тем меньший порядок. Тем меньше есть возможность найти нужное в отведенное время. **Второй парадокс:** он отражен на графике: чем больше растет суммарная мощность компьютеров в мире, тем меньше польза от них у человечества. Впервые этот график был представлен на праздновании 40-летия сотрудничества Штутгартского университета (Германия) и ДонНТУ (Украина) и никак не был прокомментирован. От себя можем сказать, что полностью согласны с такой постановкой вопроса, ибо, есть весьма образное сравнение о том, что компьютер на процессоре Pentium-1 (это начало 80-х годов) соответствует суммарной вычислительной мощности таких держав, как СССР и США на момент запуска первого спутника Земли. Это начало 60-х годов – начало шкалы. Минимальная вычислительная мощность – максимальный результат для человечества. Сейчас же, когда на столе практически каждого клерка стоит компьютер, в миллионы превосходящий по мощности вычислительную мощь Pentium-1 (и, следовательно, мощности таких держав как СССР и США на момент запуска первого спутника Земли), он в основном пользуется компьютером для набора текстов, несложных расчетов, общения в Internet и игр. И этим практически исчерпывается востребованность такой мощной вычислительной системы и особое место затрат – визуальные эффекты.

В чем же дело? А ответ напрашивается философский или онтологический – мы хотим казаться или быть? Этот вопрос основательно рассмотрел Эрих Фромм [11].

Третий аспект графика выражен в виде центральный вопроса философских систем: соотношение материального и духовного в жизни человека и общества или, в нашем случае аналогия того, что чем больше материального, тем меньше духовного, и наоборот (в большинстве случаев). От правильного ответа на этот вопрос зависит стратегия развития общества, судьба каждого человека. Этот вопрос прекрасно разработан в частности в книге «Иметь или быть» Э. Фроммом. Он пишет [11]: «Альтернатива "обладание или бытие" противоречит здравому смыслу. Обладание представляется нормальной функцией нашей жизни: чтобы жить, мы должны обладать вещами. Более того, мы должны обладать вещами, чтобы получать от них удовольствие. Да и как может возникнуть такая альтернатива в обществе, высшей целью которого является иметь – и иметь как можно больше – и в котором один человек может сказать о другом: «Он стоит миллион долларов»? При таком положении вещей, напротив, кажется, что сущность бытия заключается именно в обладании, что человек – ничто, если он ничего не имеет. То есть, если смотреть на график, то чем выше материальные доходы, тем ниже польза от всего этого для человека (в большинстве случаев, хотя есть и исключения, которые обусловлены позицией метазнания «иметь, но не считать своим»).

И все же великие Учителя жизни отводили альтернативе «обладание или бытие» центральное место в своих системах. Как учит Будда, для того чтобы достичь наивысший ступени человеческого развития, мы не должны стремиться обладать имуществом. Иисус учит: «Ибо, кто хочет душу свою сберечь, тот потеряет ее; а кто потеряет душу свою ради Меня, тот сбережет ее. Ибо что пользы человеку приобрести весь мир, а себя самого погубить, или повредить себе? [Евангелие от Луки, IX, 24 – 25]».

Из метазнания известно, что низший человек (личность) живет присвоением, а высшая триада (неумирающая) отдаванием. Эта схема описана авторами в [12].

Парадокс вычислителей. По всей видимости, большинство людей полагает, что по формуле хотя бы компьютер считает правильно и, следовательно, расчетам на компьютере можно доверять практически всегда. Но этот тезис опровергнут в литературе как «Rump's polinom» [13], который более подробно можно увидеть на рис. 4.

Любое действительное число однозначно представимо на числовой оси и приближенно – в памяти электронной вычислительной машины (ЭВМ). Возникшее приближение обусловлено машинными форматами представления вещественных чисел (например, форматами чисел с плавающей запятой), которые конечным набором двоичных значений отображают бесконечное множество действительных чисел [14]. Таким образом, поскольку в ЭВМ с конечной разрядной сеткой невозможно точное представление вещественных чисел, то результат каждого достаточно сложного расчета содержит некоторую



Рис. 4. Парадокс вычислений «Rump's polynomial»

ошибку, обусловленную погрешностями округления входных данных и промежуточных результатов. Это означает, что если в вычислении участвуют приближенно представленные (округленные) значения, то и результат окажется приближенным. Кроме того, на погрешность, полученную при вычислении, накладывается и погрешность, возникшая при представлении полученного значения в формате с плавающей запятой (ошибка округления). Поэтому в результате накопления погрешности на каждом шаге вычисления степень достоверности результата снижается, приводя порой к совершенно неверному решению вычислительной задачи [15].

Есть выходы промежуточные, не решающие вопрос глобально. В чем же авторы видят решение? Это конечно подход метода метазнания.

Сущность метода метазнания.

В эзотерических вопросах невозможно «объяснить» как в учебнике, от «А» до «Я», здесь можно только вжиться в проблематику, синтетически воспринять всю конструкцию мироздания, по частям не получится. Отсюда уровни поднятия к очередному знанию, пахтание пространства знания [16].

По сути, это метод искусства, который состоит в созерцании произведения и проникновения в его суть всем нутром, интуитивно. Более того, с точки зрения авторов именно этот метод побуждает проникновение в суть «Тайной Доктрины» Е.П. Блаватской, которая написана именно так, что традиционный метод познания не работает и, если читатель не сможет переключиться с логического метода на сердечный (интуитивный), то он ничего не поймет ибо текст доктрины криптографирован. Многие логические линии начинаются где-то в середине текста и продолжаться могут в следующем томе. Кто сможет настроиться на такое прочтение, тот и извлечет знание, а главное, метод доктрины...

И чтобы ученик мог почерпнуть как можно больше пользы, совершенно необходимо избавиться от привычки мыслить поверхностно и невнимательно, порожденной западной цивилизацией, и сконцентрировать ум на инструкциях в целом, равно как и на каждом слове в них [17].

Этот подход прекрасно корреспондируется с мыслями выдающихся авторитетов в науке: «Если не грешить против разума, нельзя вообще ни к чему прийти» А. Эйнштейн и ему творит П.Л. Капица: «Согласие между экспериментом и теорией представляет собой состояние мещанского благополучия в науке. Этим закрывается развитие» [10].

Как пишет современный ученый-энциклопедист Л.В. Лесков: «Построение новой теории станет возможным только при условии выхода за рамки существующей научной парадигмы» [18]. Нормальная наука, пишет автор концепции парадигмы Т. Кун, развивается таким образом, «будто бы природу пытаются «втиснуть» в парадигму, как в заранее заколоченную коробку... Явления, которые не вмещаются в эту коробку, часто, в сущности, вообще упускаются из виду. Ученые в русле нормальной науки не ставят себе цели создания новых теорий, обычно к тому же они нетерпимы и к созданию таких теорий другими» [19]. Именно так обстоит сегодня дело с парапсихологией в частности и, можно сказать, с теоретической интерпретацией феномена сознания вообще. Выходом из этой ситуации, согласно Т. Куну, являются революционные изменения в парадигме и тем самым изменение научного взгляда на мир.

Современная теория научного эксперимента отсекает все, что не ложится в прокрустово русло современной парадигмы. Это так называемый критерий доверительного интервала, вычисленный через критерий Стьюдента. Все, что при повторе (а только при повторном эксперименте и притом многократном) будет соответствовать этому критерию (войдет в его диапазон $\pm$) – это доверительный интервал, а что нет – должно быть отброшено, как не отвечающее критерию доверия (!). Вот что не пропускает сегодня экспериментальные данные для исследования. Нужно менять парадигму. И вот контуры новой методологии.

Новая методология. Она основана на отказе от эксперимента как главного критерия истины ибо, зайдя в наномир, ученый влияет на результат

эксперимента уже своим биополем, мыслью и т. д., и поэтому другой человек в другом состоянии повторяя этот опыт получит другой результат и то, что они могут не сойтись результат не самого эксперимента (физический его составляющей), а результат психических процессов при эксперименте. Пока ученые имели дело с макромиром и даже микромиром, где силой мысли можно было пренебречь, все было нормально. Но вот нанодиапазон и далее – вряд ли. В этом случае том нельзя пренебречь.

В классической физике считается, что свойства измеряемого объекта, наблюдаемые при измерении, существуют до измерения, а измерение лишь ликвидирует наше незнание по этому вопросу; в квантовой физике все обстоит иначе: «свойства, обнаруживаемые при измерении, могут вообще не существовать до измерения... В некотором смысле реальность твориться, а не просто познается» [20]. Ему вторит М. Каку [21]: «Представление о космическом сознании, пронизывающем Вселенную, несомненно, по сути своей является метанаучным. Важно, что физика подходит к этим представлениям». В работе одного из авторов этот мостик между метанаукой и классической наукой переброшен [12]. Остается открыть эти новые виды материи, соответствующие каждому из 11 измерений и найти формулы (математические зависимости между ними и классическим веществом, т.е. той малой частью, что известно современной науке). Когда наука о живом старается поверить себя точными науками, что появляется немало казусов. Например, в выступлении выступление кандидата экономических наук, руководителя Центра методологических и историко-экономических исследований Института экономики РАН, ординарного профессора НИУ ВШЭ Олега Ананьина «Экономическое моделирование: между объектом и заказчиком» приводится интересный факт о том, что при полете на Марс американских спутников использовалась методика оценки возможности жизни на Марсе и, как и следовало предположить, результат был отрицательный. Но ученые решили приложить эту методику формально для оценки возможности жизни на Земле. Оказалось, что, используя эту методику, жизни на Земле нет. Как говорится, комментарии излишни. То есть, есть куда расти, и как относиться к результатам официальной науки. Она требует развития, но сдержанного и проверяемого. Но это нужно делать, ибо во время войны (а информационная война не прекращалась никогда) всегда используют знаний противника (к примеру, на войне берут «языка» и его данные, то есть данные врага, так или иначе используют). То есть даже в таком крайнем положении, нужно принять хотя бы как гипотезу новые мысли (ими всегда питалась традиционная наука, например, в научно-фантастических романах). Так возникли все основные изобретения современности.

Что же тогда должно стать критерием истинности? Это критерии даны в метазнании.

Критерии сверхнаучного знания.

Требования к Источнику Сверхнаучного знания даны в [6]:

- Достоверность (подлинность) его не должна вызывать никаких сомнений.

- Поскольку речь идет о подлинном документе, относящемся к определенной эпохе, это должно найти отражение в языке Источника: используемые в нем термины должны соответствовать «научному» языку той эпохи, к которой он относится. Нелепо, например. Ожидать применения дифференциальных уравнений, тем более в современной форме, в источнике, относящемся к эпохе Древнего Египта.

- Следующий вопрос – как далеко может Источник опережать свою эпоху? Если он заглядывает далеко вперед, он может полностью пройти мимо сознания современников. Чтобы этого не произошло, составители документа должны держаться, в основном, в пределах тех знаний, которые доступны пониманию того времени.

- Наконец, чтобы мы могли воспользоваться критерием сверхнаучного знания, мы должны хорошо знать эпоху Источника, состояние науки того времени – понимать, что для нее доступно, а что лежит за пределами ее знаний [6].

Примером такого «выходящего за пределы своего времени» можно считать представление древней индийской науки о существовании и величине наименьшей линейной меры в работе [22]. Другие примеры приводятся в [23] о Стоунхендже и т.д. Важным дополнением к этому является подробный анализ современных Источников метазнания (Теософия, Агни Йога, Учение Храма), проведенный Гиндилисом [13]. Это собрание более 50 научных работ на эту тему одного автора. Больше можно посмотреть в материалах конференций «Этика и наука Будущего». Так, в частности, Л.М. Гиндилис, астрофизик, действительный член Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, заслуженный научный сотрудник МГУ им. М.В. Ломоносова, рассматривает понятие о Солнце в таких источниках и современной физики, оказалось, что они полностью соответствуют приведенным выше критериям, как, впрочем, и соотношение о получаемой Землей энергией в Источнике сказано, что $1/3$ только от Солнца и $2/3$ от метеоритов). Расчеты Л.М. Гиндилиса подтверждают это, на первый взгляд, странное предположение. То есть, выдвинутые критерии, вполне можно использовать в области сверхнаучного знания, то есть в области метапедагогики. Ведь именно с ее помощью все известные (и неизвестные) века человечество получало Знание. Этот же факт отмечен и в энергоинформационной педагогике [24]. Об этом же говорит и эволюционная педагогика.

В Москве проведена очень интересная классическая конференция «Искусственный интеллект: философия, методология, инновации» [25]. Интерес и бурные обсуждения на «Круглом столе конференции» вызвал доклад председателя Пермского отделения НСММИ РАН проф. Л.Н. Ясницкого: «Нейросетевые технологии как метод получения новых знаний». В докладе был обобщен пермский опыт создания и применения интеллектуальных систем в

промышленности, экономике, криминалистике, социологии, политологии, экологии, медицине. Отмечены факты выявления нейронными сетями новых, неизвестных ранее научных и инженерных знаний, что обеспечило более высокую точность диагностики, прогнозирования и оптимизации моделируемых явлений и процессов. Докладчик отметил, что некоторые из выявленных таким способом знаний сразу получили признание научной общественности (например, проект Е-ЭСКУЛАП – в медицине). Некоторым новым закономерностям удалось найти материалистические объяснения только после длительных дискуссий и обсуждений со специалистами. А некоторые – до сих пор не могут быть объяснены в рамках традиционных научных теорий. При обсуждении доклада было высказано пожелание «не смешивать официальную науку с эзотерикой». Однако большинство выступавших сошлись на том, что «современный научный мир стал менее ортодоксальным» и новые знания и факты, если они даже не укладываются в рамки общепринятых научных представлений, должны быть опубликованы «как предмет для обсуждений», тем более что их использование при разработке и внедрении интеллектуальных систем позволяет добиваться более значительных практических результатов. Там даже плакат висел: «Просьба не относиться серьезно к нашим результатам, т.к. астрология входит в черный список по борьбе с лженаукой при президиуме РАН». Хотя на эту тему сломано немало копий [25].

Педагогические аналогии. Математик и наставник Григория Перельмана Сергей Рукшин рассказал в статье «Ломоносовых больше не будет» о том, что он плохо относится к новой концепции реформы образования и подобной деятельности в принципе. Вместо того чтобы оглянуться и подвести итоги реформы, мы убегаем от анализа реальных проблем, формулируем новые лозунги. Нам надо понять, какое образование нужно стране, определить фундаментальное ядро школьного курса. Причем не отдельно по математике, а во взаимосвязи с физикой, химией, биологией, другими предметами. И только после выделения фундаментального ядра, отталкиваясь от него, нужно определять содержание математического образования, начиная со школы и дальше, вплоть до подготовки научных кадров. В эту концепцию дважды академик Алексей Семенов, который стоит во главе разработчиков, напихал все, что можно было, с точки зрения его увлечений, хобби, освоенных грантов, бизнеса и так далее. Это и непомерно раздутый акцент на применении компьютеров, дистанционное обучение, электронные учебники и ресурсы – все то, на чем зиждется бизнес президента издательства «Просвещение» Александра Кондакова и его супруги. Компьютер – инструмент, его надо использовать. У нас никто не организовывал 30 лет назад курсы по освоению молотка, каждый его использовал в быту, как ему нужно: хирург и невропатолог – стучать по коленке, плотник – забивать гвозди. Так что в концепцию напихано много вредных вещей, которые будут отвлекать от содержательной роли математического образования. А первоочередная роль

математического образования – это развитие мышления. Он достаточно успешно занимается образованием уже 38 лет, все-таки единственный в мире педагог, воспитавший двух филдсовских лауреатов, и педагог, чьи ученики завоевали более 90 медалей международных олимпиад. Так что в этом он что-то понимает... Он надеется, что «Надеюсь, что первое время эта концепция никак не повлияет на образование. Поколение педагогов, которые привыкли работать по-старому, будет продолжать так работать, и хорошо. Но опасности, заложенные в концепции, для будущего велики. Она опасна самим фактом своего существования. Мы совершенно неправильно оцениваем понятие «выдающийся педагог». По нынешней системе аттестации учителей, чтобы получить высшую категорию, учитель должен писать научные статьи, участвовать в конференциях, предъявлять победы учеников на олимпиадах. Последнее, кстати, не задача учителя, это задача дополнительного образования – кружков и факультативов. Задача учителя – учить. В школе на окраине города идет урок русского языка, в классе половина учеников – дети мигрантов. Некоторые с нуля начинают учить русский. И если учительница научит этих детей общаться на русском языке, ценить его и научит их культуре поведения в нашей среде, то это уже великое достижение. И это гораздо важнее, чем если бы эта учительница писала научные статьи и ездила по конференциям... Великих учителей как раз не тронут, поскольку они приносят золотые яйца, которыми хвастаются в отчетах руководители РОНО. Даже в каком-нибудь маленьком городе лучшего учителя не тронут, закроют глаза на его репетиторство, потому что он детей начальников учит. Но для того, чтобы выросли эти великие учителя, и молодых не надо трогать. Они должны получить условия, которые бы их стимулировали. Знаете, был в 1990-е годы замечательный эффект: денег учителям не платили, но при этом руки не связывали. И в то время родилось столько замечательных учительских инициатив, потому что не было никакой формальности отчетности. Мы тебе мало платим, но не мешаем работать. А теперь стали платить регулярно, при этом достойно платить не стали, но зато стали связывать руки... То, что современная молодежь хуже предыдущих поколений, говорят всегда. Но дети, правда, серьезно изменились, причем в худшую для обучения сторону. Во-первых, это клиповое сознание. У меня студенты теряют нить лекции, логические связки за 2,5–3 минуты. Из-за этого они не в силах что-то выучить. То есть их можно механически научить дифференцировать, а вот развить мышление – уже нет. Математика – это единственный предмет, который профессионально направлен на развитие мозга путем решения задач. Так вот школа превратилась в свалку формул и рецептов решения задач. Месяц решаешь квадратное уравнение, вы зубришь формулу. Еще у студентов резко изменилась мотивация. Сейчас для многих обучение – это не средство получить профессию, образование, а средство получить корочки, с которыми они будут больше зарабатывать.

У детей очень плохо с памятью – из-за воплей идиотов о том, что дети перегружены, с них перестали спрашивать в школе. Раньше в гимназиях учили латынь и греческий. А в церковно-приходских школах – молитвы и Евангелие. Для чего? Чтобы память тренировать.

Еще у детей повышенный инфантилизм. Могу продемонстрировать объяснительную записку от студента: «Я систематически не делаю домашние задания по математическому анализу по причине того, что поздно возвращаюсь с работы и не успеваю выполнить домашнее задание к утру. Потому что ночью я либо отдыхаю, либо занят другими делами». Посмотрите на это? А вы говорите, что я нещадно критикую. Я доказал, что я педагогически успешен, несмотря на то что мне мешали много лет. Да и сейчас не всегда приятно, между прочим, ректору иметь в университете или директору лицея, моему бывшему ученику, такого педагога, который оспаривает мнение министерства. И не важно, что при этом вся работа делается успешно. Один народный учитель, приближенный к нашему руководству комитетом по образованию, говорит мне: «Как вы смеете выступать на Общественном совете и оспаривать мнение министерства?» Как смею? Кто-то же должен. Моя карьера – ни научная, ни должностная – из-за этого не сложилась. Поэтому, пока есть возможность говорить, я буду это делать. Мне дорога эта страна, но мне не нравится государство, которое развалило образование и науку. Но отделять себя от того, что творится в этой стране и в этом государстве, я не могу... На детей надо тратить душевные силы, и делать это по должностной инструкции нельзя. Вряд ли кто-то захочет, чтобы их ребенка лечил врач, у которого купленные зачеты и экзамены, нет времени на больного, потому что у него частные клиенты. А почему наша власть хочет, чтобы их детей учили плохие учителя? Хотя богатые люди отправляют учиться своих детей за границей, но там в школах учат хуже, чем у нас. Надо заканчивать с иллюзиями о всеобщем среднем образовании. Школы у нас не социальные институты, как в США. Мне один американский педагог сказал: если вы хотите знать, где ваш ребенок впервые попробует алкоголь, наркотики, сигареты и секс, не сомневайтесь, это произойдет в школе. А вот образование он там не получит. Россия – небогатая страна, мы не можем позволить себе школу как социальный институт.

Преступление против страны – позиционировать образование как услугу. Педагог не шлюха. Образование – это системообразующий институт нации, который мы утрачиваем. И это таящая угрозу национальной безопасности глупость, когда второе лицо государства не знает, что творится в образовании. Премьер-министр говорит, что ни разу не встречал учителя, который бы был недоволен и критиковал ЕГЭ. Очевидно, что вместо знания о реальном положении дел в стране его окружение демонстрирует ему потемкинские деревни. Не те картины, как реально обстоят дела, а те картины, которые приятно будет видеть начальству. А без видения реального положения дел нельзя проводить реформы.

Ему нравится только то, что, несмотря на реформы, сохраняются педагоги и образовательные институты, которые продолжают успешно работать. Но это происходит не благодаря реформе, а ей вопреки...

Предварительные выводы: Приведенные в статье выкладки и размышления подтверждают мысль А.Владимирова о том, что «на смену НТР должна прийти научно-духовная революция, освобождающая человечество от тотальной технократической зависимости, возвращающая человеку его истинное главенствующее место на планете и смысл человеческого бытия» [26]. Грядущий Союз России, Украины и Белоруссии (и не только, но это костяк – помним завет Св.Сергия) должна снять с науки атеистическую узду, раскрыть науке новые измерения, открыть в природе новые металлы и новую пространственную энергию. Россия (и Украина как ее часть) должна явить новую одухотворенную культуру, новую всепобеждающую красоту, гармонию между духовным и телесным. Россия должна явить союз религий на основе реальности и многогранности Надземного бытия, консолидировать на Иерархии духовную энергию человечества. Россия должна установить мост для конструктивного сотрудничества между человечеством и дальними мирами. Наконец, чтобы все это чудо новых возможностей случилось, Россия должна стать ядром будущей планетарной Общины. Кому как не рериховцам и рериховским организациям быть впереди Нового Мира, быть его первооткрывателем! Друзья, в построении Нового Мира – объединяйтесь! [26].

Второе. Информация стала не только созидательным но и разрушительным феноменом нашего времени. Где же граница этого горя от ума, то есть где информация перестает быть полезной и меняет свой знак на отрицательный? Когда-то Платон считал **идеальным город**, насчитывающий 5040 жителей. То есть, существует оптимальное количество жителей. Полагаем, что нужно говорить об оптимальном количестве информации. И тогда будет польза. Сверх этого – то, о чем говорит С. Лем в книге «Сумма технологий» [27], где одна из глав так и названа «Мегабитовая бомба». Не есть ли интернет такой мегабитованной бомбой? Критерий мы видим в метазнании – в книге «Сердце» он дан. Только развитие сердца каждого человека подскажет, где есть граница. И нужно развивать внутреннего человека, на это и направлен весь пафос метазнания [7]: «Наша цель – вооружить человека без единого аппарата, ибо в потенциале своем вся аппаратура заключена в человеческом микрокосме. Задержка в том, что лишь при условии полного очищения сознания от всякого сора становится безопасным процесс раскрытия **центров** и утончения способности восприятия. Иначе опасность и гибель человека неминуемы. Даже научные открытия опасны, если сознание отстаёт. Вместо пользы несут они людям угрозу взаимоуничтожения. Потому самая главная и неотложная задача – это преобразование сознания. Задача трудная необычайно. Легче сдвинуть гору, чем окаменевшее сознание. Состояние сознания зависит от сердца. Стучимся в сердца человеческие, чтобы пробудить дух. Надо, чтобы массы проснулись и наложили свое veto на правителей, замышляющих различные

войны и все прочие виды безумия. Мир Новый на планете не утвердится без сознательного содействия народов и утвердится вопреки воле тех правительств, которые ведут человечество к гибели. Положение в мире напряжено до предела».

Третье. Полностью согласны с выражением А. Эйнштейна о том, что «Опасаясь, что обязательно наступит день, когда технологии превзойдут простое человеческое общение. Тогда мир получит поколение идиотов»... Выход с нашей точки зрения дает метазнание, изучение которого можно и нужно посвятить не одну жизнь. Работу в этом направлении мы докладывали на предыдущей конференции.

Список литературы: 1. XIII международная междисциплинарная научная конференция «Этика и наука будущего» на тему «Мир аналогий – подобие миров». Режим доступа: <http://www.delphis.ru/journal/news/xiii-mezhdunarodnaya-mezhdistsiplinarnaya-nauchnaya-konferentsiya-etika-i-nauka-budushc>. 2. Лотман Ю. Искусство дает опыт неслучившегося. Беседы о русской культуре. Режим доступа: <http://2002.novayagazeta.ru/nomer/2002/15n/n15n-s11.shtml>. 3. Муза Д.Е. Глобалистика: учебное пособие. – Донецк: Ноулидж, 2012. – 310 с. 4. Мусеев Н.Н. Судьба цивилизации. Путь разума. – М.: Языки славянской культуры, 2000. – С. 102. 5. Автономова Н.С. Клод Леви Стросс – in metogiam: уроки структурной антропологии и гуманизм XXI века // Вопросы философии. Режим доступа: http://vphil.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=191&Itemid=52. 6. Гиндилис Л.М. Научное и метанаучное знание. – М.: Дельфис, 2012. 7. Грани Агни Йоги. 1970 г. – Н.: Алгим, 2008. – 560 с. 8. Басин М.А., Басина Г.И. Синергетика. Эволюция и ритмы человечества. Режим доступа: <http://314159.ru/basin/basin100.htm>. 9. Стульгинский С.В. Космические Легенды Востока. Режим доступа: http://www.roerich.com/zip/kosm_leg.zip. 10. Лесков Л.В. Нелинейная вселенная: новый дом для человечества. – М.: Экономика, 2003. – 446 с. 11. Фромм Э. Иметь или быть? – М.: АСТ, 2000. – 365 с. Режим доступа: http://lib.ru/PSIHO/FROMM/haveorbe.txt_with-big-pictures.html#toc00001. 12. Джюра С.Г. К вопросу о многомерности сознания // Материалы X-ой междисциплинарной научной конференции «Этика и Наука Будущего» – Сознание как творящая сила Космоса. – М.: Дельфис, 2011. – С. 30–39. <http://grani.agni-age.net/articles12/5035.htm>. 13. Eugene Loh, G. William Walster. Rump's Example Revisited. Режим доступа: <http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1015569431383#page-1>. 14. Фоли Дж. Энциклопедия знаков и символов. – М.: Вече, АСТ, 1996. – 432 с. 15. Аноприенко А.Я., Иваница С.В. Постбинарный компьютеринг и интервальные вычисления в контексте кодологической эволюции. – Донецк: ДонНТУ, УНИТЕХ, 2011. – 248 с. 16. Владимиров А. Современное рериховское движение. – М.: Беловодье, 2013. – 100 с. 17. Блаватская Е.П. Инструкции для учеников Внутренней Группы. Пер. с англ. – М.: Издательство Духовной Литературы; Сфера, 2000. – 592 с.

18. Лесков Л.В. Пять шагов за горизонт. – М.: Экономика, 2003. – 262 с. 19. Кун Т. Структура научных революций. – М.:, 2001. – с. 20. Менский Б.Н. Концепция сознания в контексте квантовой механики // Успехи физических наук, 2005. Том 175, № 4. – С. 413–435. 21. Каку М. Физика будущего. – М.: Нон-фикшен, 2012. – 584 с. 22. Неру Джавахарлал. Открытие Индии. – М.: Изд-во Иностранной литературы, 1955. – 434 с. 23. Горбовский А.А. Загадки древнейшей истории. – М.: Знание, 1971. – 534 с. 24. Подласый И.П. Энергоинформационная педагогика. – М.: Дата Сквер, 2010. – 424 с. Режим доступа: <http://www.roerich.com/zip3/energoenergy.zip>. 25. Конференция «Искусственный интеллект: философия, методология, инновации». Режим доступа: <http://www.scmaiconf.ru/matireals.php>. 26. Владимиров А. Современное рериховское движение. – М.: Беловодье, 2013. – 100 с. 27. Лем С. Сумма технологии. – Минск: АСТ, 2002. – 668 с.

УДК 621.9.06-52

ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ВЫСОКОЙ И СВЕРХВЫСОКОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ С 2-D И 3-D КОМПОНОВКАМИ

Михайлов А.Н., Михайлов Д.А.

ДонНТУ, г. Донецк, Украина

Тел. +38 (050) 6202396; E-mail: tm@mech.dgtu.donetsk.ua

Abstract: *In the given job the bases of creation and designing of qualitatively new highly effective technological systems of continuous action are developed. They concern to technological systems of high and superhigh efficiency with 2-D and 3-D configurations. The concrete variants of stream-spatial technological systems of continuous action are developed.*

Key words: *automation, productivity, configuration, system of continuous action, stream-spatial technological system.*

1. Введение

Научно технический прогресс непрерывно ставит перед машиностроителями все новые, более сложные задачи, связанные с созданием качественно новой совокупности свойств и меры полезности выпускаемых изделий, повышением эффективности производства, автоматизацией производственных процессов, экологической безопасностью. Это обусловлено запросами общества и возможностями науки, техники и экономики [1–4].

Одним из перспективных направлений решения проблем машиностроения является комплексная автоматизация производственных процессов на базе технологий непрерывного действия. Поэтому данная работа посвящена решению этих вопросов.

На рис. 1 показаны некоторые характеристики технологических систем непрерывного действия. Здесь технологические машины разделены на группы в зависимости от производительности:

- технологические машины нормальной производительности [5–7];
- технологические машины высокой производительности [8];
- технологические машины сверхвысокой производительности [9–11].

На базе этих технологий и технологических систем могут решаться вопросы комплексной автоматизации производственных процессов в машиностроении. Однако можно отметить, что в настоящее время, к сожалению, разработаны и применяются только технологические системы с линейной компоновкой технологических элементов, то есть 1-*D* компоновкой.

Проведенные ранее исследования в области технологий и технологических систем непрерывного действия позволили сделать следующие выводы:

1. Для решения вопросов комплексной автоматизации и интенсификации производственных процессов в машиностроении перспективными являются технологические системы непрерывного действия.

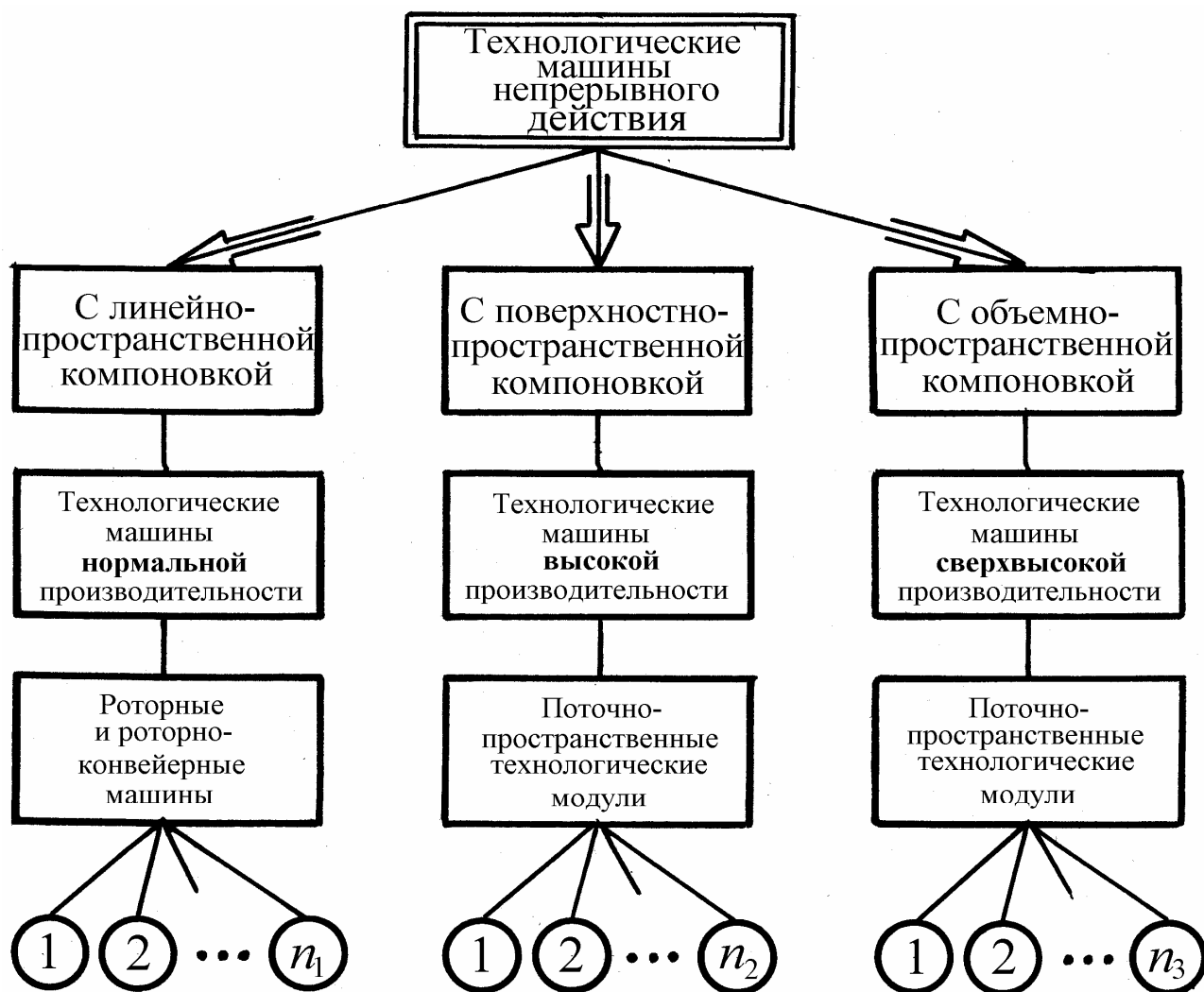


Рис. 1. Некоторые характеристики технологических систем непрерывного действия

2. Принципы проектирования применяемых технологических систем непрерывного действия, а именно роторных и роторно-конвейерных машин основываются на линейности их компоновки (1-*D* компоновка). Это приводит к возникновению противоречий между линейностью компоновки технологической системы и объемно-пространственной структурой производственного цеха, так как здесь не полностью используются производственные объемы.

3. При создании технологических систем непрерывного действия необходимо стремиться к увеличению использования объемов технологического пространства. При этом нужно проектировать компактные технологические системы с пространственной компоновкой блоков технологического воздействия, а именно с поверхностно-пространственной (2-*D* компоновка) или объемно-пространственной (3-*D* компоновка) технологическими зонами.

На основании приведенных выводов в работе определена цель исследований.

Целью работы является разработка высокоэффективных технологических систем непрерывного действия с 2-*D* и 3-*D* компоновками рабочих позиций, обеспечивающих качественно новые свойства и технологические возможности, позволяющие решать вопросы комплексной автоматизации производственных процессов.

В данной работе решаются следующие задачи:

- разработать общую методологию и подход в создании и функционировании высокоэффективных ППТС,
- разработать новые принципы функционирования и проектирования ППТС,
- спроектировать конкретные варианты ППТС для решения вопросов комплексной и полной автоматизации производственных процессов,
- исследовать основные параметры ППТС с различными компоновками технологических зон.

Отметим то, что в данной работе технологические системы непрерывного действия высокой и сверхвысокой производительности именуются поточно-пространственные технологические системы (ППТС).

На базе этих технологических машин и систем особенно эффективно решаются вопросы комплексной автоматизации производственных процессов машиностроения.

2. Основное содержание и результаты исследований

Созданные на основе известных принципов проектирования и функционирования роторные и роторно-конвейерные технологические системы имеют качественно новые возможности и высокие технико-экономические показатели изготовления изделий [5–7]. Однако с прогрессом науки и техники появляются новые возможности в развитии технологических систем непрерывного действия. Поэтому для проектирования высокоэффективных

ППТС непрерывного действия необходимы новые принципы их создания и функционирования.

Анализ процесса создания и функционирования ППТС [8–11] позволил установить следующие основные принципы их проектирования и функционирования:

- повышения мощности концентрации множества технологических элементов (блоков технологического воздействия);
- составления из концентрированного множества технологических элементов специальных p -мерных групп с подсистемами k -го класса;
- обеспечение упорядочивания многомерной замкнутой рекуррентной структуры технологических элементов за счет упорядочивания подсистем $(k-1)$ -го класса в каждой подсистеме k -го класса;
- пространственной композиции технологических элементов и перехода от их линейно-пространственной компоновки ($1-D$ компоновка) к поверхностно-пространственной компоновке ($2-D$ компоновка) и затем к объемно-пространственной компоновке ($3-D$ компоновка);
- пространственного компактирования структуры технологических элементов в пространственные компактные структуры и увеличения коэффициента использования технологического пространства;
- обеспечения сложной кинематической структуры транспортного движения многомерной замкнутой структуры технологических элементов;
- обеспечения соответствия (равенства) общего числа элементарных транспортных движений количеству классов подсистем сложной многомерной замкнутой рекуррентной структуры технологических элементов;
- обеспечения параллелизма функционирования подсистем $(k-1)$ -го класса в подсистемах k -го класса сложной многомерной замкнутой структуры технологических элементов;
- обеспечения последовательного фазового смещения процесса выполнения заданных основных и вспомогательных функций в подсистемах $(k-1)$ -го класса подсистем k -го класса сложной многомерной замкнутой структуре технологических элементов;
- обеспечения непрерывности функционирования всех подсистем сложной многомерной замкнутой структуры технологических элементов системы;
- модульность проектирования подсистем и всей технологической системы;
- реализация принципов мехатроники и адаптроники при создании новых технологий и технологических систем.

Можно отметить, что предлагаемые принципы, совместно с известными принципами проектирования технологических систем, составляют основные исходные положения создания высокоэффективных технологических систем нового поколения, которые получили название ППТС непрерывного действия.

Не имея возможности детально рассмотреть все приведенные выше принципы, приведем только некоторые из этих принципов проектирования и функционирования ППТС.

Проанализируем принцип перехода от их линейно-пространственной 1-*D* компоновки к поверхностно-пространственной 2-*D* компоновке и затем к 3-*D* компоновке. В каждом конкретном случае выбирается та или иная пространственная компоновка технологических элементов. На рис. 2 показаны модели пространственных технологических зон: на рис. 2, *а* – линейно-пространственная технологическая зона (1-*D*); на рис. 2, *б* – поверхностно-пространственная технологическая зона (2-*D*); на рис. 2, *в* – объемно-пространственная технологическая зона (3-*D* – компоновка). Здесь обозначено: 1 – входные потоки изделий, 2 – поток единичных технологических зон, 3 – единичная технологическая зона, 4 – изделие (предмет обработки), 5 – пространственная технологическая зона, 6 – выходные потоки изделий. Буквами обозначена $v_{Ti\eta}$ – транспортная скорость изделий и h_i – шаг изделий.

Теоретическая производительность технологических систем с различными видами пространственных технологических зон (рис. 3) определяется по следующим зависимостям:

– линейно-пространственная технологическая зона (1-*D* компоновка)

$$\Pi_i^L = \frac{L_i}{T_o h_i} = v_{Ti\eta}; P_{Li} = N_{Li}; \quad (1)$$

– поверхностно-пространственная технологическая зона (2-*D* компоновка)

$$\Pi_i^S = \frac{S_i}{T_o S_{Ei}} = b_{oi} v_{Ti\eta}; P_{Si} = b_{oi} N_{Si}; \quad (2)$$

– объемно-пространственная технологическая зона (3-*D* компоновка)

$$\Pi_i^V = \frac{V_i}{T_o V_{Ei}} = s_{oi} v_{Ti\eta}; P_{Vi} = s_{oi} N_{Vi}, \quad (3)$$

где $\Pi_i^L, \Pi_i^S, \Pi_i^V$ – теоретическая производительность технологической системы с линейно-пространственной, поверхностно-пространственной, объемно-пространственной технологической зоной соответственно;

L_i, S_i, V_i – длина, площадь, объем пространственной технологической зоны соответственно;

h_i, S_{Ei}, V_{Ei} – длина (шаг), площадь, объем единичной технологической зоны соответственно;

T_o – длительность основного времени технологического воздействия орудий и средств обработки на изделие;

b_{oi}, s_{oi} – ширина, площадь поперечного сечения технологической зоны соответственно;

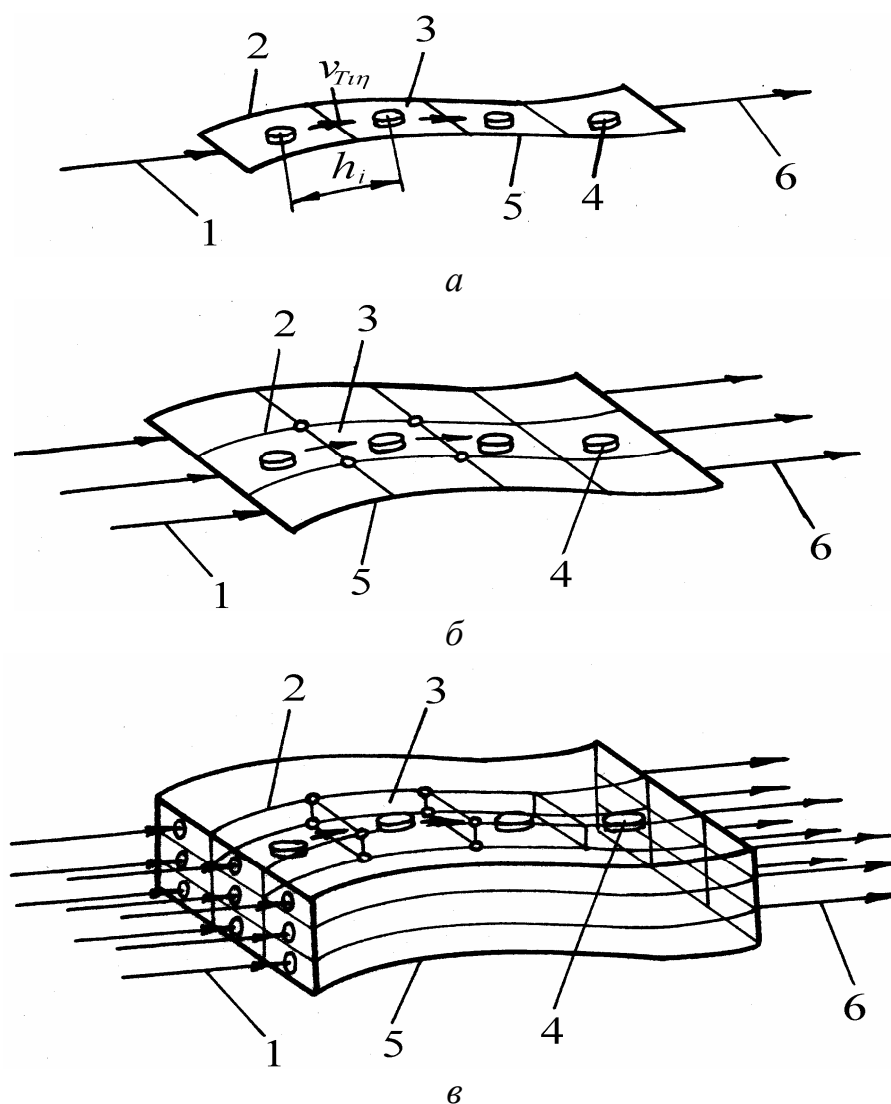


Рис. 2. Модели технологических зон: *а* – линейная (1-*D* компоновка); *б* – поверхностная (2-*D* компоновка); *в* – объемная (3-*D* компоновка)

P_{Li}, P_{Si}, P_{Vi} – линейная, поверхностная, объемная плотность изделий в соответствующих пространственных технологических зонах;

N_{Li}, N_{Si}, N_{Vi} – интенсивность потоков изделий соответственно в линейно-пространственной, поверхностно-пространственной, объемно-пространственной технологической зоне.

В выражениях (1–3) плотность изделий в соответствующих пространственных технологических зонах определяется на основании следующих выражений:

$$P_{Li} = \frac{1}{h_i}, \quad P_{Si} = \frac{1}{S_{Ei}}, \quad P_{Vi} = \frac{1}{V_{Ei}}. \quad (4)$$

Анализ выражений (1–3) позволил установить зависимость относительной производительности $\Pi_{отн} = \Pi_{Ц} / \Pi_{Ц}^B$ технологических модулей с различными

пространственными технологическими зонами от их габаритных относительных размеров ε_0 пространственной технологической зоны (рис. 3). Выполненные исследования показали, что увеличение габаритных размеров пространственной технологической зоны ведет к увеличению производительности технологических систем по следующим законам: с линейно-пространственной технологической зоной (график 1) – по прямой пропорциональной зависимости, с поверхностно-пространственной технологической зоной (график 2) – по квадратичной зависимости, с объемно-пространственной технологической зоной (график 3) – по кубической зависимости. Таким образом, технологическим системам с поверхностно-пространственными и объемно-пространственными технологическими зонами свойственны качественно новые, более высокие технико-экономические показатели по сравнению с технологическими системами с линейно-пространственными технологическими зонами, выполненных на базе роторных и роторно-конвейерных машин и линий.

Важным моментом процесса синтеза структуры технологических элементов системы является ее организация в пространственные компактные структуры. При этом необходимо всегда стремиться к увеличению коэффициента использования технологического пространства:

$$K_R = \frac{V_k}{V_{OR}}, \quad (5)$$

где K_R – коэффициент использования технологического пространства на R -ом уровне;

V_k – объем пространства, в котором располагается технологическое оборудование (технологические элементы);

V_{OR} – общий объем пространства, ограничивающий функциональную единицу.

Можно отметить, что при проектировании структуры технологической системы необходимо стремиться к повышению плотности технологи-

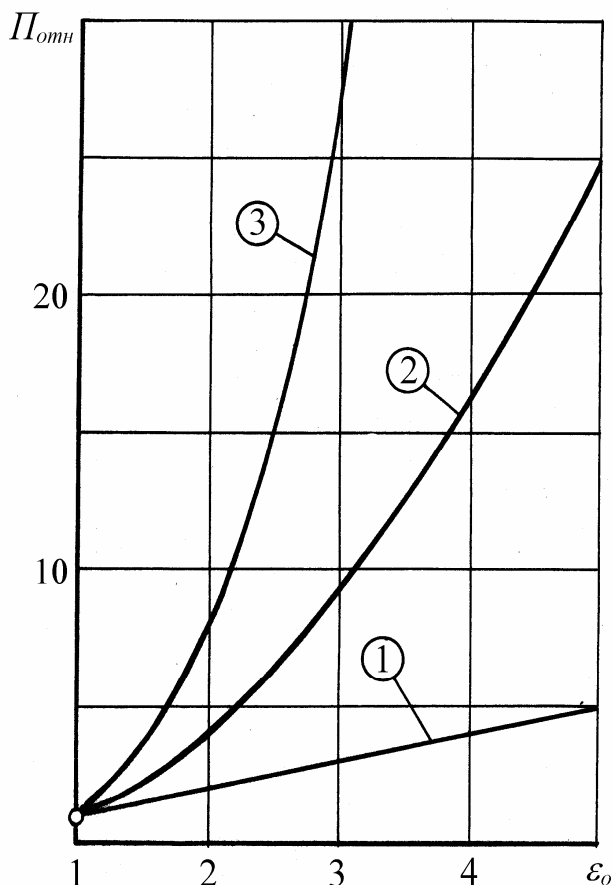


Рис. 3. Зависимость производительности системы от габаритных размеров технологической зоны:
1 – линейная (1-D),
2 – поверхностная (2-D),
3 – объемная (3-D)

ческих элементов (блоков технологического воздействия) пространственной технологической зоны и интенсивности их функционирования. Кроме того, при создании технологической системы, состоящей из n технологических модулей, необходимо пространственно их компактировать в производственные ячейки (рис. 4) и затем ячейки пространственно компоновать во всем объеме производственного цеха (рис. 5), с возможностью изменения их пространственного расположения. Причем здесь также следует вести их размещение из расчета повышения плотности технологических модулей в производственных ячейках и ячеек в производственном цеху. Это позволяет повысить коэффициент использования пространства и среды.

На рис. 4 показана формализованная объемно-пространственная производственная ячейка. Здесь обозначено: 1 – технологическая система, 2 – поточно-пространственный технологический модуль, 3 – связь между технологическими модулями, 4 – граница производственной ячейки, 5 – граница поточно-пространственного технологического модуля. На рис. 5 представлена формализованная схема пространственного компактирования производственного объема, расположенного в системе координат X, Y, Z производственными ячейками, координируемыми системами координат x_i, y_i, z_i и радиусами векторами R_i , где i – любая производственная ячейка. Модульность построения технологических систем позволяет реализовать основные принципы автоматизированных производств. Это, прежде всего гибкость, непрерывность и высокие технико-экономические показатели изготовления изделий.

Общая методология создания технологий нового поколения и поточно-пространственных технологических систем непрерывного действия базируется на следующих двух основных положениях (рис. 6):

- на определении системы качественно новых принципов S создания высокоэффективных технологий и технологических систем (позиция 1), лежащих на пересечении новых S_1 и известных S_2 принципов проектирования;
- на системе проектирования качественно новых технологий и технологических систем (позиция 2), которая обеспечивает возможность работы с особо сложными многоуровневыми иерархическими объектами.

Выбор и реализация новых прогрессивных технологий непрерывного действия в зоне поля S базируется на использовании методов схемного, функционального, структурного и параметрического анализа и синтеза, которые могут выполняться в рамках процессийно-событийного анализа и синтеза новых нетрадиционных вариантов. При этом весь процесс создания технологий непрерывного действия выполняется в оболочке объектно-ориентированного проектирования с учетом решения вопросов оптимизации технологий, их экологической чистоты, маркетинга, конъюнктуры рынка и других вопросов.

На рис. 7 показаны виды компоновок и некоторые варианты геометрических форм компоновок пространственных технологических зон

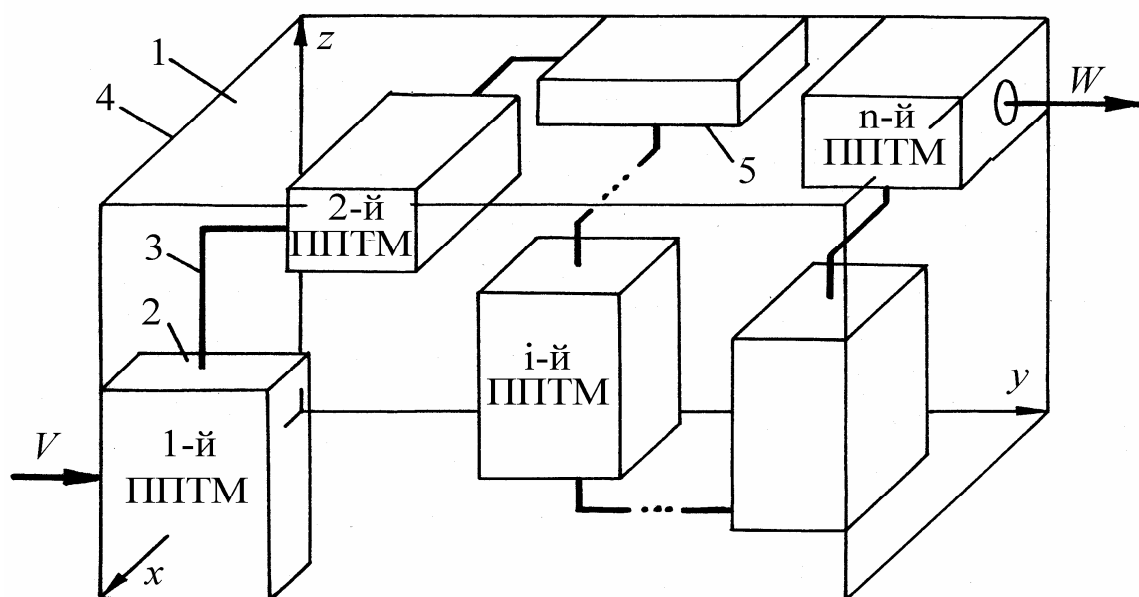


Рис. 4. Формализованная объемно-пространственная технологическая система (производственная ячейка)

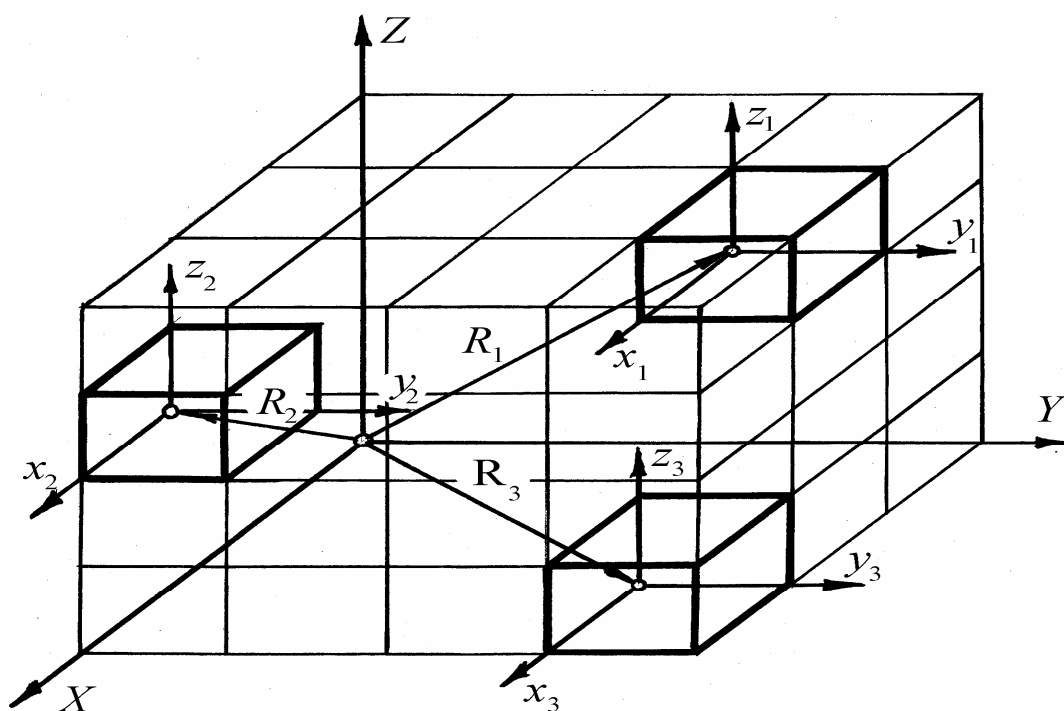


Рис. 5. Формализованная схема пространственного компактирования объемов ячейками

поточно-пространственных технологических систем непрерывного действия. Каждый вид из трех предлагаемых имеет открытое множество вариантов геометрических форм компоновок, что дает возможность генерировать значительное множество вариантов поточно-пространственных технологических систем и выявлять наиболее приемлемые для реализации заданного технологического процесса.

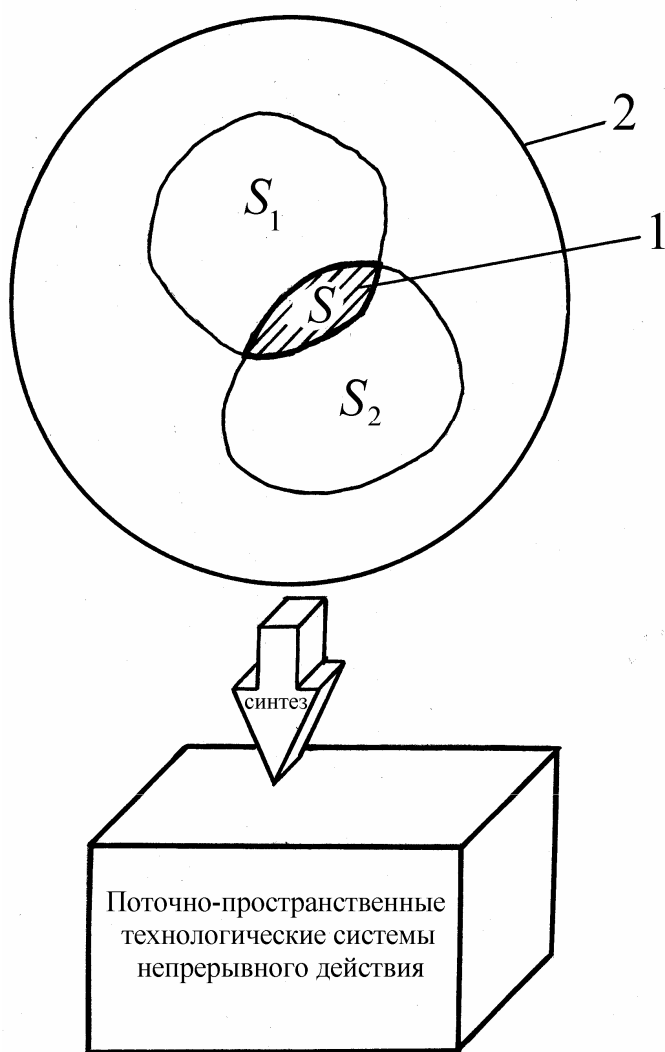


Рис. 6. Диаграмма комплексного синтеза ППТС

В работе рассмотрены особенности компоновки и проектирования ППТС, а также предложено на последнем этапе схемного рассмотрения технологической системы использовать принципиально-структурные модели. Поэтому в работе выполнен анализ и синтез принципиально-структурных моделей и разработана общая модель построения ППТС. Для создания конкретных технологических систем предложен алгоритм общей методики синтеза ППТС непрерывного действия и разработана методика оптимизационного синтеза их конструкций.

На рис. 8 представлена принципиально-структурная модель ППТС. Здесь показаны: 1 – транспортный ротор, 2 – поточно-винтовой технологический модуль (ПВТМ), 3 – поточно-спиральный технологический модуль (ПСТМ), 4 – транспортный ротор, 5 – ПВТМ, 6 – транспортный ротор, 7 – ППТМ, 8 – транспортный ротор, 9 – поточно-глобоидный технологический модуль [8], 10 – транспортный ротор, 11 – блок технологического воздействия (БТВ), 12 – предмет обработки (ПО), 13 – пространственная траектория движения БТВ, 14 – осевой поток БТВ, 15 – замкнутая рекуррентная траектория движения БТВ. Поступают ПО в ППТС по входному потоку V , а выгружаются по выходному потоку W . Стрелками обозначено направление вращательного движения подсистем ППТМ.

В качестве примеров приведем некоторые варианты ППТМ, которые разработаны в рамках этой работы и представлены на рис. 9 и рис. 10.

На рис. 9 представлена компоновочная схема ПВТМ, на рис. 9, а – продольный разрез, на рис. 9, б – поперечный разрез.

ПВТМ содержит рабочий винтовой шнек 1 с переменными геометрическими параметрами спирали 2, жестко смонтированный посредством хвостовиков 3, 4 и стаканов 5, 6 на плитах 7, 8 основания. В каждом потоке БТВ 9 на звездочках 10, установленных на кронштейнах 11, размещен цепной конвейер 12. При этом на наружной стороне звеньев цепного

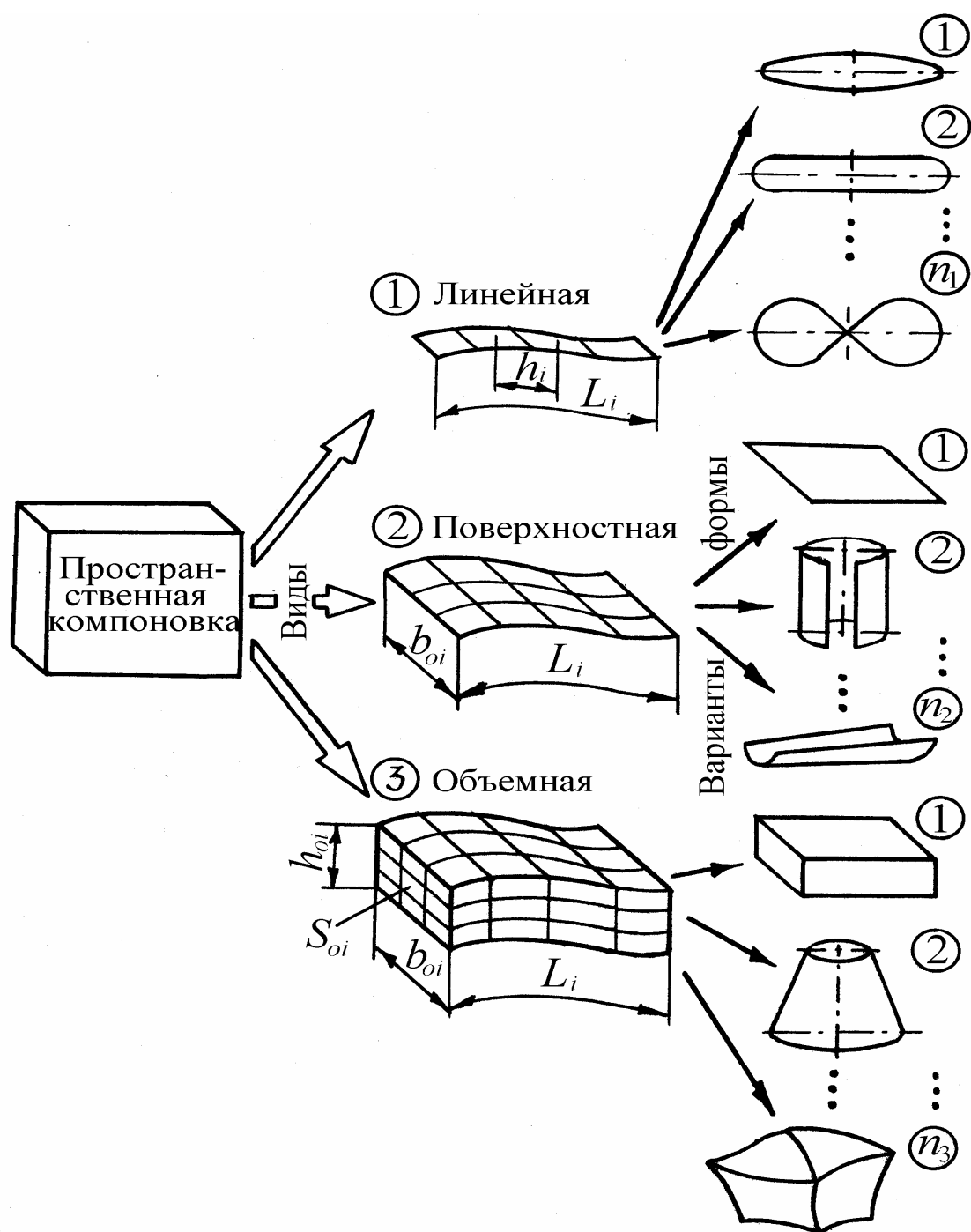


Рис. 7. Виды и варианты технологических зон ППТМ

конвейера 12 закреплены БТВ 9, ползуны 13 которых зацеплены с винтовой спиралью 2 рабочего шнека 1. В период нагружения, продольная ось БТВ 9 расположена параллельно продольной оси рабочего шнека 1. Так как рабочий винтовой шнек 1 имеет переменные геометрические параметры, то расстояние H (рис. 9, а) переменнo по высоте ПВТМ, что обеспечивает рабочее перемещение ползунoв 13 БТВ 9 в период работы технологического модуля. На хвостовиках 3, 4 рабочего винтового шнека 1 посредством подшипников 14 смонтирована верхняя 15 и нижняя 16 поворотные планшайбы, связанные между собой колонками 17 (рис. 9, б). На поворотных планшайбах 15, 16

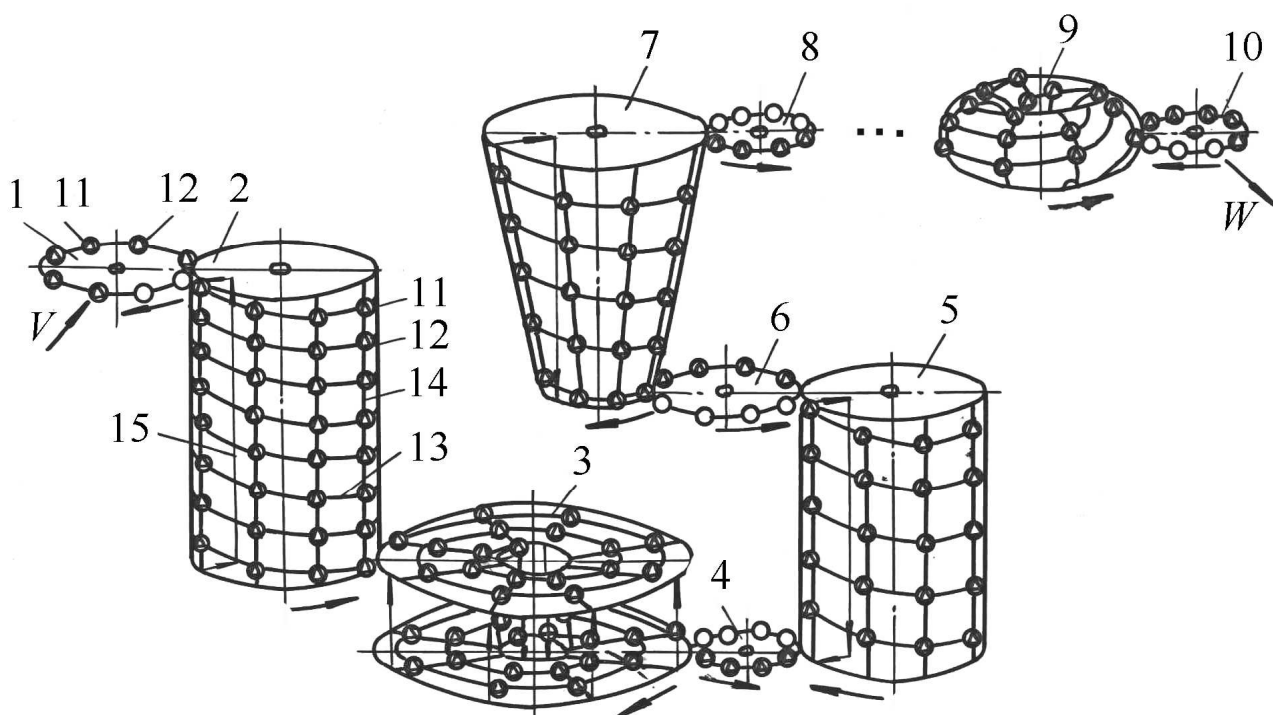
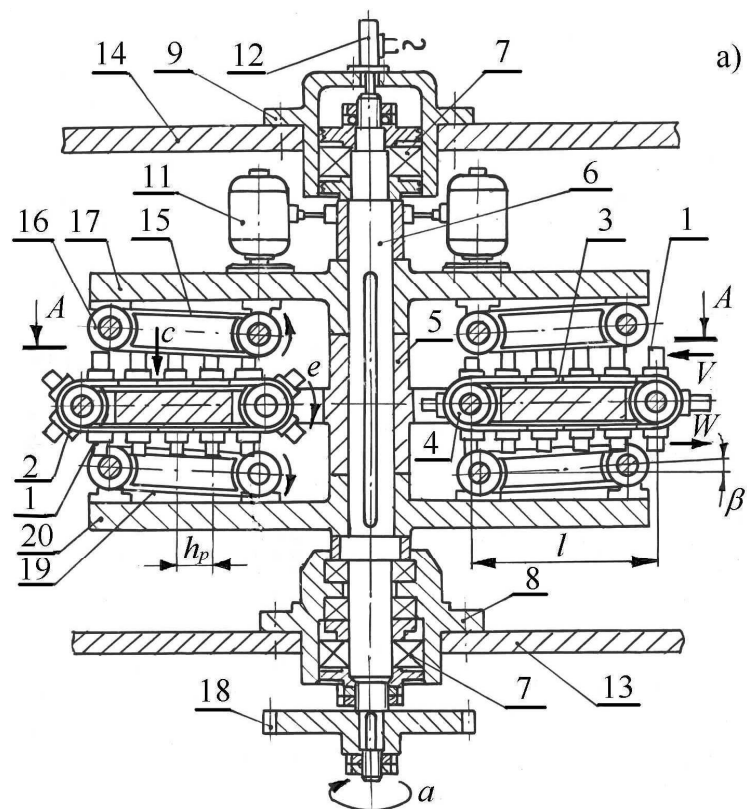


Рис. 8. Принципиально-структурная модель ППТС

закреплены кронштейны 11 и подшипниковые опоры 18, в которых размещены транспортные винтовые шнеки 19 с постоянными геометрическими параметрами спирали ($t = \text{const}$). При этом впадины спирали транспортных винтовых шнеков 19 закреплены с выступами 20 цепного конвейера 12, изготовленными на внутренней стороне его звеньев.

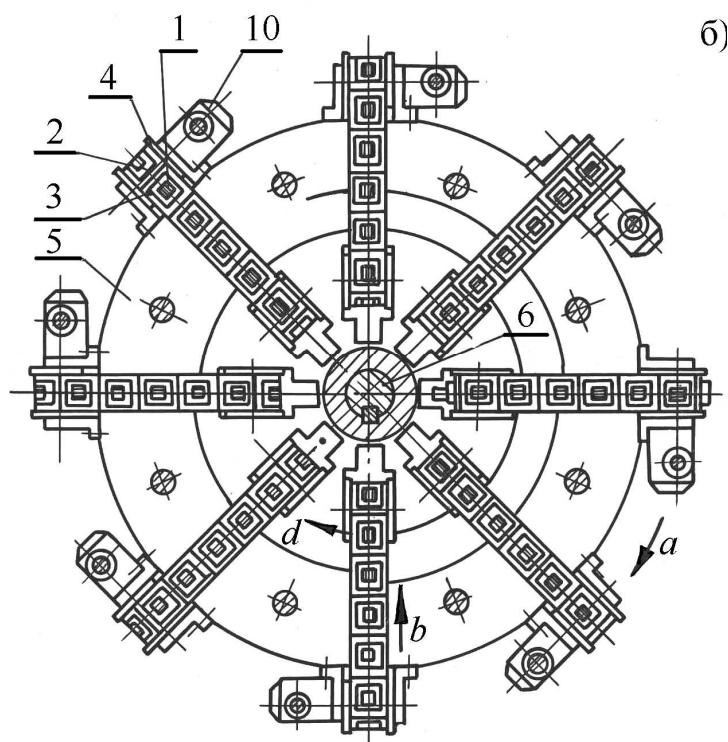
На верхней поворотной планшайбе 15 установлено червячное зубчатое колесо 21, связанное с приводом вращения 22. При этом транспортные винтовые шнеки 19 посредством зубчатых колес 23, 24 и 25 связаны с зубчатым колесом 26, жестко закрепленном на стакане 6. Для повышения точности позиционирования БТВ 9 относительно рабочего винтового шнека 1, цепной конвейер 12 смонтирован в направляющих 27.

ПВТМ работает следующим образом. ПО по выходному потоку V загружаются в БТВ 9, закрепленных на наружной стороне звеньев цепного конвейера 12. При этом благодаря непрерывному вращению в направлении b верхней 15 и нижней 16 поворотных планшайб, установленных на подшипниках 14 хвостовиков 3, 4 рабочего шнека 1, реализуется постоянное перемещение БТВ 9 в направлении c , которое выполняется за счет вращения транспортных винтовых шнеков 19, связанных с цепным конвейером 12 посредством выступов 20. Здесь непрерывное вращение поворотных планшайб 15 и 16, связанных между собой вертикальными колонками 17, реализуется через червячную зубчатую передачу 21 приводом вращения 22, закрепленным на плите 7 основания. Вращение транспортных винтовых шнеков 19, смонтированных в подшипниковых опорах 18, осуществляется кинематической передачей 23, 24, 25, связанной с зубчатым колесом 26, жестко



a

A-A



б

Рис. 10. Компоновочная схема ПСТМ:
a – продольный разрез, *б* – поперечный разрез

смонтированным на стакане 6 нижней плиты 8 основания. При перемещении цепного конвейера 12, размещенного на звездочках 10 кронштейнов 11, БТВ 9 зацепляются ползунами 13 с винтовой спиралью 2 рабочего шнека 1, жестко смонтированного в стаканах 5 и 6. При этом за счет переменности расстояния H (рис. 9,а) винтовой спирали 2, при прохождении БТВ 9 технологической зоны, реализуется требуемый рабочий ход ползунов 13, что и обеспечивает обработку изделий. Наличие направляющих 27 повышает точность и жесткость позиционирования БТВ 9, закрепленных на звеньях цепного конвейера 12. После обработки ПО, они выгружаются из БТВ 9 по выходному потоку W и передаются по технологической цепочке к следующему ППТМ для последующей обработки ПО.

Использование этого ПВТМ наиболее эффективно для реализации штамповочных или прессовых операций для ПО из пластмасс. Цикловая производительность ПВТМ может быть определена по следующей формуле:

$$P_{\text{Ци}} = \frac{v_{i1} v_{i2}}{T_{\text{Ци}}}, \quad (6)$$

где $P_{\text{Ци}}$ – цикловая производительность ПВТМ; $T_{\text{Ци}}$ – время полного кинематического цикла; v_{i1} – количество БТВ в одном цепном конвейере; v_{i2} – количество цепных конвейеров ПВТМ.

На рис. 10 приведена компоновочная схема ПСТМ с двумя ярусами. В первом ярусе выполняется операция завальцовки самостопорящихся гаек, во втором ярусе операция зачеканки.

ПСТМ имеет планшайбу 5, смонтированную на валу 6 размещенном посредством подшипников 7 в стаканах 8, 9, которые закреплены на плитах 13 и 14 станины модуля. На планшайбе 5 установлены звездочки 4, на которых монтируются цепные конвейеры 3 с блокодержателями 2, в которых закрепляются БТВ 1. На валу 6 также установлены верхняя планшайба 20 с нижним цепным конвейером 19. На верхней планшайбе 17 размещены приводы 11 вращения цепных конвейеров 3, 15, 19, которые связаны с ними кинематическими передачами и редуктором 10. Электроэнергия к приводам 11 подается через токосъемник 12, расположенный на станине 9, в нижней части вала 6 установлена шестерня 18 для обеспечения вращения технологического модуля.

В ПСТМ ПО поступают по одному входному потоку V и выгружаются также по одному выходному потоку W . Вращение ПСТМ реализуется в направлении a , при этом перемещение цепных конвейеров выполняется в направлении b . Суммарное транспортное движение БТВ совместно ПО на длине l осуществляется по спиральной траектории d .

3. Выводы.

В данной работе разработаны основы создания и проектирования качественно новых высокоэффективных технологических систем непрерывного действия. Они относятся к технологическим системам высокой и сверхвысокой эффективности с 2-*D* и 3-*D* компоновками. Выполненные исследования позволили разработать следующее:

1. В представленной работе выполнены исследования особенностей синтез технологических систем непрерывного действия с 2-*D* и 3-*D* компоновками технологических зон.

2. Разработаны общий подход и методология в создании и функционировании высокоэффективных ППТС.

3. В представленной работе разработаны общие принципы проектирования и функционирования технологических систем непрерывного действия с 2-*D* и 3-*D* компоновками технологических зон.

4. На основе проведенных исследований спроектированы конкретные варианты ППТС для решения вопросов комплексной автоматизации производственных процессов.

5. В данной работе выполнены исследования основных свойств показателей эффективности ППТС с 2-*D* и 3-*D* компоновками технологических зон.

Разработанные технологические системы с 2-*D* и 3-*D* компоновками рабочих позиций можно рекомендовать для следующих отраслей народного хозяйства: машиностроение и приборостроение, химическая, пищевая и фармацевтическая промышленности, радиотехническая и электронная промышленности и другие отраслях народного хозяйства.

Список литературы: 1. *Pruteanu O.V.* Tehnologia constructiei de masini. Partea 1. Iasi: Junimea, 2005. – 436 p. 2. *Radovanovic M.* Tehnologija masinogradnje. – Nis: Masinski fakultet Univerziteta u Nisu, 2002. – 328 p. 3. *Schey John A.* Introduction to manufacturing processes. International Edition, 2000. – 962 p. 4. *Taranenko W., Swic A.* Technologia ksztaltowania czesci maszyn o malej sztywnosci. – Lublin: Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, 2005. – 282 p. 5. *Кошкин Л.Н.* Комплексная автоматизация производственных процессов на базе роторных линий. – М.: Машиностроение, 1972. – 351 с. 6. Автоматические роторные линии / *И.А. Клусов, Н.В. Волков, В.И. Золотухин и др.* – М.: Машиностроение, 1987. – 288 с. 7. *Прейс В.В.* Технологические роторные машины: вчера, сегодня, завтра. – М.: Машиностроение, 1986. – 128 с. 8. *Михайлов А.Н.* Основы синтеза поточно-пространственных технологических систем непрерывного действия. – Донецк: ДонНТУ, 2002. – 379 с. 9. *Михайлов А.Н.* Основы теории поточно-пространственных технологических систем // Вестник машиностроения, 1991. № 4. С. 58–60. 10. *Михайлов А.Н.* Поточно-пространственные технологические модули // Механизация и автоматизация производства, 1990, № 1. С. 5–8. 11. *Михайлов А.Н.* Основы проектирования и

автоматизации производственных процессов на базе технологий непрерывного действия. – Донецк: ДонНТУ, 2006. – 421 с.

УДК 371.311

ОПЫТ РОССИЙСКО-УКРАИНСКОГО ПАРТНЕРСТВА В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Панычев А.И.¹, Грубка Р.М.², Грищенко С.Г.¹

¹ Институт радиотехнических систем и управления ЮФУ, г. Таганрог, Россия

² ДонНТУ, г. Донецк, Украина

Тел./факс: +7 (8634) 371634; E-mail: ruu2011@mail.ru

Abstract: *Presents fifteen years of experience in the Russian-Ukrainian partnership in engineering education between Donetsk National Technical University and Southern Federal University in the form of Association «Russian-Ukrainian University». Specify the main objectives and tasks of the functioning of the Association, discussed the most significant obstacle to the expansion of the range of international interaction in the educational sphere.*

Key words: *higher engineering education, international cooperation, partnership, preparation of bachelors and masters.*

Устойчивое инновационное развитие и конкурентоспособность высшего инженерного образования России и Украины, без которых невозможно обеспечить вхождения обеих стран в современные мировые образовательные процессы, в немалой степени базируется на расширенном участии университетов в международных интеграционных образовательных проектах и программах.

Одним из примеров успешной реализации взаимовыгодного сотрудничества приграничных областей России и Украины является созданная более пятнадцати лет назад по инициативе вузов-учредителей Ассоциация Донецкого национального технического университета (ДонНТУ) и Южного федерального университета (ЮФУ, на момент создания Ассоциации – Таганрогский государственный радиотехнический университет, ТРТУ). Ассоциация получила название «Российско-Украинский университет» (РУУ).

Цели и задачи создания и функционирования РУУ, сформулированные, когда пути развития высшего образования в нынешнем их виде в России и Украине еще только начинали формироваться, полностью соответствуют современным стратегиям развития высшего инженерного образования в России и Украине:

– интеграция ДонНТУ и ЮФУ в международную систему высшего университетского образования;

– содействие сближению образовательного пространства приграничных областей Юго-Восточной части Украины и Южных областей России; развитие российско-украинских связей по всем направлениям жизнедеятельности регионов;

– обеспечение возможности получения гражданами России и Украины образования по направлениям профессиональной подготовки в ЮФУ и ДонНТУ.

В настоящее время взаимодействие базируется на Договоре о сотрудничестве между ЮФУ и ДонНТУ и на Договорах о сотрудничестве между кафедрами вузов:

- механики (ЮФУ) и технологии машиностроения (ДонНТУ);
- микропроцессорных систем (ЮФУ) и электронной техники (ДонНТУ);
- инженерной графики и компьютерного дизайна (ЮФУ) и начертательной геометрии и инженерной графики (ДонНТУ);
- математического обеспечения и применения ЭВМ (ЮФУ) и прикладной математики и информатики (ДонНТУ).

На современном этапе существует ряд факторов, препятствующих активному расширению экспорта и импорта образовательных технологий, знаний и услуг, развитию и использованию различных форм академической мобильности студентов и сотрудников. Опыт работы РУУ показывает, что наиболее существенными препятствиями расширению спектра международного взаимодействия в образовательной сфере являются:

- отсутствие правовой и экономической базы для обучения на бюджетной основе студентов одного вуза в другом;
- традиционная для России и Украины система обучения, характеризующаяся тем, что статус студента определяется не столько его индивидуальным уровнем знаний, сколько тем, на каком курсе он обучается;
- проблемы сопоставления образовательных уровней и документов об образовании.

В части сопоставления уровней образования в последние годы произошло заметное сближение структуры российского и украинского высшего образования и их существенное приближение к структуре международных образовательных систем за счет введения многоуровневой системы подготовки – бакалавриат, магистратура, специалитет. Однако другая проблема – взаимное признание документов об образовании – к сожалению, далека от решения. Это касается не только документов о высшем образовании, но и свидетельств и сертификатов о повышении квалификации, дипломов об ученых степенях, аттестатов об ученых званиях. В этой связи становится очевидным, что обучение в зарубежном вузе-партнере должно быть нацелено, в основном, на углубление знаний и специализацию по одной из образовательных программ или научному направлению вузов-учредителей РУУ.

Обучение должно проводиться на том уровне и в том объеме, которые обеспечат стажеру академическое (то есть возможность продолжения обучения) и профессиональное (то есть право профессиональной деятельности по выбранному направлению) признание документа о полученном образовании на родине студента, а, по возможности, и в других странах.

За годы совместных поисков наиболее эффективных и плодотворных форм сотрудничества вузов сложился комплекс учебных, научных и культурных мероприятий, позволяющий заинтересованным обучающимся всех уровней образования в полной мере воспользоваться конкурентными преимуществами партнера.

Так, все годы существования РУУ в городе Донецке ежегодно проводится Международная студенческая научно-техническая конференция и региональный конкурс студенческих научных работ по направлению «Автоматизация, технология и качество в машиностроении». Организаторами конференции являются Международный союз машиностроителей, ДонНТУ, ЮФУ, РУУ и Брянский государственный технический университет.

Целью конференции и конкурса работ является активизация процесса научно-исследовательской работы студентов, обмен научно-технической информацией в области инженерного образования, автоматизации, создания и применения прогрессивных технологий, технологического оборудования, управления производством, повышения качества промышленной продукции, а также развитие сотрудничества и общения студентов.

Основная тематика конференции и конкурса работ:

- автоматизация в машиностроении;
- прогрессивные, специальные и нетрадиционные технологии;
- высокоэффективное технологическое оборудование. Проблемы проектирования;
- проблемы повышения качества продукции машиностроения;
- организация и управление машиностроительным производством.

По результатам работы конференции издается студенческий научно-технический журнал «Инженер».

Для магистрантов, аспирантов и молодых ученых значительный интерес представляет ежегодно проводимая в городе Таганроге Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием «Компьютерные и информационные технологии в науке, инженерии и управлении», организуемая совместно ЮФУ и ДонНТУ.

В рамках конференции работают секции по тематическим направлениям:

- методы, модели и алгоритмы обработки информации в информационных системах и их компонентах;
- методы и программно-аппаратные средства автоматизированных систем мониторинга, диагностики и управления объектами и технологическими процессами;

- технологии и средства сбора и обработки информации в промышленности, медицине и т.д.;
- методы, модели и компьютерные технологии в инженерном менеджменте;
- компьютерные образовательные технологии обучения и переподготовки специалистов в области электроники и микропроцессорной техники;
- коммуникации и связь в радиотехнических и телекоммуникационных системах.

По результатам работы конференции издается специальный тематический выпуск журнала «Известия ЮФУ. Технические науки».

Еще одним важным аспектом интеграции образовательных процессов в вузах-партнерах является подготовка совместных учебников и учебных пособий сотрудниками ЮФУ и ДонНТУ. За последние годы коллективами авторов из вузов-партнеров по результатам совместных исследований изданы монографии и учебные пособия:

Самойленко А.П., Оводенко А.В., Петрушкевич П.А. Надежность, эргономика, качество автоматизированных радиоэлектронных и телекоммуникационных систем и систем обработки информации и управления. – Донецк–Таганрог: Изд-во ДонНТУ, 2008. – 198 с.

Самойленко А.П., Оводенко А.В., Петрушкевич П.А. Модели оценки надежности аппаратно-программных комплексов радиотехнических и телекоммуникационных систем и сетей: Учебное пособие для практических занятий. – Таганрог, ТТИ ЮФУ, Донецк, ДонНТУ, 2009. – 126 с.

Зори А.А., Клевцов С.И., Коренев В.Д., Пьявченко О.Н., Хламов М.Г. Информационно-измерительные системы. Применение интеллектуальных модулей, методов и средств повышения точности физических измерений: Монография. – Донецк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2011. – 206 с.

Непосредственное партнерство студентов вузов-учредителей РУУ проводится по нескольким направлениям. Так, кафедры микропроцессорных систем (ЮФУ) и электронной техники (ДонНТУ) организовали выполнение и защиту совместных комплексных дипломных проектов выпускниками родственных специальностей. Кафедры механики (ЮФУ) и технологии машиностроения (ДонНТУ) активно привлекают студентов к участию в научно-технических конференциях. Кафедры ЮФУ, ведущие подготовку по радиотехническим направлениям, организуют стажировки магистрантов с индивидуальными гибкими образовательными траекториями.

Таким образом, основываясь на опыте российско-украинского партнерства в области инженерного образования в рамках деятельности РУУ и на тенденциях развития мирового образовательного пространства, можно констатировать, что приоритетным направлением работы должно стать дальнейшее развитие инновационного компонента образования в вузах-партнерах и расширение участия этих образовательных учреждений в международных интеграционных образовательных проектах и программах.

**СЕКЦИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ,
КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ, ТЕХНИЧЕСКОЙ КИБЕРНЕТИКИ
И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ**

УДК 519.25

**ОБ ОДНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
ОЦЕНКИ СЕГМЕНТА РЫНКА**

Бажанов И.Н., Бажанов Н.Н.

ЮФУ, г. Таганрог, Россия

Тел. +7 (8634) 318153; E-mail: lg@tti.sfedu.ru

Abstract: *The paper deals with a method of statistic data extrapolation for the purpose of the market segment investigation. This method is a part of a technological forecast that is used for exploratory forecasting tasks. It is established that for the multifactor forecasting, in the phenomenological models the high weight coefficients can be applied to the factors that precedently dominated in genesis of events. The published part of the paper provides only a survey information on the subject.*

Key words: *strategic forecasting, extrapolation, regression and phenomenological models, expert evaluations.*

В настоящее время одним из основных математических методов, используемых в изыскательском прогнозировании, является экстраполяция статистических данных об интересующем нас объекте. Экстраполяционные методы основаны на предположении о том, что закон роста, имевший место в прошлом, сохранится и в будущем с учетом поправок из-за возможного эффекта насыщения и особенностей жизненного цикла предмета исследования.

При реализации прогнозирования временных рядов методом экспоненциального сглаживания использовалась свободно распространяемая (учебная) версия аналитической платформы Deductor, разработанной компанией BaseGroup Labs, профессиональным поставщиком программных продуктов и решений в области анализа данных.

Задача, решаемая методом прогнозирования экспоненциальным сглаживанием, состояла в том, чтобы получить долгосрочный прогноз российских (FOB Волгодонск) цен на пшеницу 4 класса, фуражную кукурузу и нефть (корзина Brent/Urals). Данный прогноз является важным фактором для потенциальных производителей биопластиков, поскольку указанные товары являются сырьем для производства био- и нефтепластиков.

Была составлена база данных, включающая ежемесячную среднюю цену на каждый из товаров в период с 1982 по 2012 годы, нормированную скорость изменения (моментум) цен, а также соотношения цен кукуруза/нефть и

нефть/пшеница ежемесячно. Все данные были найдены в открытом доступе на аналитическом портале www.indexmundi.com.

С помощью инструментов Deductor «Декомпозиция временного ряда на трендовую и сезонную составляющие» все временные ряды цен были разложены на составляющие (рис. 1–3): линейный тренд (тип тренда подобран эмпирическим путем) и сезонную составляющую (для кукурузы она составила 6 периодов (месяцев), для пшеницы – 3 периода, поскольку пшеница производится озимая и яровая, для нефти сезонной составляющей не было задано, она была определена программой автоматически).

На основе полученных данных о составляющих цен были осуществлены процедуры экспоненциального сглаживания с целью получить долгосрочный (5 лет) прогноз о движении цен, который можно рассматривать как прогноз диапазона движения цен. Был использован метод тройного экспоненциального сглаживания (метод Хольта-Винтерса). Этот метод успешно справляется и со среднесрочными, и с долгосрочными прогнозами, поскольку он способен обнаруживать микротренды (тренды, относящиеся к коротким периодам) в моменты времени, непосредственно предшествующие прогнозным, и экстраполировать эти тренды на будущее. И хотя возможна только линейная экстраполяция в будущее, в большинстве реальных ситуаций ее оказывается достаточно.

При использовании метода необходимо последовательно вычислять сглаженные значения ряда и значение тренда, накопленное в любой точке ряда.

$$E_i = U (E_{i-1} + T_{i-1}) + (1 - U) Y_i, \\ T_i = V T_{i-1} + (1 - V) (E_i - E_{i-1}),$$

где E и T – сглаженное значение ряда и тренд, рассчитываемые по всем точкам ряда;

U и V – константы сглаживания, относящиеся к оценкам уровня и тренда соответственно.

Выбор значений этих констант является субъективным. Из приведенных уравнений метода следует, что значения U и V могут находиться в интервале от 0 до 1, но чаще всего исследователь выбирает их значения из более узкого диапазона $[0,25 < U, V < 0,5]$ и при этом значения констант не обязаны совпадать. Лучше всего, если нет специальных соображений, начать моделирование с $U = V = 0,3$, а затем по необходимости их несколько варьировать. При более высоких значениях U в большей степени учитываются прошлые значения ряда и тенденция развития процесса, чем мгновенные; аналогично более высокие значения V переоценивают прошлое движение процесса по сравнению с современным.

В первой точке ряда значения E_1 и T_1 не рассчитываются, для их расчета не существует предшествующих экспериментальных значений. Во второй точке ряда принимается, что сглаженное значение E_2 в точности равно наблюдаемому

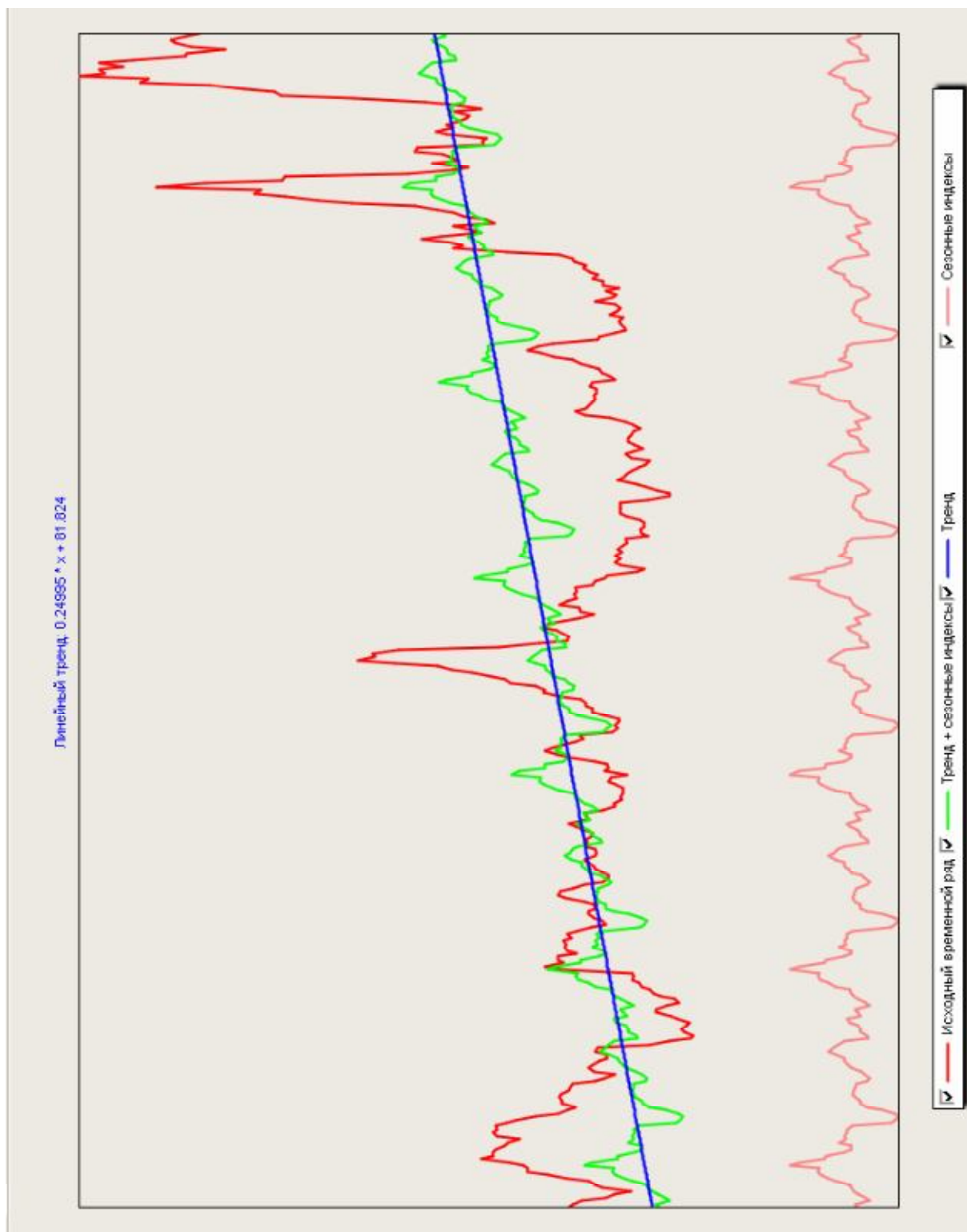


Рис. 1. Разложение цены на кукурузу на составляющие

Линейный тренд: $0.18564 * x + 2.1282$



Рис. 2. Разложение цены на нефть на составляющие

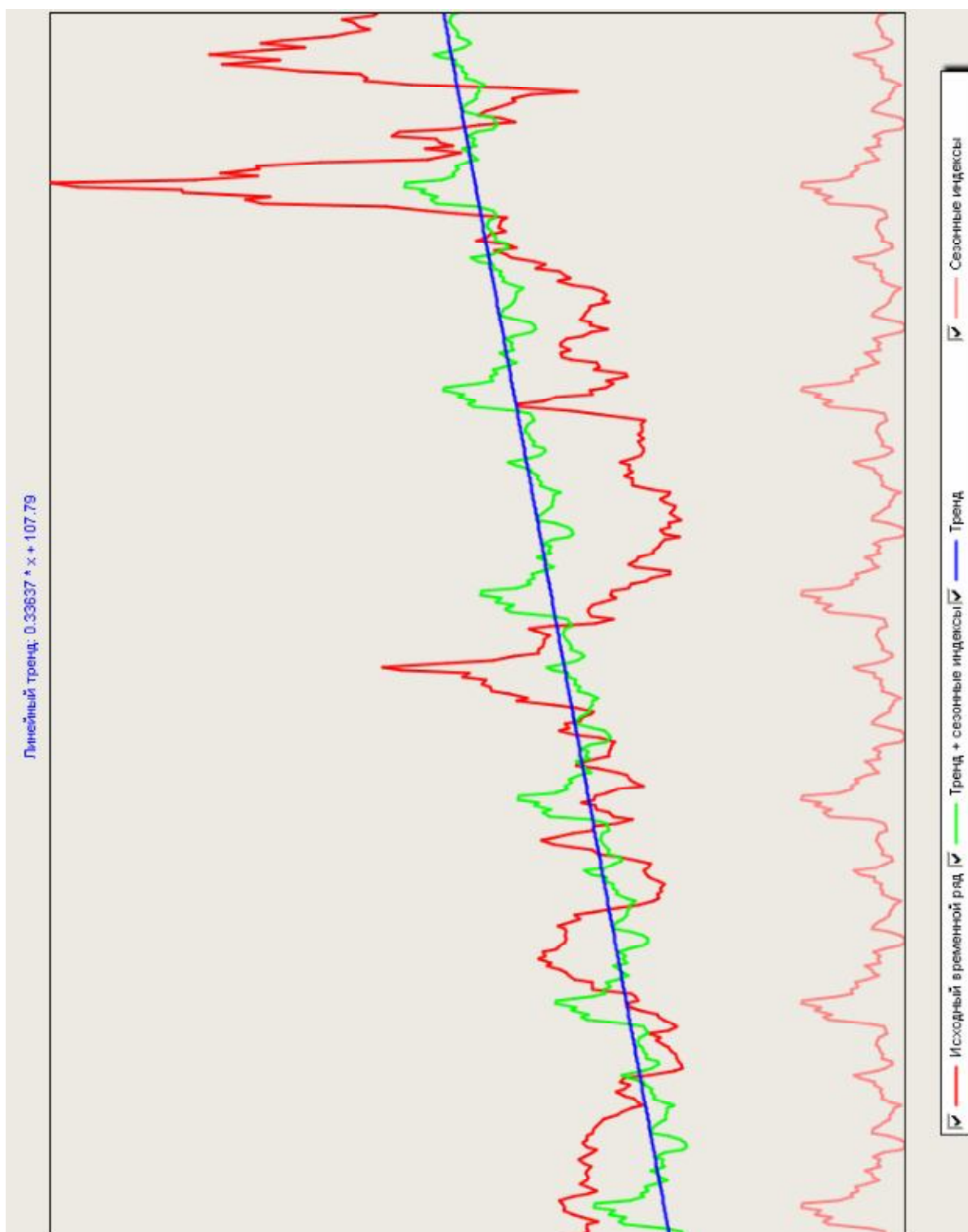


Рис. 3. Разложение цены на пшеницу на составляющие

Y_2 , а микротренд за этот период считается линейным и рассчитывается как разность между текущим и прошлым значениями отклика $T_2 = Y_2 - Y_1$. Начиная с третьей точки уже можно пользоваться указанными выше формулами: вначале рассчитывается сглаженное значение E_3 по сглаженному значению и микротренду для прошлой точки ряда и отклику для текущей точки, а затем рассчитывается новый микротренд по своему предшествующему значению и разности между прошлым и только что оцененным сглаженным значением. Затем описанная процедура повторяется по всем последующим точкам временного ряда.

При прогнозировании были использованы следующие параметры:

1) Кукуруза фуражная: постоянная сглаживания ряда (E) – 0,25, постоянная сглаживания тренда (I) – 0,40, постоянная сглаживания сезонности (U) – 0,70. Длительность сезонного колебания цен на кукурузу – 6 периодов (месяцев), количество периодов прогнозирования – 60.

2) Пшеница 4 класса: постоянная сглаживания ряда (E) – 0,1, постоянная сглаживания тренда (I) – 0,40, постоянная сглаживания сезонности (U) – 0,70. Длительность сезонного колебания цен на пшеницу – 3 периодов (месяцев), количество периодов прогнозирования – 60.

3) Нефть (корзина Brent/Urals): постоянная сглаживания ряда (E) – 0,5, постоянная сглаживания тренда (I) – 0,45, постоянная сглаживания сезонности (U) – 0,75. Длительность сезонного колебания цен на нефть – 60 периодов (месяцев) (получено программой автоматически), количество периодов прогнозирования – 60.

В результате обработки временных рядов были получены долгосрочные прогнозы диапазонов цен на товары в России:

1) Прогнозируемый диапазон цен на пшеницу до мая 2017 года (рис. 4) от 220 до 280 долларов США за тонну. Цена приближается по нисходящей к линии тренда и с увеличением волатильности может пересекать ее.

2) Прогнозируемый диапазон цен на кукурузу до мая 2017 года (рис. 5) от 250 до 320 долларов США за тонну в области высокой волатильности, с последующим снижением цены вплоть до уровня глобальных минимумов в 90 долларов за тонну. Точность прогноза в области резкого снижения цены сомнительна, однако, с учетом предыдущего поведения цены, прогнозируемый сценарий тоже возможен.

3) Прогнозируемый диапазон цен на нефть до мая 2017 года (рис. 6) от 106 до 127 долларов США за баррель. Прогнозируется, что нефть будет продаваться по ценам, лежащим значительно выше линии тренда. Волатильность цен относительно невысока, с тенденцией к снижению.

Выводы о результатах прогнозирования российских цен на сырье для изготовления пластиков до 2017 года.

Согласно полученным результатам, цены на нефть в долгосрочной перспективе не будут снижаться, и вопросы о переходе на возобновимые ресурсы для производства полимеров не потеряет своей актуальности.

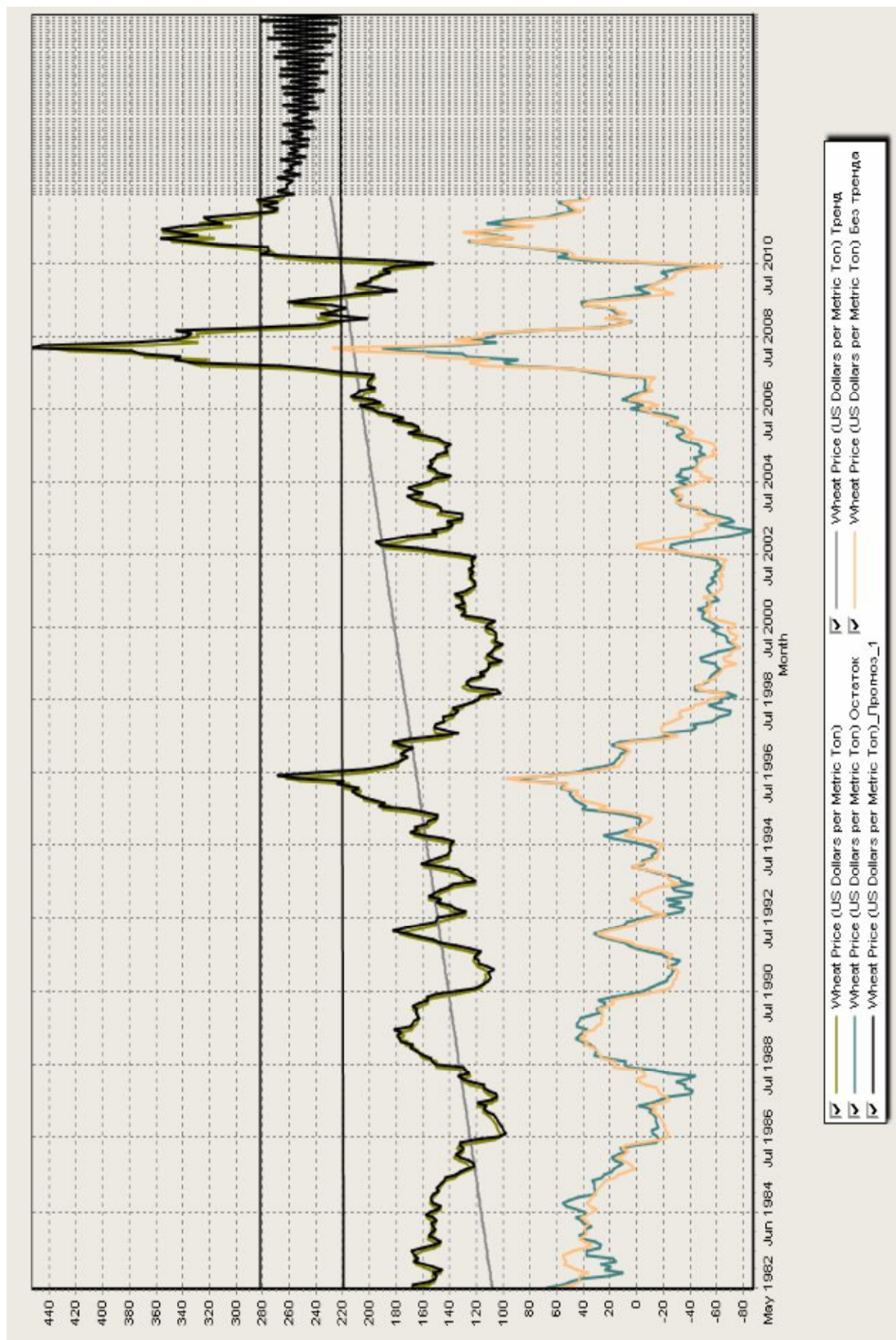


Рис. 4. Прогнозируемый диапазон цен на пшеницу до мая 2017 года

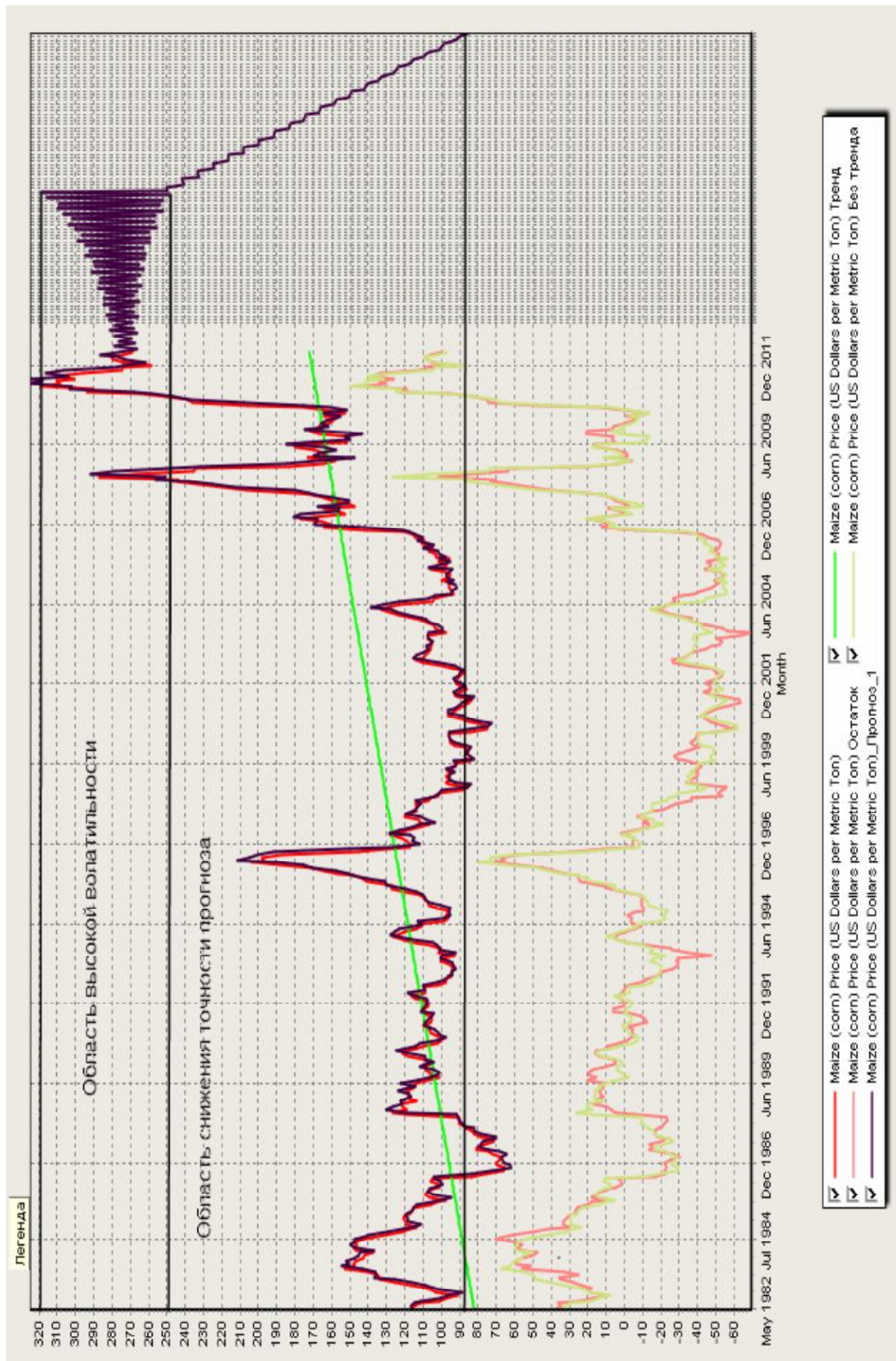


Рис. 5. Прогнозируемый диапазон цен на кукурузу до мая 2017 года

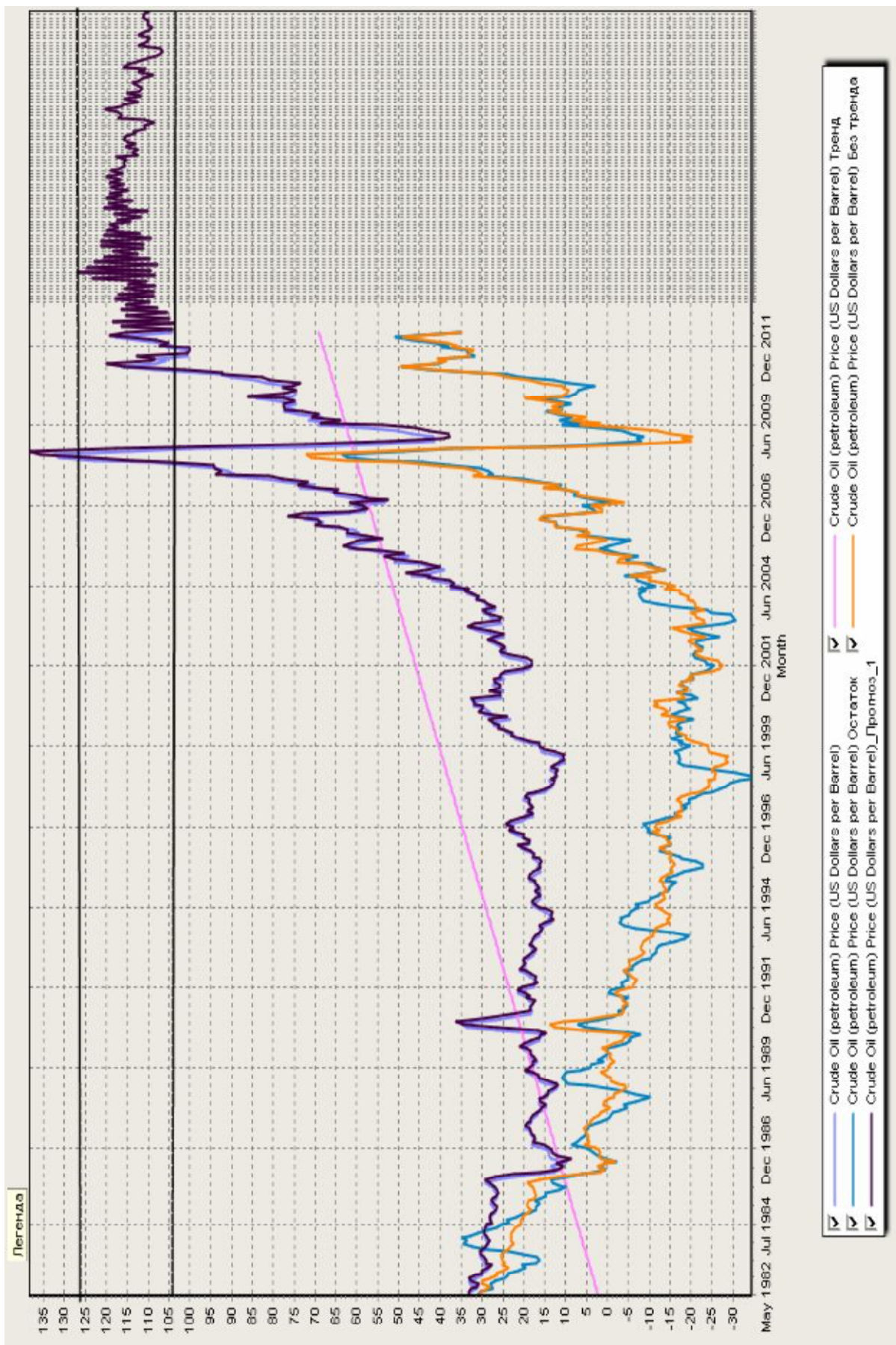


Рис. 6. Прогнозируемый диапазон цен на нефть до мая 2017 года

Возможно снижение цен на кукурузу и пшеницу, что даст производителям биопластиков, которые к тому времени появятся на российском рынке, экономить на закупках сырья.

Список литературы: 1. Литвак Б.Г. Управленческие решения. – М.: МФПА, 2011. – 425 с. 2. Цыгичко В.Н. Прогнозирование социально-экономических процессов. – М.: Либроком, 2009. – 240 с. 3. Бажанов И.Н., Бажанов Н.Н. Декомпозиция временного ряда на трендовую и сезонную составляющую с помощью инструментов DEDUCTOR // Вопросы образования и науки: теоретический и методический аспекты: сборник научных трудов международной заочной научно-практической конференции. – Тамбов: UCOM, 2014.

УДК 681.3

АЛГОРИТМ СЖАТИЯ ВИДЕОПОТОКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ RGB-МОДЕЛИ И ЕГО АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Борзов Д.Б., Гуляев К.А.

ЮЗГУ, г. Курск, Россия

Тел.: +7 (919) 2736700; E-mail: borzovdb@kursknet.ru

Abstract: *In this paper we consider one approach for video encoding system in RGB, shows the need to reduce traffic in the transmission of data on large and very large distances, presented circuit solution for the algorithm.*

Key words: *video stream compression, traffic model, codec distance.*

В современном обществе управление различными проектами требует оперативного управления подчинёнными и подразделениями, находящимися в различных регионах. Инструментом управления и контроля являются корпоративные видеоконференции [1].

Было выявлено широкое разнообразие решений по сжатию видео, однако все они используют одинаковый набор алгоритмов сжатия видео в различных вариантах [2].

Предлагаемый алгоритм написан с использованием системы RGB-модели в контексте «Теории цвета». Его цель и задачи – уменьшения объема передаваемого кадра без видимого ухудшения качества изображения в режиме передачи данных в реальном времени, а также передачу данных видео- потока на большие и сверхбольшие расстояния с использованием каналов связи различной пропускной способности.

Работа устройства начинается с подключения буфера обмена к видеопотоку и копирования кадра. Сканирование буфера идет с шагом в 24

бита, что соответствует длине пиксела. Эти значения подвергается обработке – удалению младших октетов каждого из трёх байтов [3].

По предварительным расчетам, удаление младших октетов увеличивает энтропийность на порядок, что должно увеличить коэффициент сжатия, если дополнительно подключить алгоритм Хаффмана, без потери качества изображения [3].

В статье авторами предлагается следующая аппаратная реализация вышеописанного алгоритма.

Устройство для аппаратного кодирования видеосигнала (кодек) может быть спроектировано по следующей схеме:

1) На вход блока обработки сигнала подаются данные с видеокамеры в двоичном коде;

2) Данные побитно поступают из памяти в матрицу, состоящую из m элементов ($m = 24$ в нашем случае, т.к. длина RGB-кода 3 байта);

3) По положительному фронту генератора тактовых импульсов происходит переключение регистров RG1 – RG3, вследствие чего происходит разбиение кода на 3 октета, для B, G и R составляющих соответственно;

4) По уровню тактирующего сигнала переключается регистр RG4, в результате переключения которого происходит "отсечение" четырех старших разрядов каждого октета и на выходах этого регистра формируется выходной код, который и будет передаваться по сети.

Структурная схема устройства, алгоритм которого описан выше, представлена на рис. 1.

Для оценки сложности такого устройства посчитаем степень интеграции схемы в эквивалентных вентилях И, т.к. основной частью устройства являются регистры. Каждый из 8-разрядных регистров RG1 – RG3 содержит в себе 8 В-триггеров, следовательно 32 элемента И в каждом регистре, а регистр RG4 включает в себя 12 D-триггеров, соответственно число элементов И в данном регистре равно 48. Таким образом, получаем 80 эквивалентных вентилях на схему.

Данное устройство является оптимальным для решения поставленной задачи, т.к. имеет достаточно простую схемотехническую реализацию и в полной мере решает поставленную задачу.

Чтобы оценить возможное быстродействие блока обработки сигнала, состоящего из: генератора импульсов, двух делителей полуволн, двух элементов И, RS-триггера, трех 8-разрядных регистров и одного 12-разрядного, посчитаем временные задержки на работу элементов. Для оценки временных показателей были выбраны элементы серий КР1533 и КР1554, как наиболее современные отечественные ИМС, удовлетворяющие поставленной задаче. В качестве 8-разрядного регистра используем ИМС КР1533ИР33 – это «Восьмиразрядный буферный регистр», а вместо 12-разрядного регистра используем два элемента КР1554ТМ9 – «Шесть D-триггеров с общим входом установки».

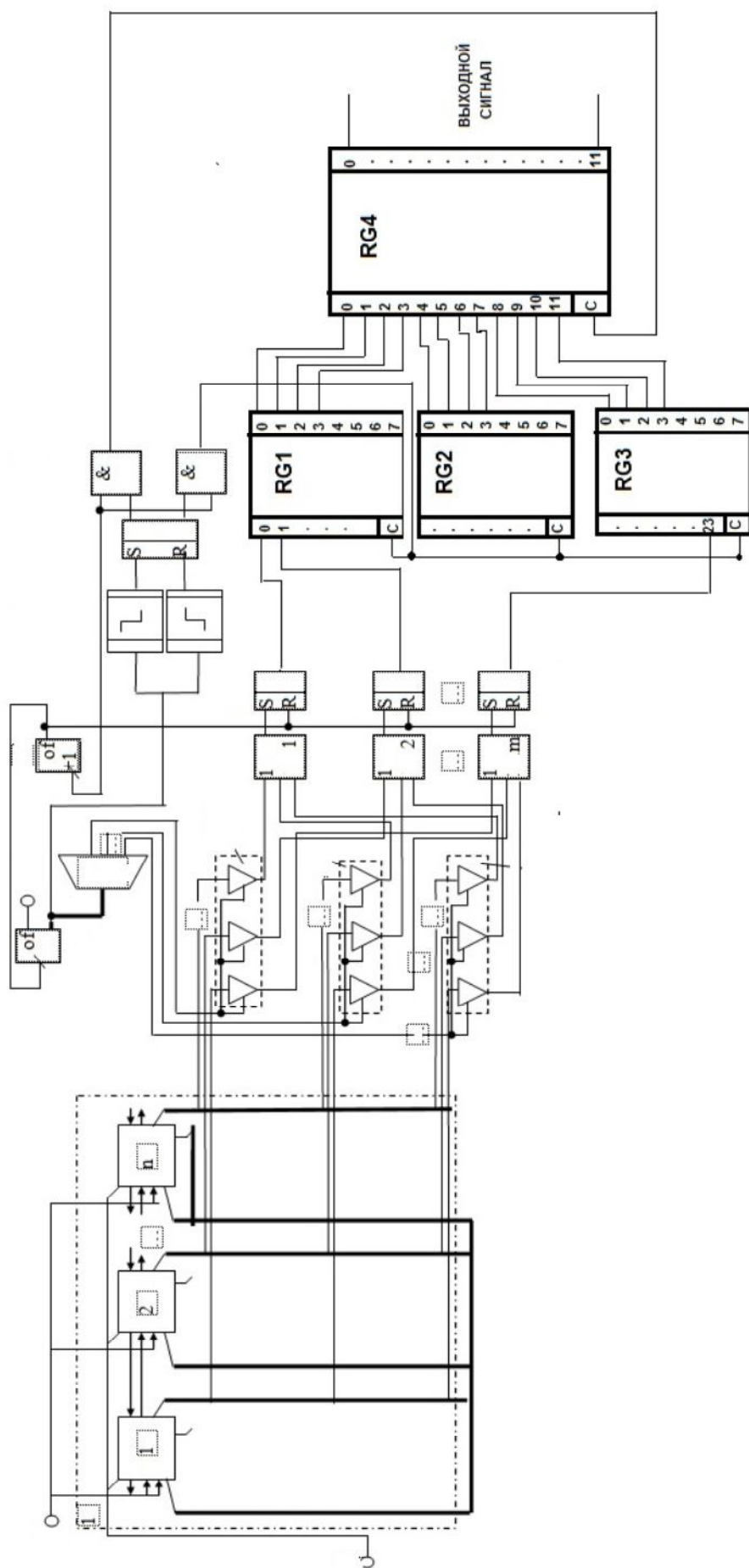


Рис. 1. Структурная схема устройства для кодирования видеосигнала

Регистр KP1533IP33 построен на D-триггерах и имеет восемь входов данных D0...D7 и восемь выходов Q0...Q7, все триггеры имеют общий тактовый вход С (вход стробирования). Базовый элемент микросхемы D-триггер спроектирован по типу проходной защелки. При высоком уровне напряжения на входе стробирования информация проходит со входа на выход микросхемы, минуя триггер, отсюда высокое быстродействие. При подаче напряжения низкого уровня на вход включается обратная связь и регистр переходит в режим хранения [4].

Микросхема KP1554TM9 содержит шесть D-триггеров. Все триггера имеют общие входы синхронизации С. Триггеры микросхемы имеют только прямые выходы данных [4].

Время задержки распространения сигнала при переходе из состояния «выключено» для KP1533IP33 составляет 18 нс. Время задержки распространения сигнала при переходе в состояние «выключено» – 15 нс, а для KP1554TM9 – 12 нс и 12,5 нс соответственно.

Теперь, зная время задержки сигнала элементами схемы, можем посчитать время обработки входного сигнала. Обработка происходит за один машинный такт ГТИ, следовательно, каждый из элементов схемы совершит по 2 перехода: 8-разрядные триггеры совершат переход в направлении выключен – включен – выключен, а D-триггеры, выполняющие роль 12-разрядного регистра RG4, переключатся в направлении включен – выключен – включен. Т.к. регистры RG1, RG2 и RG3 работают «синхронно», время обработки сигнала в них при переходах будет равным

$$t_{обp1} = 18 + 15 = 33 \text{ нс.}$$

Элементы KP1554TM9 также работают «синхронно» и время обработки сигнала в них будет равным

$$t_{обp2} = 12 + 12,5 = 24,5 \text{ нс,}$$

следовательно, общее время задержки сигнала составит:

$$t_{общ} = t_{обp1} + t_{обp2} = 57,5 \text{ нс.}$$

Частота передачи изображения стандарта HD 720p – 25fps, т.е. максимальное необходимое время обработки составляет $t_{max} = 0,04 \text{ с.}$ Таким образом можно сделать вывод о том, что предложенная аппаратная реализация алгоритма может являться решением поставленной задачи.

Для того, чтобы убедиться в эффективности разрабатываемого алгоритма была создана программная модель, результаты работы которой представлены на рис. 2.

Из рис. 2 видно, что видеосигнал, сжатый и распакованный по данному алгоритму передается практически без искажений, основные потери приходятся

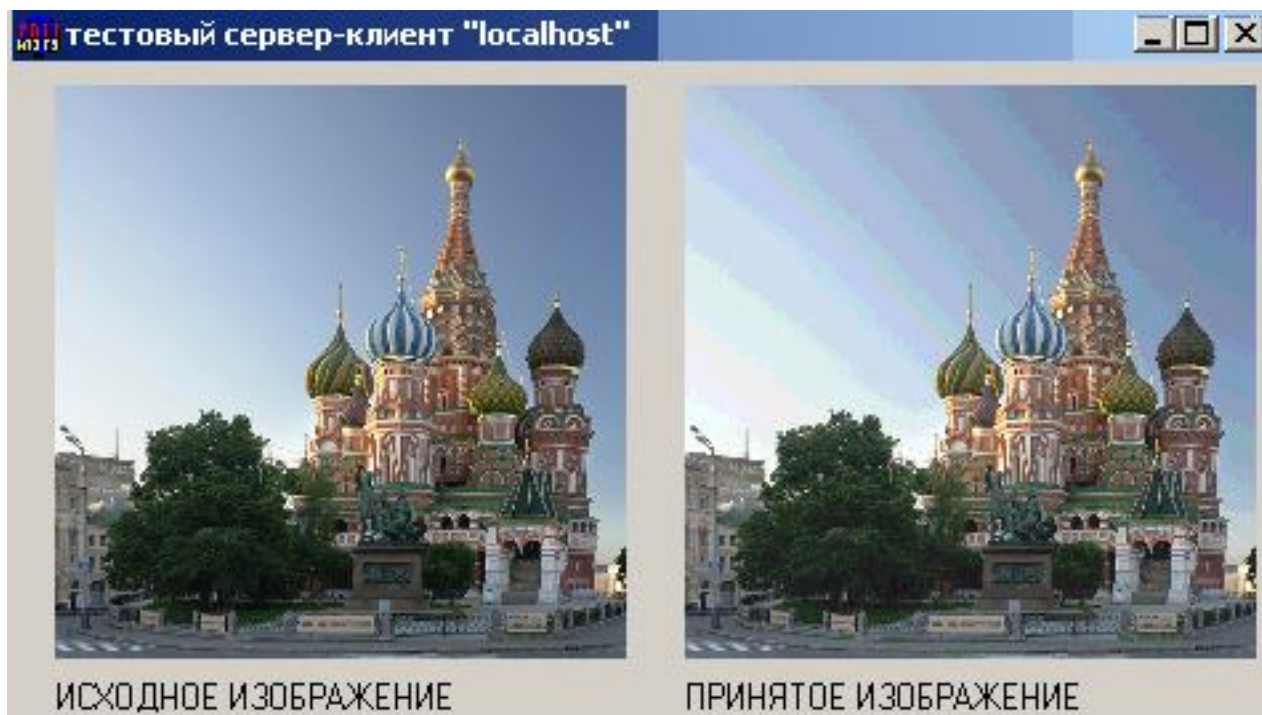


Рис. 2. Результаты работы программной модели

на спектр побочных оттенков, которые практически никак не влияют на качество изображения при разрешении 1280x720 пикселей, т.е. стандарт HD видео 720p.

Основываясь на анализе проблемной области, можно сделать вывод, что предложенный подход может являться решением рассмотренной задачи, так как позволяет сократить объем передаваемых данных до допустимого размера при передаче на большие расстояния, а так как процесс вещания происходит в реальном времени, то необходимо применение альтернативных аппаратных средств, так как существующие программно-аппаратные реализации не подходят или неспособны полностью обеспечить необходимый результат.

Список литературы: 1. *Скляр Б.* Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1104 с. 2. *Балашов К.Ю.* Сжатие информации: анализ методов и подходов: уч. пособие для вузов. – С.-Пб.: ПИТЕР, 2004. – 234 с. 3. *Борзов Д.Б., Гуляев К.А.* Видеоконференцсвязь: общая организация, метод сжатия с использованием словаря: Студенческий научно-технический журнал «Инженер». № 14. – 2013. – С.83–86. – Донецк: ДонНТУ, 2013. 4. *Петровский И.И., Прибыльский А.В., Троян А.А., Чувелев В.С.* Логические ИС КР 1533 КР 1554. Справочник. Части 1, 2. – М.: БИНОМ, 1993. – 497 с.

МЕТОДИ ТРАНСФОРМАЦІЇ СИМВОЛІВ ДИНАМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НА КАРТОГРАФІЧНОМУ ФОНІ ПРИ ФОРМУВАННІ ЗОБРАЖЕНЬ НАЗЕМНОЇ ТА ПОВІТРЯНОЇ ОБСТАНОВКИ У РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ

Васюхін М.І., Ткаченко О.М.

ІЕБ НАУ, м. Київ, Україна

Тел. + 38 (044) 4067199, E-mail: ies@nau.edu.ua

Abstract: *In clause the methods of formation, transformation and visualization of symbols of ground and air objects and their movings on the beforehand given routes are submitted which are realized in visual environment of programming Delphi and which can be divided into modules realizing creation and scaling of a cartographical background, and modules ensuring linear-rotary movings of symbols on a cartographical background.*

Key words: *transformation, visualization, scaling of a cartographical background.*

Вступ. При розв'язанні задачі формування, трансформації та візуалізації ділянок точного землеробства потрібно контролювати не тільки їх територію, а й слідкувати за переміщенням наземних та повітряних об'єктів над ними. Для належного відображення поточної обстановки польоту літаків, космічних апаратів та безпілотників на цих територіях та в прилеглих до них зонах з метою точної просторової прив'язки пропонується в режимі реального часу візуалізувати переміщення символів таких об'єктів на картографічному фоні, який представляється масштабним рядом обраних цифрових карт. Це дає змогу формувати загальну повітряну обстановку на фоні карти вибраної області спостереження, а потім – безпосередньо на деталізованій карті потрібної місцевості. Для забезпечення режиму реального часу процес польоту літака представляється у вигляді динамічної сцени за умови, що частота оновлення кадру на екрані складає не менш 50 кадрів/с. При цьому розуміється, що символи рухомих об'єктів зберігаються в символній пам'яті (база даних символів) у змішаному векторно-растровому форматі й виводяться із пріоритетом по відношенню до фону.

Постановка задачі.

Для побудови динамічної сцени створити додатковий тематичний шар, у якому можна промальовувати контури символів й виконувати їх переміщення відносно картографічного фону. В разі використання змішаного формату зберігання символів може використовуватися мікрорастр (матриця розміром до 50x50 крапок), у якому символ рухомого об'єкта будується векторним способом – в нашому випадку задіяно 18 контрольних точок, що описують контур символу. Точки, які залишаються поза контуром символу, при його відображенні на екрані мають прозорий фон.

Основний зміст.

Для побудови картографічного фону, представленого у векторному вигляді його відображення та роботи з ним, пропонуються такі модулі: *Coordination*, *Crdit*, *imObject*, *uMapFilter*, *ImageMap*, *uMapSelect* [1, 2].

Перший модуль (*unit Coordination*) служить для побудови картографічної координатної сітки, опису і побудови картографічних об'єктів, привласнення їм координат та їх промальовування у вікні відображення. Модуль *Crdit* містить функції для роботи з географічними координатами точок, переведення їх в різні координатні системи й метрики, зокрема, розглядаються 4 метрики: прямокутна метрика, ХУН-метрика, ХУЗ-метрика і геодезична метрика за допомогою модуля *imObject* створюються 7 картографічних шарів: рельєф, гідрографія, населені пункти, дороги, рослинність, промислові і соціально-культурні об'єкти, кордони. Відмітимо, що цей модуль дозволяє створювати і зберігати шари у векторному форматі.

Для створення вікна інтерфейсу, відображення в ньому карти, управління та роботи з картою, запропоновано модулі *uMapFilter*, *ImageMap*, *uMapSelect*. Модуль *ImageMap* дозволяє відображати цифрову карту у вікні інтерфейсу, прив'язати до кнопок панелі інструментів виконувати над картою функції. У цьому модулі реалізовані функції відображення карти, її переміщення у 8-х напрямках, функції масштабування карти, функції оновлення карти, функція вибору сектору для відображення, панелі інструментів, події, які пов'язані з натисненням кнопок на цих панелях. Модуль *uMapFilter* забезпечує появу на екрані діалогового вікна для вибору шарів карти, а також виконання всіх дій по відображенню при виборі відповідних шарів. Модуль *uMapSelect* забезпечує роботу з картою в інтерактивному режимі, зокрема, дозволяє реалізувати такі інструменти як «Дистанція», «Курвіметр», «Висота крапки», «Інформація про виділений об'єкт».

Для роботи з картографічною базою даних системи використовується модуль *uBDSymb*. Він містить наступні функції та процедури:

- додавання елемента в базу даних;
- видалення елемента з бази даних;
- функція, що забезпечує внесення змін до бази даних;
- функція відміни змін.

Даний модуль дозволяє зберігати відомості про символи, що відображаються на картографічному фоні, та операції руху, які над ними здійснюються. Також він дозволяє видаляти і додавати нові символи та змінювати атрибути вже існуючого запису символів.

Для забезпечення функціонування системи в режимі відображення поточної обстановки використовується модуль *uMap*. Даний модуль забезпечує створення динамічної сцени, тобто дозволяє будувати складні символи повітряних об'єктів (в нашому прикладі чотири різні символи літаків та символ ракети), відображати їх на картографічному фоні та забезпечувати еволюції цих символів. Функції даного модуля можна умовно поділити на 2 блоки [3]:

- блок створення масивів опису символів;

– блок генерації еволюцій символу та відображення символів на екрані.

Перший блок дозволяє записувати і зберігати зображення символів у вигляді складної фігури, яка ідентифікує тип рухомого об'єкту. Функції даного блоку дозволяють зберігати координати вершин символу, ознаки сторін і колір символу, що забезпечує зміну форми, кольору символу та інших його атрибутів, наприклад, розміру.

Другий блок дозволяє відображати символ у заданій точці екрану та здійснювати його рух, використовуючи логіку афінних перетворень: здійснювати поворот на заданий кут й паралельне перенесення із заданими швидкостями.

Модуль *uMap* містить наступні основні методи:

1) *procedure TPlain.paintVect(c: Tcanvas; K1, K2: integer; angl: real)* – промальовує символ літака, повернений на заданий кут в точці з вказаними координатами. Ключовими параметрами функції є значення кута повороту *angl* і значення координат початкової точки *K1, K2*;

2) *constructor TPlain.SetPlane(n: integer; f: TWay; c: Tcolor; vl: real; xk1, yk1, angl: integer)* – конструктор класу *TPlain*. Дана функція створює об'єкт класу для опису складного символу літака;

3) *procedure TPlain.moveVect(c: Tcanvas; dx, dy: real)* – здійснює лінійне переміщення символу на відстань *dx, dy*;

4) *procedure TPlain.moveVect1(c: Tcanvas)* – здійснює лінійне переміщення символу з урахуванням швидкості його переміщення;

5) *procedure TPlain.delVect(c: Tcanvas)* – деструктор класу *TPlain*. Дана функція знищує об'єкт класу для опису складного символу літака;

6) *procedure Draw2 (bm : TBitMap; p : real; x0, y0: integer)* – процедура, що здійснює швидкий поворот растрового символу;

7) *procedure TfrmMap.BtnWayClick(Sender: TObject)* – задання маршруту проходження символу по картографічному фону;

8) *procedure TfrmMap.ImtranspMouseDown(Sender: TObject; Button: TMouseButton; Shift: TShiftState; K1, K2: Integer)* – обробка натиснення клавіші «миші», визначення місця для відображення початкового положення символу;

9) *procedure TfrmMap.Button1Click(Sender: TObject)* – початок руху літака по заданому маршруту проходження, обробка натиснення кнопки MOVE інтерфейсу системи;

10) *procedure TfrmMap.Timer1Timer(Sender: TObject)* – основна функція модуля, запускає і забезпечує процес переміщення символів літаків. Функція обробки таймера, всі дії здійснюються відповідно до системного таймера;

11) *procedure TfrmMap.BVectClick(Sender: TObject)* – процедура, що забезпечує завдання основних типів складних символів об'єктів;

12) *procedure TfrmMap.BtnVisClick(Sender: TObject)* – процедура, яке дозволяє відображати символ літака, що переміщається, у збільшеному масштабі в окремому вікні перегляду;

13) *function TestKey(st:string;key:char)* – функція контролю значень, що вводяться з клавіатури у вікні інтерфейсу системи;

14) *procedure TfrmMap.add(Sender: TObject; var Key: Char)* – процедура зчитування значення кута, що вводиться, з вікна введення інтерфейсу системи.

Ключовими процедурами, які забезпечують переміщення символу літака по картографічному фоні на екрані системи є процедури *paintVect*, *moveVect1*. Ці процедури описують поворот і лінійне переміщення символу.

Функція відображення символу на екрані в певній крапці з координатами ($K1, K2$) і заданим кутом повороту *ang1* представлена наступною процедурою[4]:

```
procedure TPlain.paintVect(c: Tcanvas ; K1, K2: integer; ang1: real);
  var i,j: integer; x1,y1 : array[1..20]. integer; Pt,Pt1 : array[1..20]. TPoint;
  p,xd,yd,xd1,yd1,x2,y2,td,cd: real; btMp,btmp1 : TBitMap;
  D1,D2,D3,D4 :TRect;
  begin
    ang:=ang1; p:=ang; xd:=sin(p); yd:=cos(p); xk:=K1; yk:=K2;
    Place:=Rect((number-1)*50,0,(number)*50,50);
    D1:=Rect(K1-25,K2-25,K1+25,K2+25);
    frmmap.ImageMap2.Canvas.CopyRect(Place,frmmap.imMap.Canvas,D1);
    for i:= 1 to 20 do begin
      x1[i]:=round(fig[i].x*cos(p)-fig[i].y*sin(p));
      y1[i]:=round(fig[i].x*sin(p)+fig[i].y*cos(p));
      Pt[i].x:=x1[i].+xk; Pt[i].y:=y1[i].+yk;
      Pt1[i].x:=round(x1[i].+25); Pt1[i].y:=round(y1[i].+25); end;
      btMp := TBitMap.Create; if assigned(btMp) then
        begin
          btMp.Width:=50;btMp.Height:=50; btMp.Canvas.Pen.Style := psSolid;
          btMp.Canvas.Brush.Style := bsSolid; btMp.Canvas.brush.color:=col;
          btMp.Canvas.Pen.color := col; btMp.transparent:=True;
          btMp.transparentColor:=clWhite;
          btMp.Canvas.Polygon(Slice(Pt1, 18));
          c.Draw(xk-btMp.Width div 2,yk-btMp.Height div 2,BtMp);
        end; btMp.free; x:=xk; y:=yk; end.
```

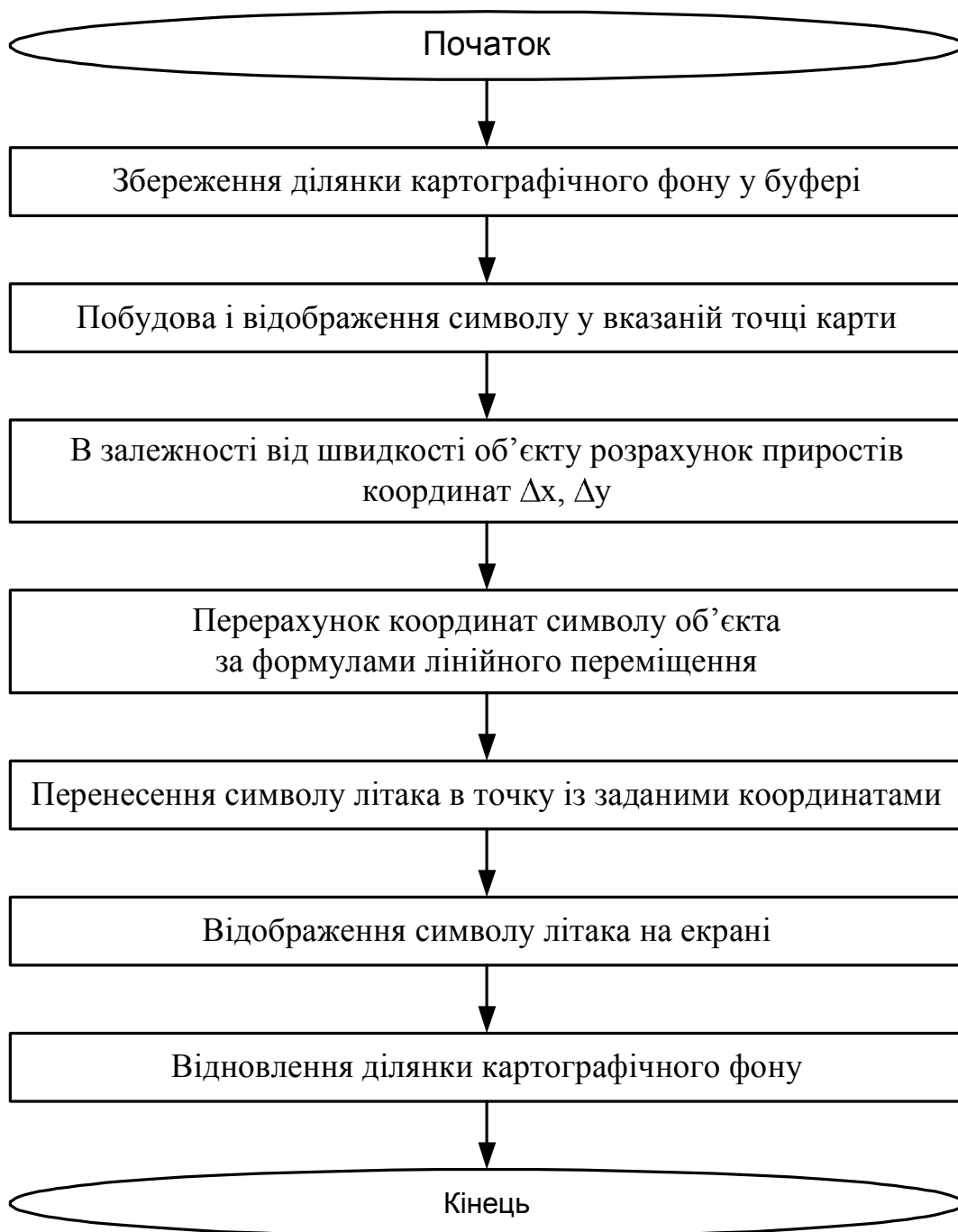
Нижче на мал. 1 представлено алгоритм процедури малювання символу літака, орієнтованого по заданому азимутальному напрямку в точці із заданими координатами. Дана процедура виконує поворот символу на заданий кут за допомогою косинусно-синусного перетворення.

```
procedure Tplain.moveVect1(c: Tcanvas);
  var cc:TColor; btMp:TBitMap; D:Trect; dx,dy:real; begin
    D:=Rect(xk-25,yk-25,xk+25,yk+25);
    frmmap.imMap.canvas.CopyRect(D,frmmap.imageMap2.Canvas,place);
    dx:=-v*sin(ang); dy:=v*cos(ang); x:=x+dx; y:=y+dy; s:=s+v;
    paintVect(c,round(x),round(y),ang); end.
```



Мал. 1. Алгоритм процедури побудови і відображення рухомого символу по заданому куту в точці із заданими координатами на i -тому кроці переміщення по траєкторії

На мал. 2 представлено алгоритм процедури лінійного переміщення символу літака.



Мал. 2. Алгоритм процедури лінійного переміщення символу

Для виконання швидкого повороту растрового символу об'єкту на заданий кут використовується процедура **Draw2**:

```

procedure Draw2 (bm: TBitmap; p: real; x0,y0: integer);
var i,j :integer; x1,y1 : integer; x,y,xd,yd,x2,y2:real; Bitmap : TBitmap;
begin
x1:=trunc(bm.width); y1:=trunc(bm.Height); xd:=sin(p); yd:=cos(p);
Bitmap := TBitmap.Create; Bitmap.height:=2*y1; bitmap.width:=2*x1;

```



```

x2:=-x1*(cos(p)-1)+y1*sin(p); y2:=-x1*sin(p)-y1*(cos(p)-1);
for i:=0 to 2*x1 do begin
  x2:=x2+yd;y2:=y2+xd; y:=y2;x:=x2; for j:=0 to 2*y1 do begin
    y:=y+yd;x:=x-xd; if ((abs(x-x1 )< x1 div 2) or (abs(y-y1)> y1 div 2)) then
      Bitmap.canvas.Pixels[i,j]:=bm.Canvas.Pixels[round(x)-x1 div 2,round(y)-
y1 div 2].
    else Bitmap.canvas.Pixels[i,j]:=0; end; end;
  Bitmap.Transparent := True;
  Bitmap.TransparentColor := BitMap.canvas.pixels[1,1].;
  Frmmap.immap.Canvas.Draw(x0-x1,y0-y1,BitMap); BitMap.free; end.

```

Збільшення швидкості повороту в методі досягається за рахунок значного скорочення часу розрахунку косинусно-синусного перетворення для кожної точки шляхом попереднього розрахунку і збереження в пам'яті значень косинусів і синусів можливих кутів повороту.

Процедура зміни розміру символу літака наступна:

```

procedure TDataModule1.paintVect2(c,c1:Tcanvas ; K1, K2, ang:
integer;sc:real);
var i,j: integer; x1,y1 : array[1..19]. of integer;
Pt,Pt1 : array[1..19]. of TPoint;
p,xd,yd,xd1,yd1,x2,y2,td,cd: real; btMp,btmp1 : TBitMap;
D1,D2,D3,D4 :TRect;
begin
  if sc>10 then sc:=10; p:=(ang-90)*pi/180; xd:=sin(p); yd:=cos(p);
  if (ang-90)<90 then ;
  for i:= 1 to 19 do begin
    x1[i]:=round(sc*(a[i].*cos(p)-b[i].*sin(p)));
    y1[i]:=round(sc*(a[i].*sin(p)+b[i].*cos(p)));
    Pt[i].x:=x1[i].+25; Pt[i].y:=y1[i].+25;
    Pt1[i].x:=round(4*x1[i].+100-100*cos(p));
    Pt1[i].y:=round(4*y1[i].+100-100*sin(p)); end;
    D1:=Rect(K1-25,K2-25,K1+25,K2+25);
    D4:=Rect(round(K1-25*sin(p)-25),round(K2+25*cos(p)-25),
round(K1- 25*sin(p)+25),round(K2+25*cos(p)+25)); x:=K1; y:=K2;
    D2:=Rect(0,0,200,200); D3:=Rect(0,0,50,50);
    c1.CopyMode := cmSrcCopy;
    frmmap.ImageMap1.Canvas.CopyRect(D3,c,D1);
    c1.Brush.color:=clBlack;
    btMp := TBitMap.Create; btMp1 := TBitMap.Create;
    if assigned(btMp) then
      begin
        btMp.Width:=50;btMp.Height:=50; btMp.Canvas.Brush.Style := bsSolid;

```

```

btMp.Canvas.Brush.color := clWhite; btMp.Canvas.Pen.Style := psClear;
btMp.Canvas.Pen.color := clSilver;
btMp.Canvas.Rectangle(0,0,btMp.Width,btMp.Height);
btMp.Canvas.Pen.Style := psSolid; btMp.Canvas.Brush.Style := bsSolid;
btMp.Canvas.brush.color:=clRed; btMp.Canvas.Pen.color := clGreen;
if sc>=0.2 then btMp.Canvas.Polygon(Slice(Pt, 17))
else btMp.Canvas.Ellipse(23,23,27,27); c.CopyMode := cmSrcAnd;
c.Draw(round(x)-btMp.Width div 2,round(y)-btMp.Height div 2,BtMp);
end;
btMp.free; c1.CopyRect(D2,c,D4); end.

```

На мал. 3–6 подано ілюстрацію процесу трансформації символів літака.

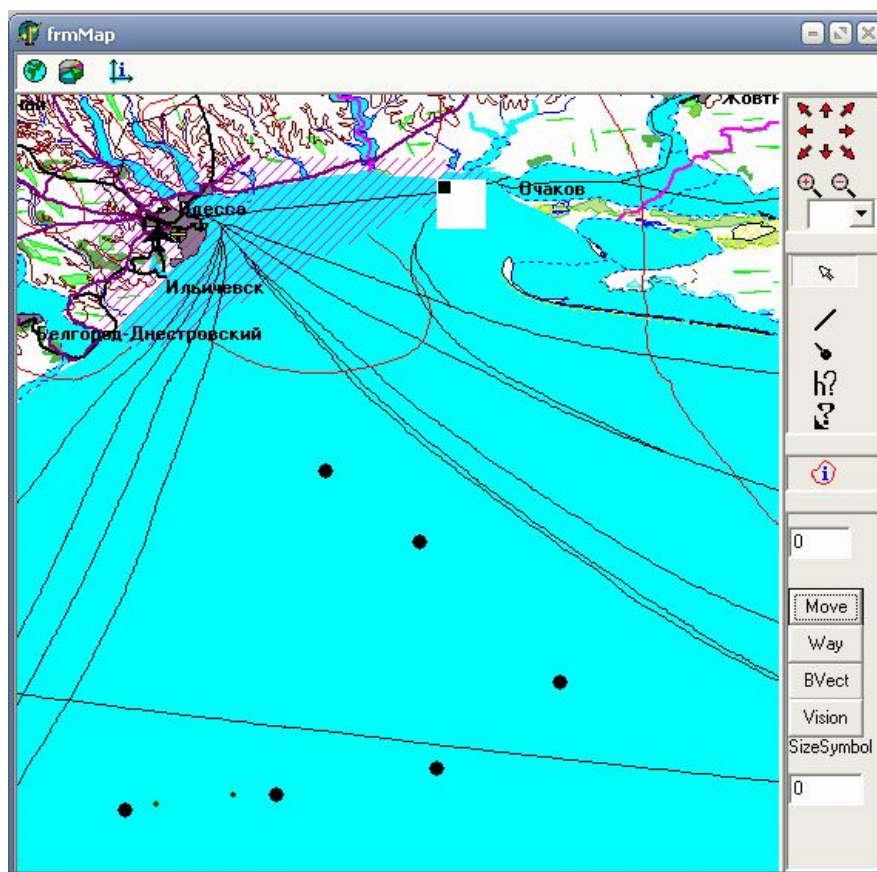
Як видно з мал. 3–6, трансформація за масштабом символів літака відбувається у відповідності до значення, вказаного у полі з надписом *SizeSymbol*. Якщо у цьому полі вказано значення від 0 до 2, символ приймає вигляд точки, починаючи від значення 3, символ набуває вигляду літака, розмір якого залежить від введеного в поле значення: чим воно більше, тим більший розмір символу.

Висновки: Розроблено методи трансформації символів динамічних об'єктів на картографічному фоні при формуванні зображень наземної та повітряної обстановки у реальному часі. Для побудови картографічного фону, поданого у векторному вигляді, його відображення та роботи з ним, задіяно такі модулі *Coordination*, *Crdit*, *imObject*, *uMapFilter*, *ImageMap*, *uMapSelect*. Для представлення динамічних об'єктів розроблено:

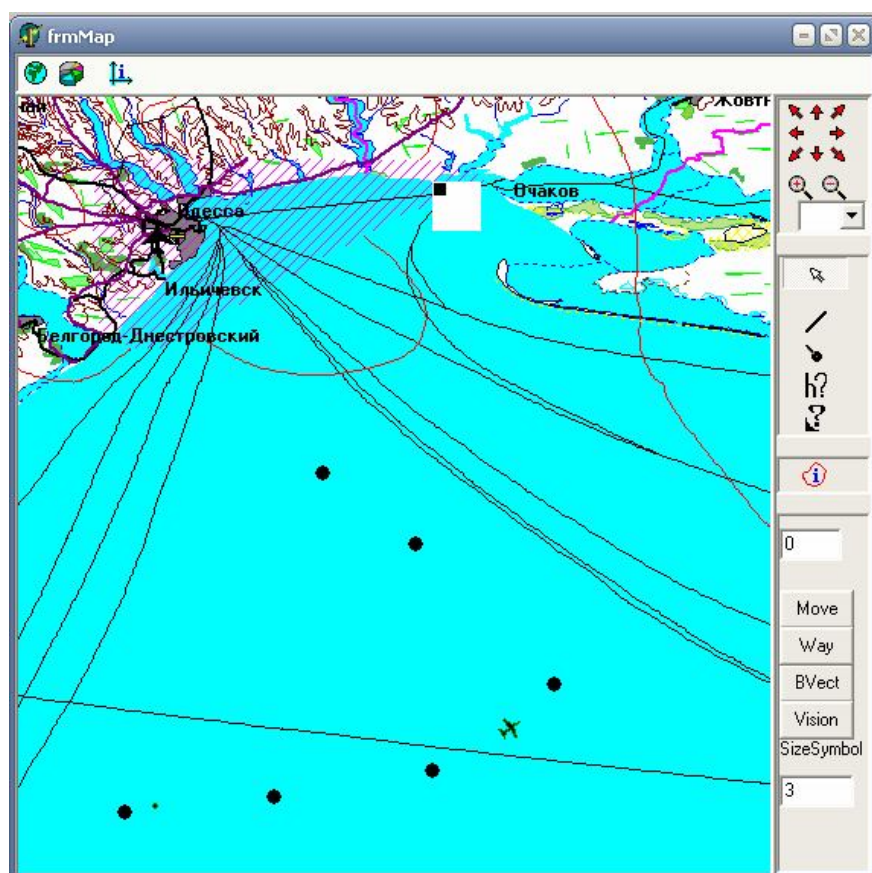
- алгоритм процедури створення символу літака, орієнтованого по заданому азимутальному напрямку в точці із заданими координатами;
- алгоритм процедури лінійного переміщення символу літака.

Також представлено ілюстрацію процесу трансформації символів літака.

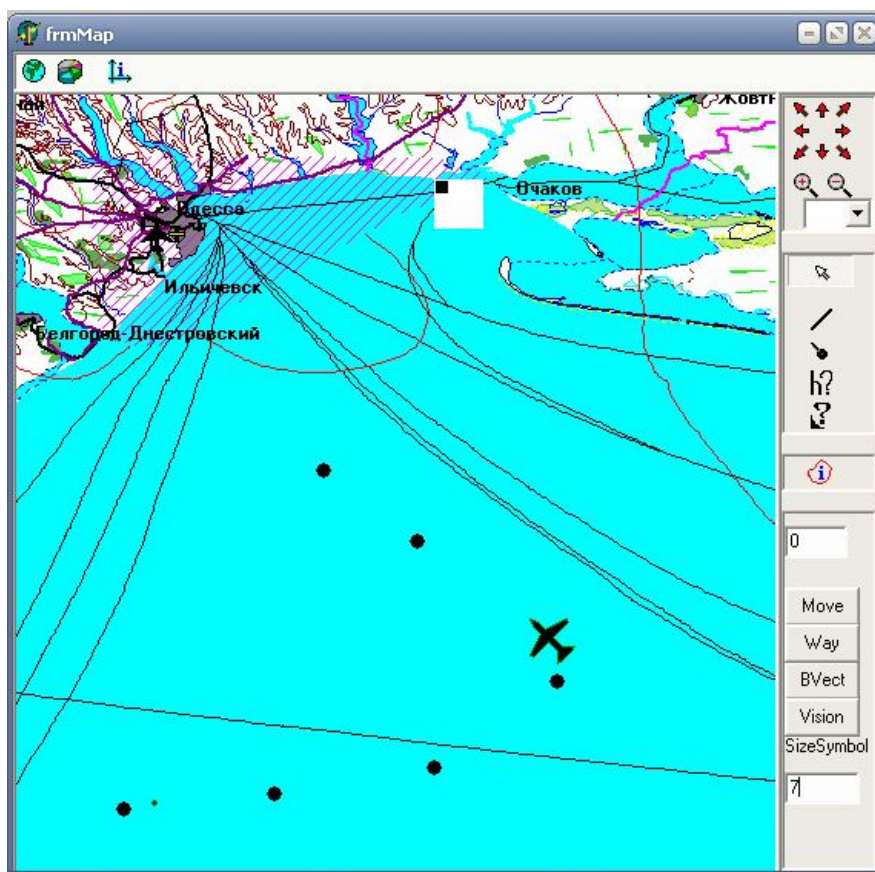
Список літератури: 1. Дарахвелидзе П.Г., Марков Е.П. Программирование в Delphi 7. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 784 с. 2. Глушаков С.В., Клевцов А.Л. Программирование в среде Delphi 7. – Харьков: Фолио, 2003. – 528 с. 3. Васюхин М.И. Основы интерактивных навигационно-управляющих геоинформационных систем: – К.: Лира-К, 2006. – 536 с.



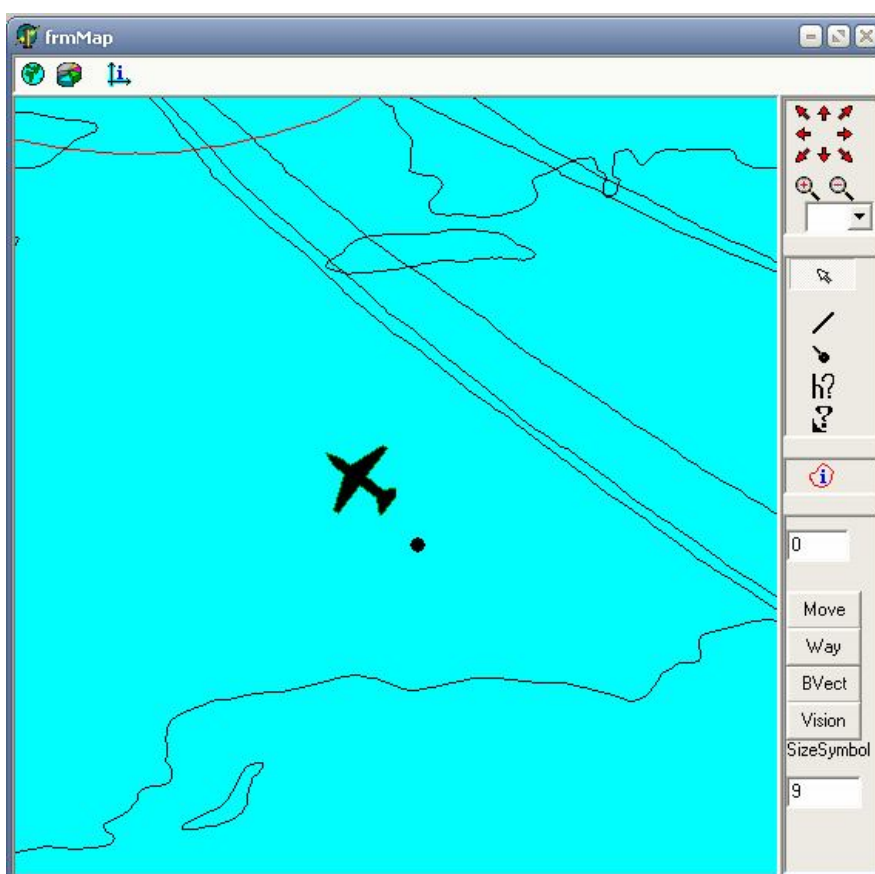
Мал. 3. Подання символу у вигляді точки «малого» зображення літака



Мал. 4. Подання символу у вигляді зображення літака



Мал. 5. Подання символу у вигляді «середнього» зображення літака



Мал. 6. Подання символу у вигляді «великого» зображення літака

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ ФАПЧ ЦСЧ В КРИТИЧЕСКИХ РЕЖИМАХ

Геложе Ю.А., Клименко П.П., Максимов А.В.

ЮФУ, г. Таганрог, Россия

Тел. +7 (8634) 371634; e-mail: kafmps@ttpark.ru

Abstract: The article discusses transient processes in the inertial system with frequency stabilization phase contour (FSPC) with storing and maintaining the sign of the charge. Found that for large detuning frequency inertial system with frequency stabilization phase contour (FSPC) with storing and maintaining the sign of the charge remains stable, but the transients have a longer duration.

Key words: system with frequency stabilization phase contour (FSPC), pulse-phase discriminator, filters of the low frequencies.

В [1] рассматривалась задача разработки системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) с детерминированной реакцией при возникающих критических режимах и повышенным быстродействием возвращения к основному режиму работы. Для обеспечения высокого качества формируемого сигнала в цифровых синтезаторах частоты (ЦСЧ) целесообразно применять инерционные системы ФАПЧ [2].

В работе исследованы переходные процессы в инерционной системе ФАПЧ с импульсно-фазовым детектором (ИФД) с запоминанием знака и поддержанием заряда. Математическая модель исследуемой системы представлена на рис. 1.

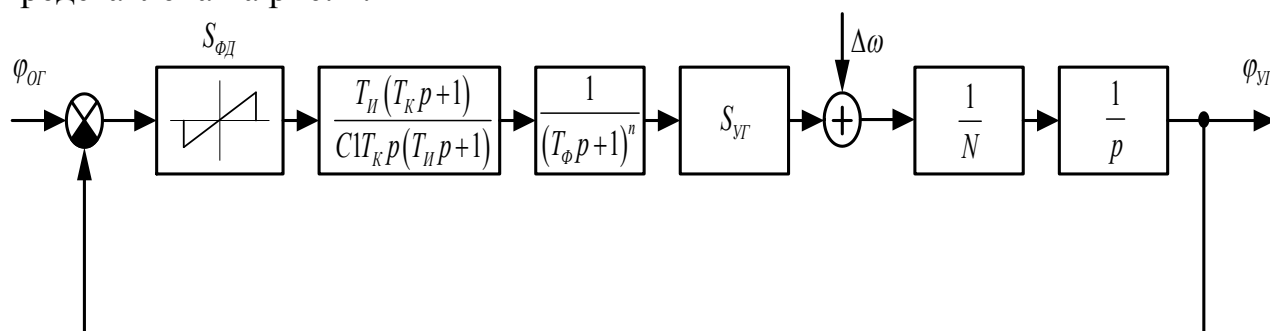


Рис. 1. Математическая модель системы с ИФД с запоминанием знака и поддержанием заряда

Рассмотрим систему с ФНЧ 4-го порядка и построим для нее годограф и графики переходных процессов с привлечением системы MATLAB.

На рис. 2 представлен годограф системы ФАПЧ с ФНЧ 4-го порядка и критический круг, образованный нелинейностью системы. Откуда следует, что рассматриваемая система устойчива.

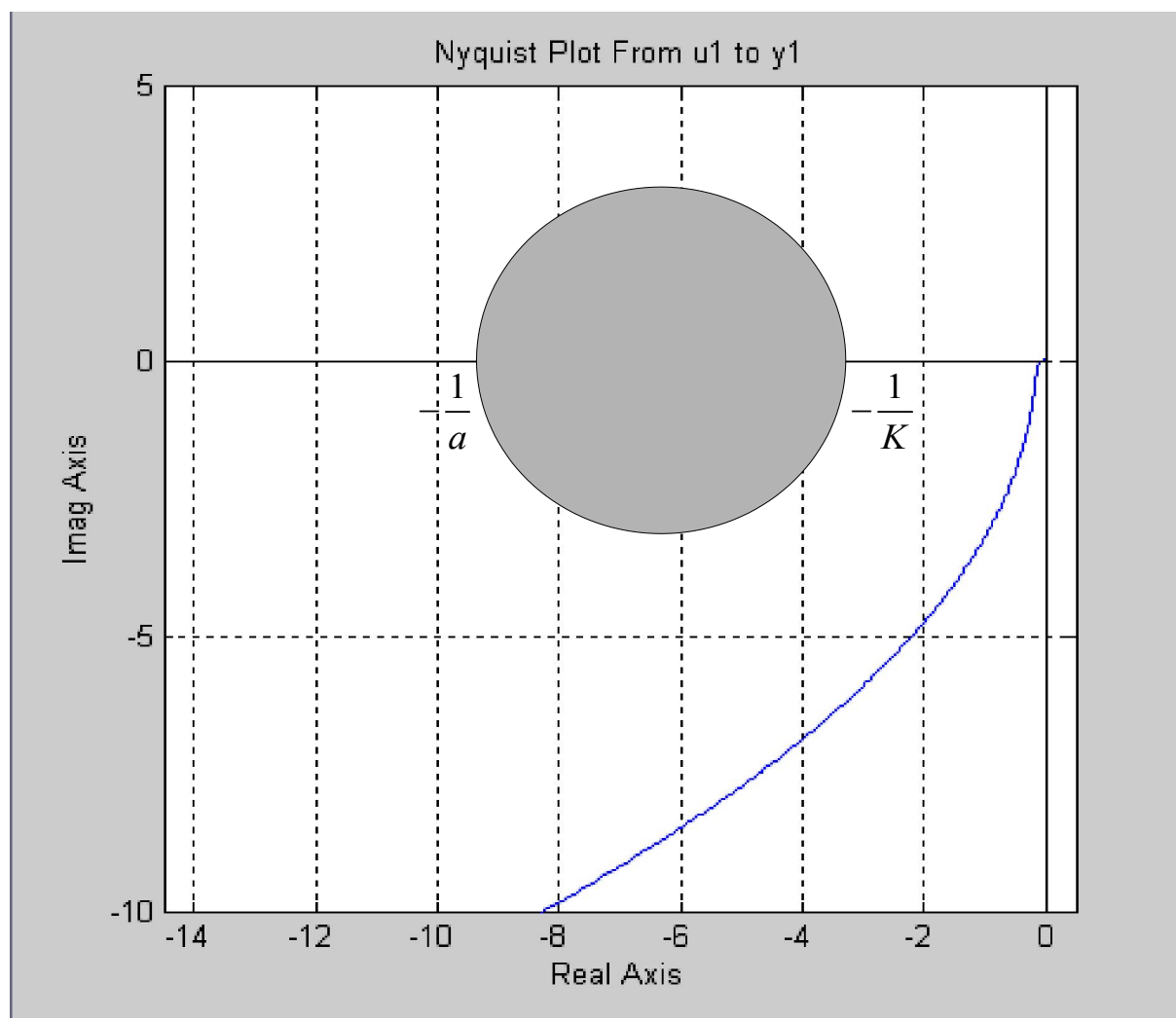


Рис. 2. Годограф системы с ФНЧ 4-го порядка и критический круг, образованный нелинейностью системы

На рис. 3–8 показаны графики переходных процессов (зависимость выходного напряжения ИФД от времени) в системе ФАПЧ с ФНЧ 4-го порядка при значениях относительных нормированных расстроек, равных 0,1, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8, 0,9.

Из графиков, представленных на рис. 3–8, видно, что при больших расстройках по частоте система ФАПЧ с ИФД с запоминанием знака и поддержанием заряда сохраняет устойчивость, но переходные процессы имеют большую длительность.

Список литературы: 1. Геложе Ю.А., Клименко П.П. Управление процессами в нелинейных системах. – М.: Радио и связь. – 2006. – 264 с.: ил.
2. Геложе Ю.А., Клименко П.П. Системы фазовой автоподстройки частоты с ФНЧ высоких порядков // Радиосистемы. Радиолокационные устройства и системы управления, локации и связи. – 2004. – Вып. 78. – С. 26–34.

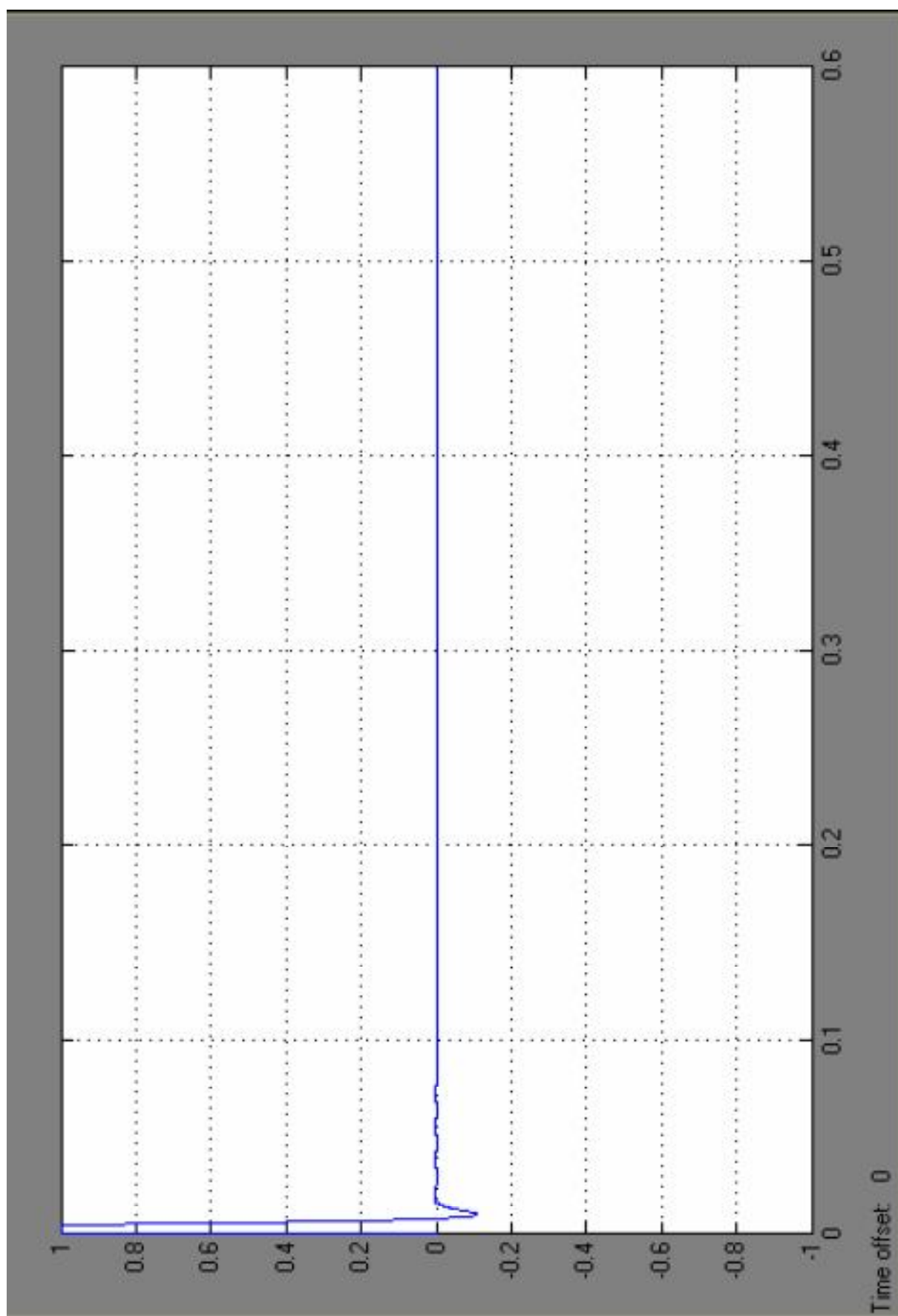


Рис. 3. График переходного процесса в системе с ФНЧ 4-го порядка при значении $\Delta\gamma = 0,1$

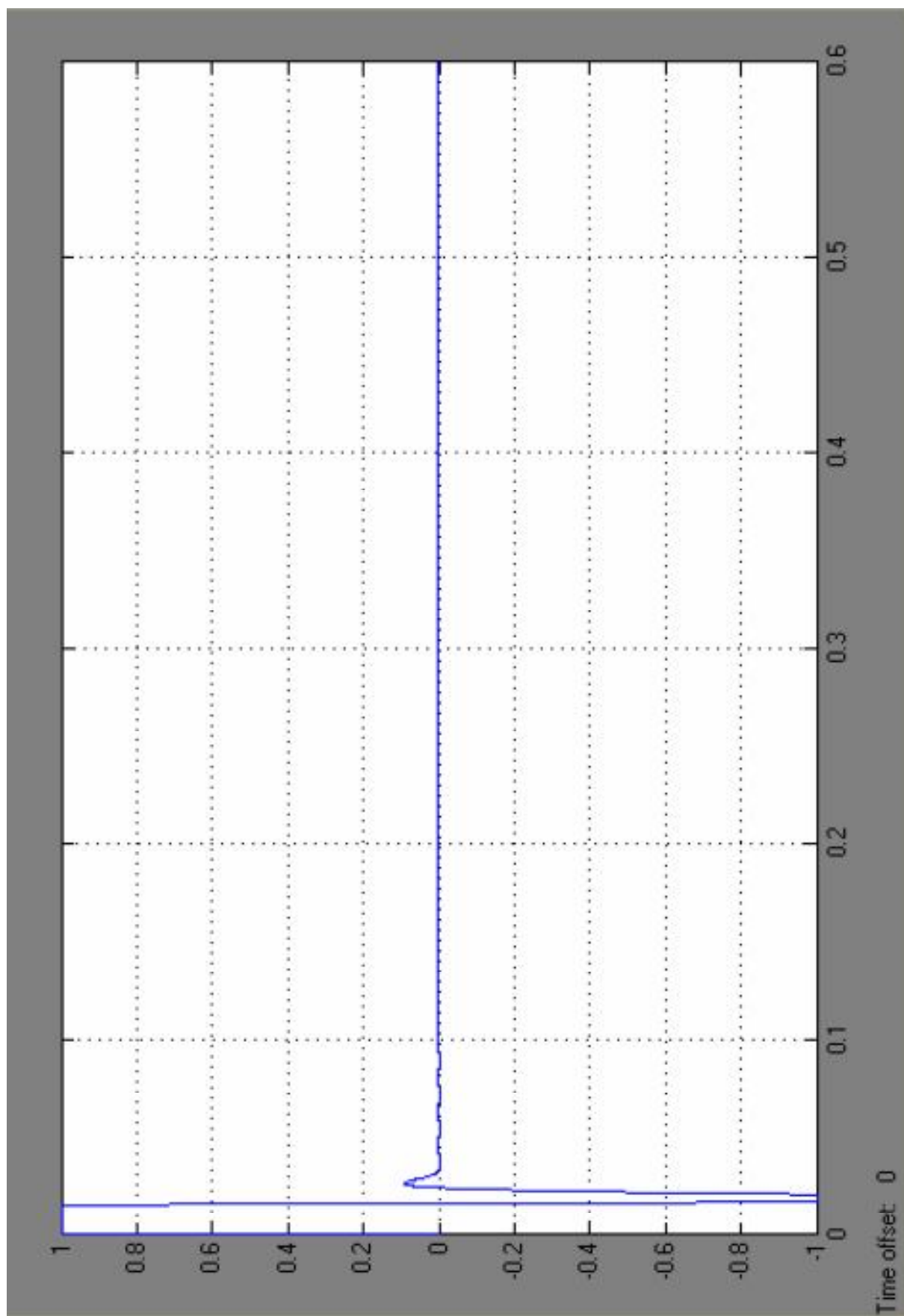


Рис. 4. График переходного процесса в системе с ФНЧ 4-го порядка при значении $\Delta\gamma = 0,2$

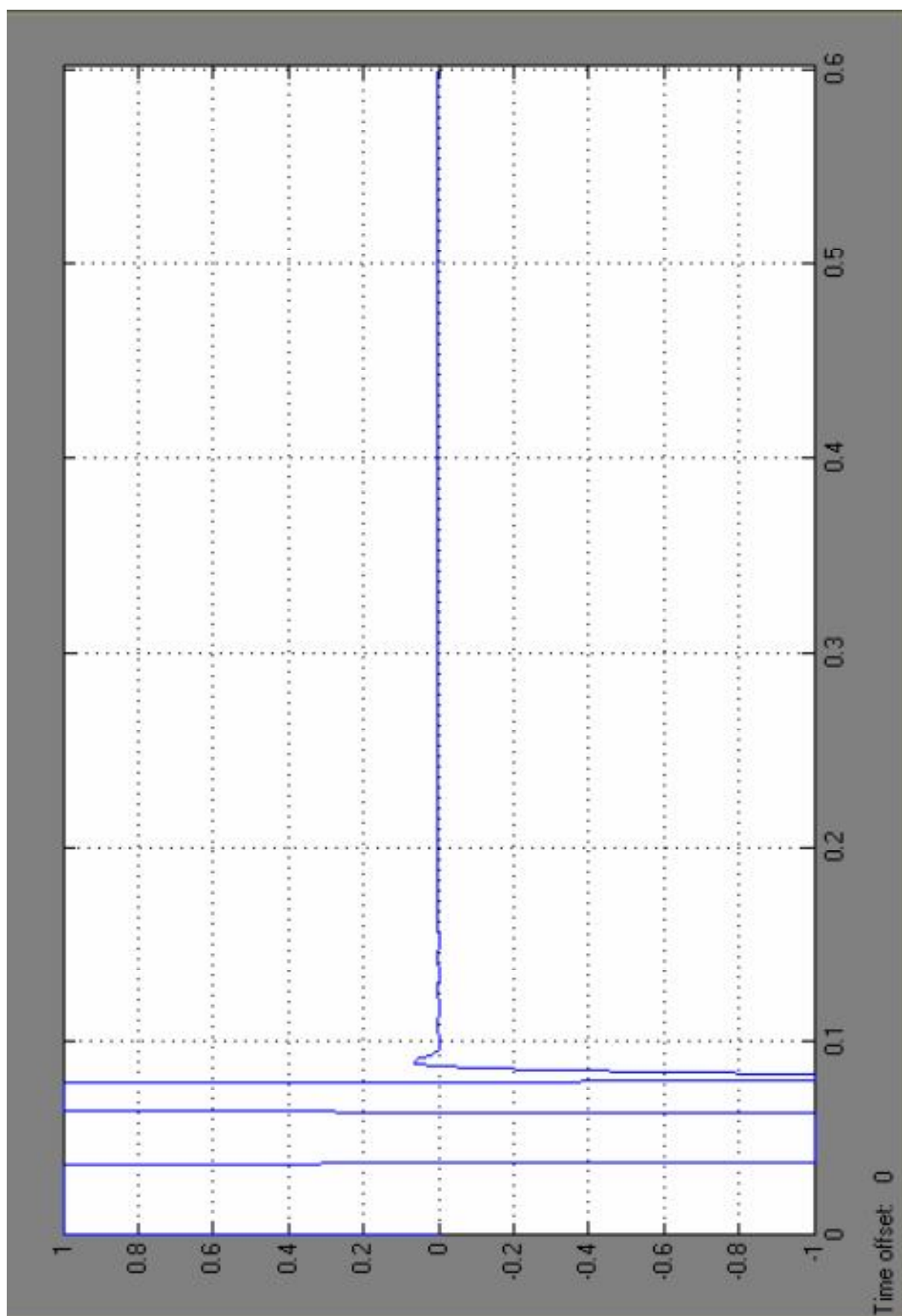


Рис. 5. График переходного процесса в системе с ФНЧ 4-го порядка при значении $\Delta\gamma = 0,4$

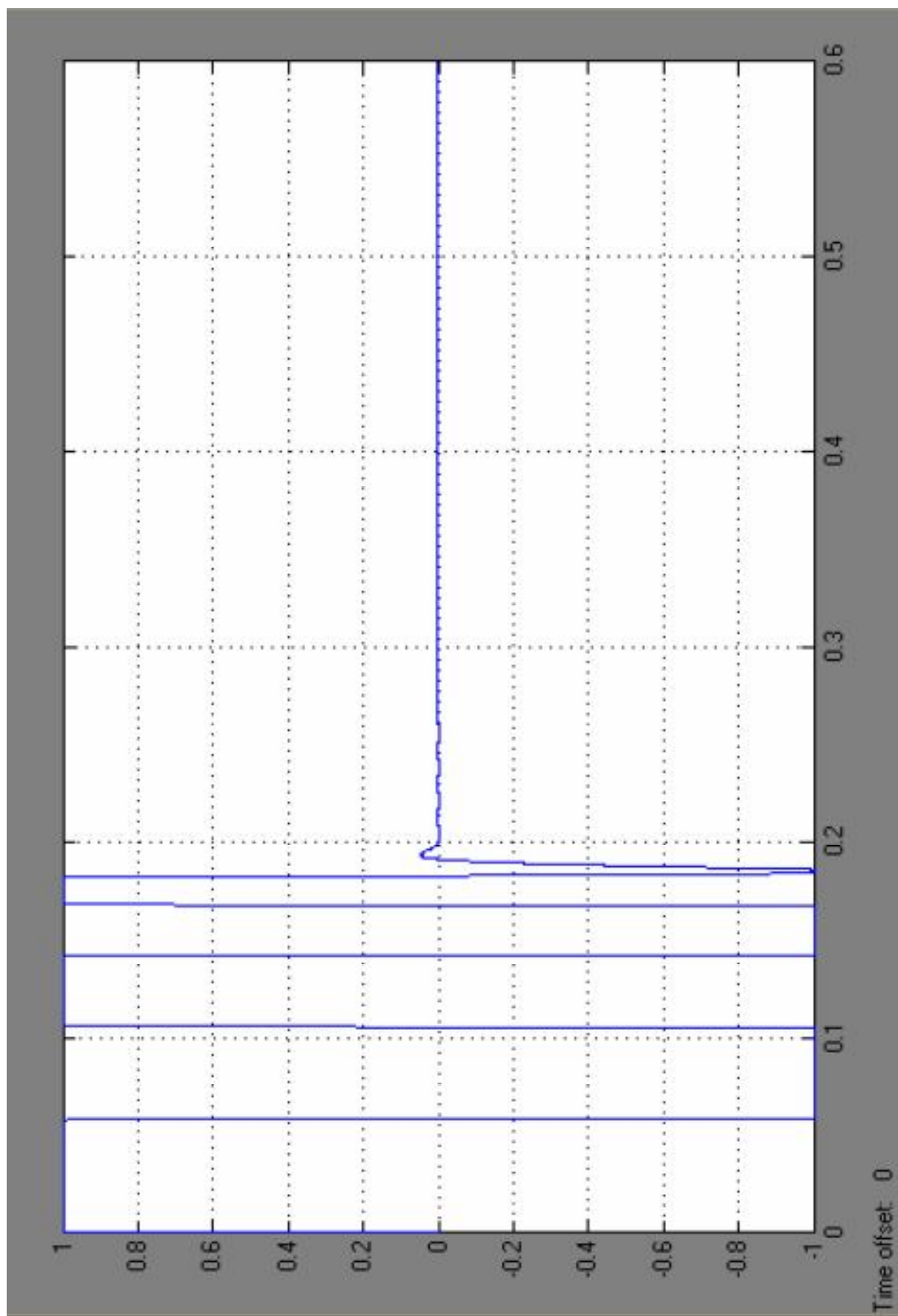


Рис. 6. График переходного процесса в системе с ФНЧ 4-го порядка при значении $\Delta\gamma = 0,6$

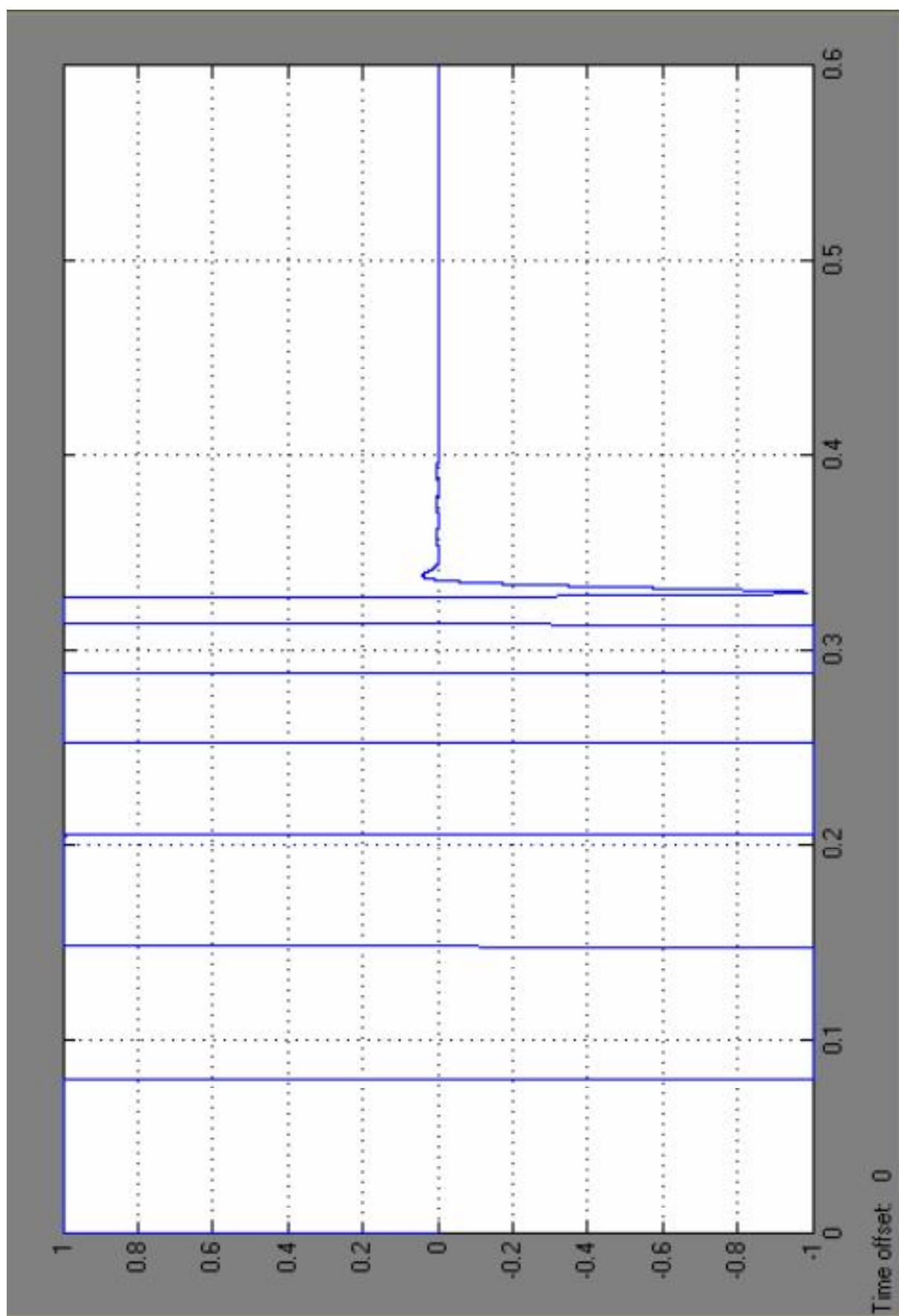


Рис. 7. График переходного процесса в системе с ФНЧ 4-го порядка при значении $\Delta\gamma = 0,8$

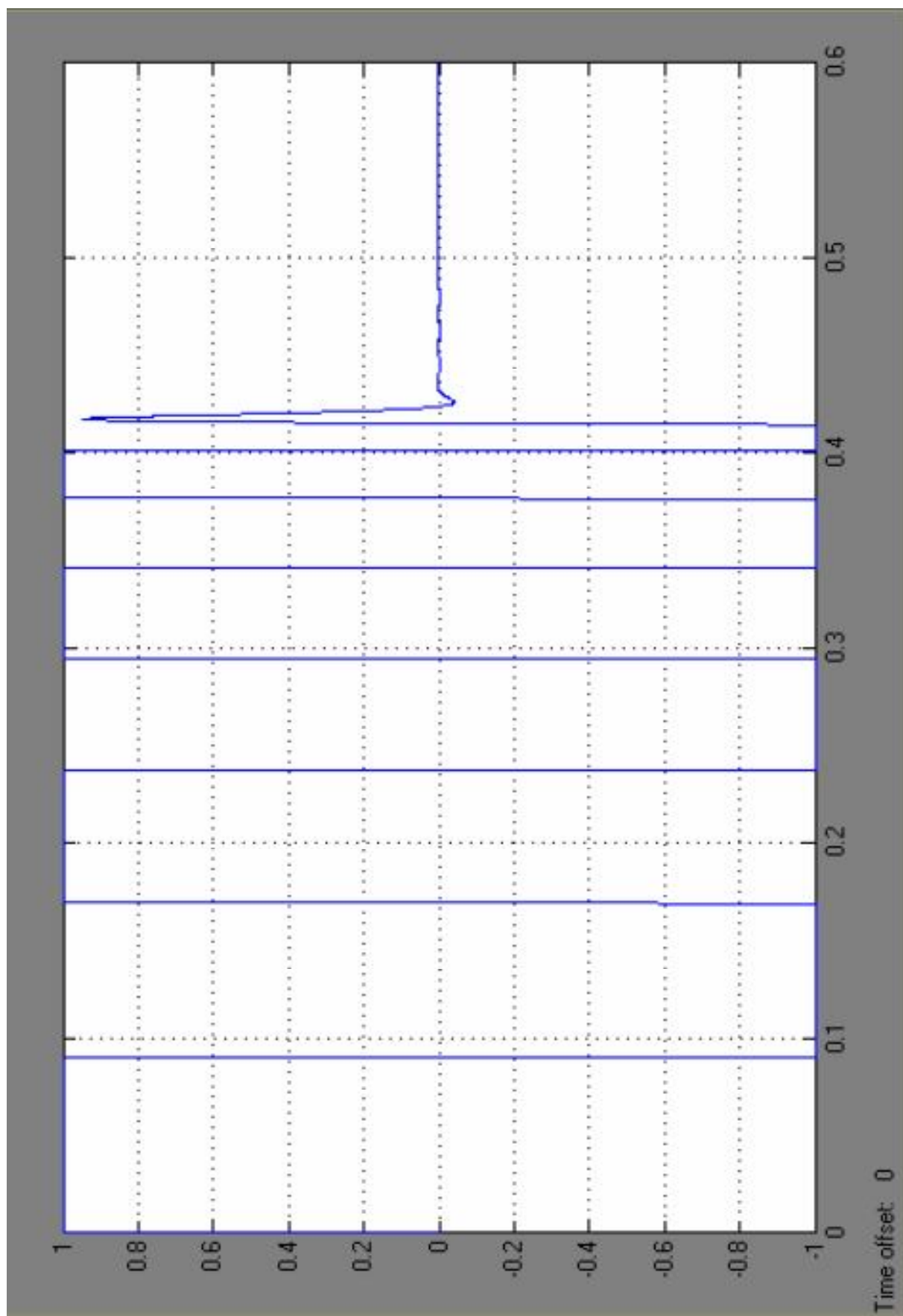


Рис. 8. График переходного процесса в системе с ФНЧ 4-го порядка при значении $\Delta\gamma = 0,9$

ЭМУЛЯТОР КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПЛИС

Гузик В.Ф., Гушанский С.М., Левицкий А.А.

ИТА ЮФУ, г. Таганрог, Россия

Тел./факс: +7 (8634) 371737; E-mail: 338922@mail.ru

Abstract: *In this paper considers the need for a periodic function of a quantum computer algorithm, there are two ways to search for quantum computing and their characteristics. Shown the possibility of solving NP problems at high speed by using FPGA-based emulator and its main advantages.*

Keywords: *quantum computer, quantum computing, FPGA, emulator.*

Квантовый компьютер привлекает внимание исследователей, так как может быстро решать задачи, требующие значительного времени для вычисления на классическом компьютере. В частности, он может решить NP-задачу (недетерминированную полиномиальную задачу) с высокой скоростью. Для преодоления ограничений, свойственных квантовому компьютеру, предлагается возможность применения эмулятора квантового компьютера без использования квантовой механики. Таким образом, рассматривается эффективность эмуляции, используя ПЛИС.

Класс NP можно определить, как содержащий задачи, которые можно «быстро» решить на недетерминированной машине Тьюринга. То есть время вычисления NP-задачи возрастает экспоненциально с увеличением размера данных в случае использования классического компьютера.

Проблема заключается в том, как реализовать высокоскоростное решение NP-задачи, используя квантовый компьютер. Известно, что квантовый компьютер выполняет расчёты параллельно, используя квантовую суперпозицию. Для того чтобы создать таблицу входов и выходов для данной функции f , обычные компьютеры, использующие скалярный процессор, должны выполнять расчёты по одному. Таким образом, создание таблицы требует экспоненциального времени. С другой стороны, поскольку выходы рассчитываются одновременно из группы всех входов в случае квантового компьютера, то расчёт выполняется за полиномиальное время. По сравнению с обычным компьютером, квантовый компьютер требует значительно меньше времени для вычислений. Тем не менее, NP-задача не может быть решена за полиномиальное время исключительно путём параллельной работы.

Для решения NP-задачи за полиномиальное время также необходимо завершение поиска за полиномиальное время. Далее приведены два метода поиска с использованием квантовых вычислений и их особенности:

1. Квантовое преобразование Фурье:

– применительно только к периодической функции;

– решение находится за полиномиальное время.

2. Алгоритм Гровера:

– применим к любой функции;

– время вычисления возрастает пропорционально значению $\sqrt{N}$, где N – масштаб; то есть не полиномиальное время решения.

Используя устройства ПЛИС, может быть организована параллельная работа [2]. Кроме того, двоичный поиск в FPGA в полиномиальное время может быть завершён, даже если функция не периодическая.

Квантовые алгоритмы и операции выполняют следующие действия. На первом этапе вероятности равномерно распределены в квантовых состояниях, которые соответствуют возможному ответу. На втором этапе эти вероятности обмениваются между квантовыми состояниями для того, чтобы выполнить расчёты, необходимые для решаемой задачи. Перед второй стадией появляются только две вероятности 0 и $1/m$, где m – число возможных ответов. В результате, для представления квантовых состояний может быть использован двоичный код, хотя для моделирования обычных квантовых вычислений требуется использование комплексных чисел для их представления. Поэтому предлагается логический квантовый процессор (LQP), который даёт возможность использования двоичного кода. Требуемые аппаратные ресурсы такие, как элементы обработки и память, могут быть значительно снижены по сравнению с ресурсами, требуемыми для обычного эмулятора квантовых вычислений.

Когда размещение «1» в квантовых состояниях используется вместо значения квантовых состояний, использование памяти может быть уменьшено, так как большинство квантовых состояний, хранящихся в памяти, остаются в «0» в LQP. Расположение «1» в квантовых состояниях называется далее квантовым индексом. Процессор, оперирующий только квантовыми индексами вместо квантовых состояний, называется квантовым индексным процессором (QIP). Сравнение использования памяти в LQP и QIP приведено на рисунке (рис. 1).

Внутренние переходы данных в процессоре при выполнении квантовых операций сравниваются в соответствии с рисунком (рис. 2).

Как видно из рисунка, в то время как в LQP вероятности в квантовых состояниях обмениваются в каждой квантовой операции, в QIP изменяются только индексные номера. QIP имеет 2048 процессорных элементов (PE) и моделирует массовые параллельные вычисления в квантовом компьютере. Каждый PE управляет одним кандидатом на ответ и выполняет расчёты с использованием квантовых индексов, которые соответствуют квантовым операциям. Каждый PE имеет логический блок, блок памяти и временный регистр. 64-кубитные индексные данные хранятся в памяти. QIP также способен моделировать эффект квантовых битовых ошибок, на высокой скорости генерируя стохастически (случайным образом) квантовые NOT.



Рис. 1. Сравнение квантовых состояний LQP и QIP

QIP внедрён на поле программируемой логической матрицы с 1,5 млн вентиляей. 2048 ($=2^{11}$) PE помещены на одном чипе. Каждый PE имеет 64 квантовых индексных бита, которые соответствуют 64 кубитам. Предлагаемая система реализует квантовую операцию с 75 кубитами [3].

Подводя итоги изложенного, можно отметить следующее. Квантовый компьютер привлекателен с той точки зрения, что требования к оборудованию увеличиваются полиномиально с увеличением масштаба задачи. Квантовый компьютер и ПЛИС-эмулятор могут выполнять параллельно операции для создания таблицы входов и выходов. В случае квантового компьютера квантовое преобразование Фурье не может быть использовано и поиск не может быть завершён за полиномиальное время, если выходные данные таблицы не периодические. Это является серьёзным ограничением, если периодическая функция должна быть найдена для решения NP-задачи за полиномиальное время с использованием квантового компьютера. С другой стороны, в случае ПЛИС-эмулятора поиск может быть завершён независимо от выхода таблицы входов/выходов. В результате NP-задачи могут быть решены с высокой скоростью на ПЛИС-эмуляторах, не имеющих ограничения в алгоритме. В результате аппаратной реализации с использованием ПЛИС система реализует моделирование 75-кубитового квантового алгоритма.

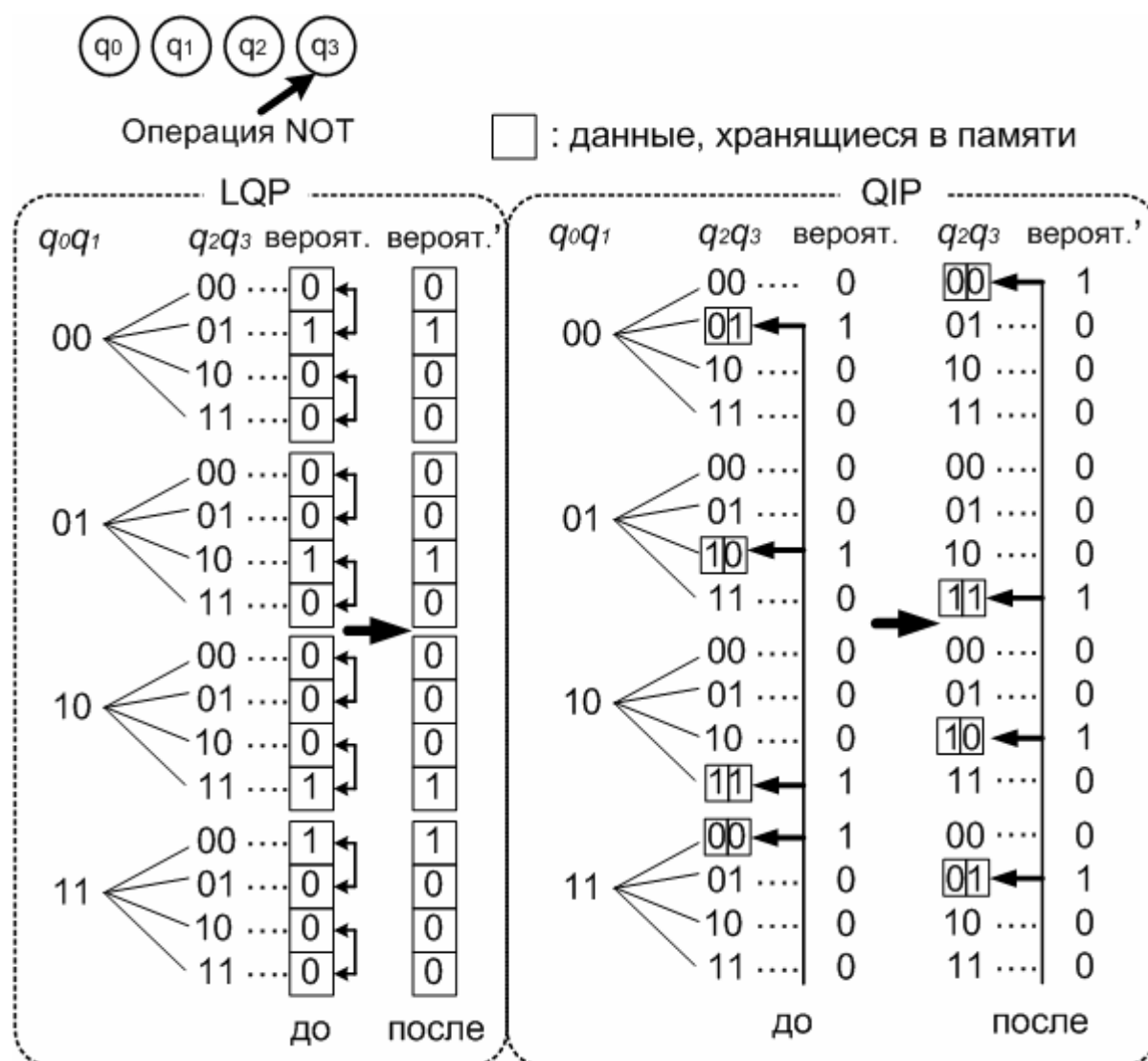


Рис. 2. Сравнение внутренних изменений данных при выполнении операции NOT в процессорах

Установлено, что время вычисления QIP в несколько раз быстрее по сравнению с обычным эмулятором. Таким образом, предлагаемая система станет мощным инструментом для развития квантовых алгоритмов.

Список литературы: 1. *Fujishima M.* 16-Qubit Quantum Computing Emulation Based on High-Speed Hardware Architecture / *M. Fujishima, K. Saito, K. Hoh* // *Jpn. J. Appl. Phys* 42. – 2003. – P. 2182–2184. 2. 75-qubit Quantum Computing Emulator / *M. Fujishima, K. Inai, T. Kitasho, K. Hoh* // *Extended Abstracts of the 2003 International Conference on Solid State Devices and Materials*. – 2003. – P. 406–407.

ЛОГИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ КОНТРОЛЛЕРА ДОСТУПА К КАНАЛЬНЫМ РЕСУРСАМ ТЕРМИНАЛОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ

Гузик В.Ф., Самойленко А.П., Панычев С.А.

ИТА ЮФУ, г. Таганрог, Россия

Тел./факс: +7 (8634) 371637; E-mail: ruu2011@mail.ru

Abstract: *Presents logical-sequential model that describes the structure of the controller dynamic of formation of the order of service of information requests from the mobile station to the base station. Considered the controller allows to share network resources between the mobile stations depending on the importance of information requests and dynamic time-out service. The architecture of such a controller demanded industrial WLAN for quality control quick-moving objects and technological processes in real time.*

Key words: *logical synthesis, logical-sequential model, method, controller, WLAN, real time.*

Телекоммуникационные сети являются синтезом двух исходно независимых сетей – сетей связи и вычислительных сетей [1-3]. С одной стороны, логика развития систем беспроводной связи требует для решения задач распределения ресурсов и маршрутизации применения цифровых систем передачи и коммутации, а также использования аппаратно-программных средств вычислительной техники. С другой стороны, логика развития вычислительных сетей и систем требует всё большего применения беспроводных средств связи между периферийными устройствами и компьютерными терминалами для передачи данных о состоянии технологических объектов, перемещающихся в пространстве и во времени.

Объектом исследования является архитектура стандартной сети подвижной связи с монорадиоканалом, выполняющим функцию «общей шины». В такой сети базовая станция формирует трафик обмена данными между подвижными станциями, то есть, по сетевой терминологии, играет роль сервера, реализуя топологию связи типа «point-to-point». В связи с этим в такой сети возникает проблема формирования и обслуживания очереди заявок на связь, на использование сетевых ресурсов. Важно отметить, что процессы приёма, передачи, обработки данных должны реализовываться в реальном масштабе времени.

Постановка задачи: необходимо представить оптимальный по времени метод динамического управления потоками информации и упорядочивания данных в них, а также осуществить синтез контроллера внешних прерываний с указанными функциями.

Статический приоритет поступившей в систему заявки с номером p оценивают с учетом значений коэффициентов штрафа за задержку в обслуживании в единицу времени (или за потерю) α_p и длительности её

обслуживания v_p : $\frac{\alpha_{p-1}}{v_{p-1}} > \frac{\alpha_p}{v_p} > \frac{\alpha_{p+1}}{v_{p+1}}$. Однако приоритет находящихся в

очереди заявок одного типа, для которых одинаковы отношения j -й заявки от времени $\frac{\alpha}{v}$, целесообразно распределять пропорционально первым

производным функций изменения приоритетов: $\frac{df_p(t_j)}{dt} > \frac{df_{p+1}(t_j)}{dt} > \dots$, где

$y_j = f(t_j)$ – функция изменения приоритета j -й заявки от времени t_j ; dt – может быть расценен как интервал между соседними значениями времени, в которых пересматриваются приоритеты заявок, находящихся в очереди ИВТК. Тогда динамический приоритет заявок распределяют в соответствии с условием

$[\frac{\alpha_j}{v_j} f'(t)]_p > [\frac{\alpha_k}{v_k} f'(t)]_{p+1}$, то есть из двух заявок (j, k) , находящихся на

обслуживании к ИВТК, высший приоритет присваивается той заявке, для которой больше значение $\frac{\alpha}{v} f'(t)$. В зависимости от этого заявка типа j имеет

высший приоритет.

Таким образом, для управления очередью заявок каждая поступающая в систему заявка (для примера, j -я) должна характеризоваться следующими параметрами: $\alpha_j, v_j^*, f_j(t), v_j, T_j$, где T_j – машинное (технологическое) время поступления заявки в информационно-вычислительный телекоммуникационный комплекс. После вычисления приоритетов проверяют условие $v_j \leq v_j^*$, где v_j^* – предельно допустимое время пребывания j -й заявки в системе. При этом время ожидания заявки j -го типа, которой присвоен в

масштабе реального времени p -й приоритет, определяется как $\omega_p = \sum_{j=0}^{p-1} v_j$. Для

i -й заявки должно выполняться условие $v_i^* \geq \sum_{j=0}^{p-1} v_j + v_i = \sum_{j=0}^p v_j$, при

выполнении которого система снимает i -ю заявку с обслуживания (как исключительный случай) и в информационной модели объекта заменяет $i(t-1)$ значением ее предыстории.

Для реализации дисциплин обслуживания очереди заявок с динамически изменяемыми приоритетами необходимы системы прерывания, построенные на перепрограммируемом элементе базисе. В основу синтеза положен математический аппарат порядковой логики, посредством которого был

Математическая модель системы прерывания может быть описана с помощью элементов порядковой логики (логического определителя A^p , квазиматрицы)

где $p = \overline{1, n}$ – приоритет; $\lambda_1 \dots \lambda_n$ – элементы квазиматрицы-столбца, соответствующие заявкам $i = \overline{1, n}$; A^p – логический определитель квазиматрицы $\|\lambda_i\|$, который может быть задан конъюктивно-нормальной или дизъюктивно-нормальной формами. При раскрытии логического определителя:

получают соответственно упорядоченные ряды (очереди):

в соответствии с назначенными приоритетами $p = \overline{1, n}$ и согласно оценкам $(\lambda_{Adr_i}^{(p)} - i\text{-я заявка с приоритетом } p)$.

[illegible]
$$\left\{ \begin{array}{l} z_1 = [(\overline{u_1} \ \& \ z_n) \vee (u_1 \ \& \ (\bigvee_{j=1}^n x_j))] \ \& \ (\overline{x_1} \ \& \ s_i); \\ z_2 = [(\overline{u_2} \ \& \ z_1) \vee (u_2 \ \& \ (\bigvee_{j=1}^n x_j))] \ \& \ (\overline{x_2} \ \& \ s_i); \\ \dots\dots\dots \\ z_n = [(\overline{u_n} \ \& \ z_{n-1}) \vee (u_n \ \& \ (\bigvee_{j=1}^n x_j))] \ \& \ (\overline{x_n} \ \& \ s_i), \end{array} \right.$$

при

$$\bigwedge_{\substack{j=1,n \\ i=1,2}} x_j s_i = \begin{cases} |X_j| = \begin{vmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{vmatrix} & npu \ i = 1, \quad |X_j| = \begin{vmatrix} x_n \\ x_{n-1} \\ \dots \\ x_1 \end{vmatrix} & npu \ i = 2, \end{cases}$$

$X_i \in P\{0,1\}$ – i -й входной порт i -й заявки; Y_i – выходной порт; $|u_1, u_2, \dots, u_n|$ – матрица управляющих сигналов, формирующих упорядоченный ряд $u_i \in \{0,1\}$ и задающих наиболее приоритетный вход; $|s|$ – матрица управляющих сигналов, задающих направление очереди $[(1 \rightarrow n) \text{ или } (n \rightarrow 1)]$.

На практике число входов n не должно превышать 25...30, поскольку имеет место эффект «логических гонок, заключающийся в появлении двух и более единичных сигналов на выходе контроллера прерывания, что может явиться источником сбоев информационно-вычислительной машины. С целью исключения данного недостатка предлагается иерархическая структура контроллера прерывания.

Приведем пример иерархической структуры двухступенчатого контроллера. Пусть число информационных входов равно N . Осуществим декомпозицию числа информационных кодов с учетом указанного недостатка и в соответствии с требованием $n+1 \rightarrow \min$ при $N = n \cdot 1$. Входную последовательность заявок $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, характеризующуюся свойством

$X_i = \{0,1\}, x_i = \begin{cases} 1, & \text{при } x(t) \geq U_n \\ 0, & \text{при } x(t) < U_n \end{cases}$ – i -й входной порт i -й заявки, разобьем на группы в виде

$$\left. \begin{matrix} x_1^1 \\ \dots \\ x_n^1 \end{matrix} \right|_1, \dots, \left. \begin{matrix} x_1^l \\ \dots \\ x_n^l \end{matrix} \right|_l.$$

Определение адреса группы происходит по правилу $Adr(l) = F_{CD}^1 \cdot |Y|_l^1$, где F_{CD}^1 – функция кодирования адреса группы.

Затем определяются значения

$$\left\{ \begin{array}{l} z_1 = y^{(1)} \text{ \& } x_1^1 \vee \dots \vee y^{(l)} \text{ \& } x_1^l; \\ \vdots \\ z_n = y^{(1)} \text{ \& } x_n^1 \vee \dots \vee y^{(l)} \text{ \& } x_n^l, \end{array} \right.$$

Тогда $\|Q_i\| = A_n^r(u^{(n)}, s^{(n)}) \cdot \begin{vmatrix} z_1 \\ \dots \\ z_n \end{vmatrix}$, и адрес группы определяется как

$$Adr(n) = F_{CD}^{(n)} \cdot \begin{vmatrix} Q_1 \\ \dots \\ Q_n \end{vmatrix}, \text{ где } F_{CD}^{(n)} - \text{функция кодирования адреса заявки в группе.}$$

Таким образом, представлена логико-порядковая модель, описывающая структуру контроллера динамического формирования очередности в обслуживании информационных заявок, поступающих от подвижной станции к базовой станции. Рассмотренный контроллер позволяет перераспределять сетевые ресурсы между подвижными станциями в зависимости от значимости информационных заявок и динамического времени ожидания обслуживания. Архитектура такого контроллера востребована промышленными WLAN для качественного управления малоинерционными подвижными объектами и технологическими процессами в реальном масштабе времени.

Список литературы: 1. Денисенко В. Беспроводные локальные сети // СТА, № 1, 2009. С. 182-187. 2. Вишневский В.Т., Селинова О.В. Системы поллинга: теория и применение в широкополосных беспроводных сетях. – М.: Техносфера, 2007. – 312 с. 3. IEEE Std 802.12.4™, 2003. IEEE Standard for Information Technology. – Telecommunications and information exchange between Systems. Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer Specifications for LowRate Wireless Personal Area Networks IEEE-SA Standard Board, 12 May 2003? 679 p.

УДК 74.580.26

НЕЛИНЕЙНОЕ ОТРАЖЕНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН НА ГРАНИЦАХ УПРУГИХ СРЕД ВО ВТОРОМ ПРИБЛИЖЕНИИ

Заграй Н.П.

ЮФУ, г. Таганрог, Россия

Тел./факс +7 (8634) 371797; E-mail: znp.fep.sfedu@mail.ru

Abstract: *In the present paper the problem of non-linearity of the acoustic wave in the second approximation is considered. The theoretical problem is solved. The article shows the possibility of estimating the nonlinear additions to the magnitude linear terms to due to the nonlinear process.*

Key words: *acoustic wave, non-linear reflection.*

Акустические методы диагностики экологических сред по параметрам отраженных сигналов акустических параметрических антенн становятся основой ряда современных систем экологического мониторинга природных сред методами нелинейной акустики [1]. Теоретической основой таких методов

становится рассмотрение и установление в нелинейном приближении взаимосвязи между параметрами и их изменениями для вторичных акустических полей, генерируемых в среде в результате нелинейного взаимодействия первичных полей волн накачки [2]. При излучении в нелинейно-упругую материальную сплошную среду акустических волн повышенной интенсивности величины прошедших и отраженных полей становятся отличными от случаев малых амплитуд, соответствующих линейной акустике. Расширение граничных условий на второе (нелинейное) приближение в описании акустического поля на границах позволяет определить величины уровней полей отраженных и прошедших и коэффициенты отражения или прохождения в этом приближении [3].

Граничные условия равенства колебательных скоростей V и давлений P , выполняемые в линейном приближении, должны выполняться и в нелинейном (квадратичном) по полю приближении (рис. 1), где $P_{01}^{(1)}$, $P_{01}'^{(1)}$ и $P_{02}^{(1)}$ – соответствующие величины первичного поля накачки, а $P_{01}^{(2)}$, $P_{01}'^{(2)}$ и $P_{02}^{(2)}$ – величины вторичного поля.

В результате следует две системы уравнений граничных условий при $x=0$ в виде:

$$\begin{cases} V_{01}^{(1)} + V_{01}'^{(1)} = V_{02}^{(1)} \\ P_{01}^{(1)} + P_{01}'^{(1)} = P_{02}^{(1)} \end{cases}, \begin{cases} V_{01}^{(2)} + V_{01}'^{(2)} = V_{02}^{(2)} \\ P_{01}^{(2)} + P_{01}'^{(2)} = P_{02}^{(2)} \end{cases}, \quad (1)$$

где первая часть системы соответствует линейному (первому) приближению граничных условий, а следующая – нелинейному (второму) приближению в описании акустических полей.

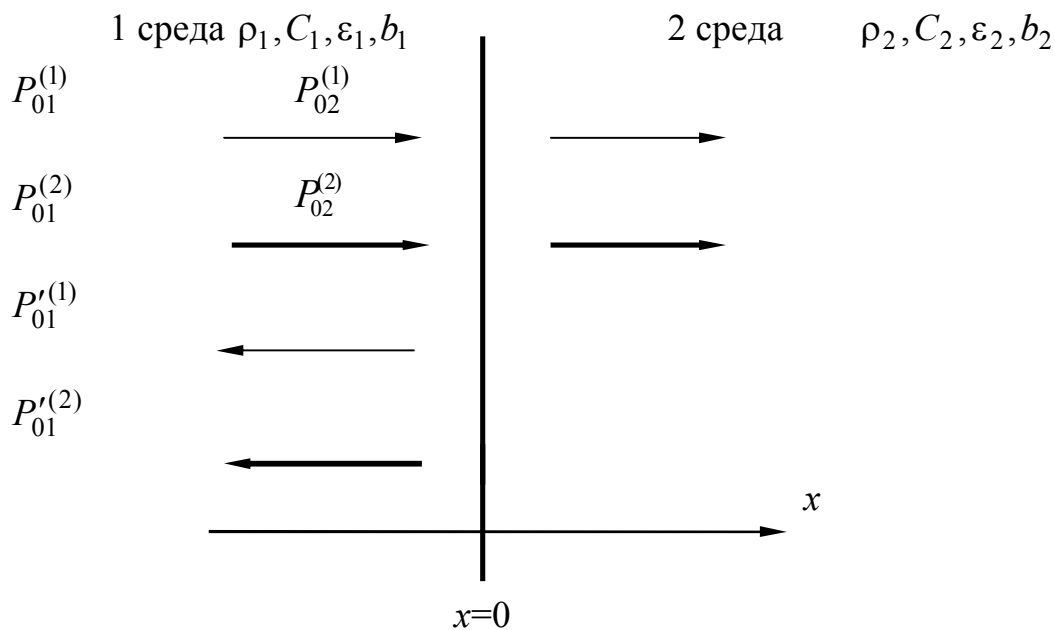


Рис. 1. Отражение и прохождение плоской акустической волны на границе раздела двух сред в нелинейном (втором, квадратичном) приближении

Обозначения для амплитуд величин давлений P используются в зависимости от удобства представления как в виде $P_{01}^{(2)}$, $P_{01}'^{(2)}$ и $P_{02}^{(2)}$, так и $P_{(1)}$, $P_{(1)}'$ и $P_{(2)}$, где индекс в скобках означает соответствующие приближения: первое (1) или второе (2) для каждой из сред – 1 (первой) или 2 (второй). Подобное относится и к величинам колебательной скорости V в акустической волне.

При этом взаимосвязь основных параметров плоской акустической волны (давления P и колебательной скорости V) с учетом нелинейных (ε – параметр квадратичной нелинейности) и диссипативных (b – коэффициент диссипации) свойств упругих механических сред определяется для акустических волн повышенной интенсивности следующим видом уравнений непрерывности и движения во втором (нелинейном) приближении [3]:

$$\frac{\partial \vec{V}_{(2)}}{\partial x} = -\frac{1}{\rho_0 C_0^2} \frac{\partial P_{(2)}}{\partial t} + \frac{\varepsilon}{\rho_0^2 C_0^4} \frac{\partial P_{(1)}^2}{\partial t}, \quad (2)$$

$$\frac{\partial \vec{V}_{(2)}}{\partial t} = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P_{(2)}}{\partial x} + \frac{b}{\rho_0^2 C_0} \frac{\partial^2 P_{(1)}}{\partial x^2}, \quad (3)$$

где ρ_0 – объемная плотность среды; C_0 – скорость распространения акустических волн в среде.

Основой дальнейшего рассмотрения становятся полученные выражения уравнений движения и непрерывности в нелинейном (квадратичном) приближении [3], определяющие связь между основными характерными параметрами акустических волн в этом случае как:

$$V_{i(2)} = \frac{P_{i(2)}}{\rho_{i0} C_{i0}} - \frac{\varepsilon_i}{2\rho_{i0}^2 C_{i0}^3} [P_{i(1)}]^2 - \frac{b_i}{\rho_{i0}^2 C_{i0}^2} \cdot \frac{\partial P_{i(1)}}{\partial x_i}, \quad (4)$$

$$P_{i(2)} = \rho_{i0} C_{i0} V_{i(2)} + \frac{\rho_{i0}}{2} \cdot \varepsilon_i \cdot V_{i(1)}^2 - \frac{b_i}{2C_{i0}} \cdot \frac{\partial V_{i(1)}}{\partial t}, \quad (5)$$

где индекс i соответствует номеру каждой из контактирующих сред.

При этом реализуя граничные условия равенства на границе раздела двух упругих материальных сред давлений и колебательных скоростей (в общем случае: упругих смещений, колебательных скоростей и колебательных ускорений) и вследствие закона непрерывности (сплошности) среды и из уравнений движения следует, что в линейном случае отношение градиентов давлений по обе стороны границы равны отношению их объемных плотностей контактирующих сред [4].

В нелинейном приближении для этого случая с учетом соотношений (2–5) будет:

$$\frac{\left(\frac{\partial P_1^{(2)}}{\partial x}\right)}{\left(\frac{\partial P_2^{(2)}}{\partial x}\right)} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \cdot \frac{\left[1 + \frac{b_2}{\rho_{02}C_{02}} \cdot \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial P_2^{(1)}}{\partial x}\right)\right]}{\left[1 + \frac{b_1}{\rho_{01}C_{01}} \cdot \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial P_1^{(1)}}{\partial x}\right)\right]}, \quad (6)$$

где отношение градиентов давлений акустических полей по обе стороны границы раздела помимо отношения объемных плотностей контактирующих сред содержит амплитудно-зависимые от величин давления первичного поля накачки $P_1^{(1)}$ и $P_2^{(1)}$ по обе стороны границы добавки, определяемые не только упругими ($\rho_{01}C_{01}$, $\rho_{02}C_{02}$) и диссипативными (b_1 , b_2) свойствами контактирующих сред, но и отношениями изменений градиентов давлений первичных полей $\left(\frac{\partial P_1^{(1)}}{\partial x}\right)$, $\left(\frac{\partial P_2^{(1)}}{\partial x}\right)$ к соответствующим градиентам генерируемых вторичных полей $\left(\frac{\partial P_1^{(2)}}{\partial x}\right)$, $\left(\frac{\partial P_2^{(2)}}{\partial x}\right)$ по обе стороны границы раздела сред.

Таким образом, как следует из вышеприведенных выражений и соотношений (2–6), при повышенных уровнях излучения акустического поля в материальных механических упругих средах в случае акустических параметрических антенн возникает необходимость определения вблизи границы раздела двух сред помимо первичного поля накачки вторичных полей: отраженных и прошедших, генерируемых при нелинейном взаимодействии [3].

Рассмотрим поэтапно влияние как нелинейных, так и диссипативных вкладов в основных соотношениях, определяющих акустические поля во втором приближении в первой и второй средах при наличии границы раздела. При учете влияния только нелинейных эффектов в выражении (4) для колебательной скорости следует соотношение в виде:

$$V_{i(2)} = \frac{P_{i(2)}}{\rho_{i0}C_{i0}} - \frac{\varepsilon_i}{2\rho_{i0}^2C_{i0}^3} [P_{i(1)}]^2. \quad (7)$$

Подставляя (7) в (1) с учетом параметров первой и второй сред, получим систему из уравнений относительно акустических давлений в падающей, отраженной и прошедшей волнах:

$$\begin{cases} \frac{P_{01(2)}}{\rho_{01}C_{01}} - \frac{\varepsilon_1}{\rho_{01}^2C_{01}^3} [P_{01(1)}]^2 - \frac{P'_{01(2)}}{\rho_{01}C_{01}} + \frac{\varepsilon_1}{\rho_{01}^2C_{01}^3} [P'_{01(1)}]^2 = \frac{P_{02(2)}}{\rho_{02}C_{02}} - \frac{\varepsilon_2}{\rho_{02}^2C_{02}^3} [P_{02(1)}]^2; \\ P_{01(2)} + P'_{01(2)} = P_{02(2)}. \end{cases} \quad (8)$$

Первое уравнение системы (8) решается относительно звукового давления в отраженной волне, представленного через этот параметр акустического поля

$$\begin{aligned} & \frac{P_{01(2)}}{\rho_{01} \cdot C_{01}} - \frac{\varepsilon_1}{\rho_{01}^2 \cdot C_{01}^3} \cdot [P_{01(1)}]^2 - \frac{P_{01(1)}^2}{\rho_{01} \cdot C_{01}} + \frac{\varepsilon_1}{\rho_{01}^2 \cdot C_{01}^3} \cdot [P'_{01(1)}]^2 = \\ & = P'_{01(2)} \cdot \frac{1}{\rho_{02} \cdot C_{02}} - \frac{\varepsilon_2}{\rho_{02}^2 \cdot C_{02}^3} \cdot \left(\frac{\frac{2\rho_{02} \cdot C_{02}}{\rho_{01} \cdot C_{01}}}{\frac{\rho_{02} \cdot C_{02}}{\rho_{01} \cdot C_{01}} + 1} \right)^2 \cdot [P_{01(1)}]^2. \end{aligned} \quad (9)$$

Это выражение относительно звукового давления во втором приближении, получается

$$\begin{aligned} & \frac{P_{01(2)}}{\rho_{01}C_{01}} - \frac{P_{01(2)}}{\rho_{02}C_{02}} - \frac{P'_{01(2)}}{\rho_{01}C_{01}} - \frac{P'_{01(2)}}{\rho_{02}C_{02}} = \\ & = \frac{\varepsilon_1}{\rho_{01}^2C_{01}^3} [P_{01(1)}]^2 - \frac{\varepsilon_1}{\rho_{02}^2C_{02}^3} \left(\frac{a-1}{a+1} \right)^2 [P_{01(1)}]^2 - \frac{\varepsilon_2}{\rho_{02}^2C_{02}^3} \left(\frac{2a}{a+1} \right)^2 [P_{01(1)}]^2, \end{aligned} \quad (10)$$

где $a = z_2 / z_1$ – относительное волновое сопротивление, равное отношению волнового сопротивления второй среды к волновому сопротивлению первой.

Проведя преобразования в полученном выражении (10) и используя формулы Френеля для коэффициентов отражения (КО) и коэффициентов прохождения (КП) в первом приближении по звуковому давлению [4], получаем выражение для звукового давления в отраженной волне во втором приближении

$$P'_{01(2)} = r_P^{(1)} P_{01}^{(2)} - [P_{01}^{(1)}]^2 \frac{2a}{a+1} \cdot \frac{\varepsilon_1}{\rho_{01}C_{01}^2} \left\{ \left[1 - \left(r_P^{(1)} \right)^2 \right] - \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} \cdot \frac{\rho_{01}^2C_{01}^3}{\rho_{02}^2C_{02}^3} \left(t_P^{(1)} \right)^2 \right\}. \quad (11)$$

В выражении (11) содержится полученная функциональная зависимость уровня давления в отраженной звуковой волне как от параметров первой и

второй сред, так и от квадрата звукового давления в падающей волне в первом приближении (т.е. поля волны накачки) и от величины давления волне во втором приближении, т.е. с учетом нелинейного взаимодействия.

Преобразуя полученное соотношение, получаем выражения КО по давлению в акустической волне во втором приближении:

$$r_P^{(2)} = \frac{P_{01}'^{(2)}}{P_{01}^{(2)}} = r_P^{(1)} - \frac{\varepsilon_1}{C_{01}Z_1} \cdot \left[1 - \frac{\varepsilon_2/C_2 \cdot Z_2}{\varepsilon_1/C_1 \cdot Z_1} \right] \cdot \frac{(t_P^{(1)})^2}{1 + Z_2/Z_1} \cdot \frac{[P_{01}^{(1)}]^2}{P_{01}^{(2)}}. \quad (12)$$

Давление в падающей волне $P_{01}^{(1)}$ можно представить как сумму давлений, т.е.

$$P_{01}^{(1)} + P_{01}^{(1)} = 2P_{01}^{(1)}. \quad (13)$$

Отсюда следует идентичность амплитуд волн поля накачки, результатом нелинейного взаимодействия которых будут являться волны вторичных полей с амплитудами $P_{01}^{(2)}$ и комбинационными частотами относительно первичного поля излучения. Предполагается, что волны накачки почти полностью затухают в пределах этой зоны, а затухание волны с частотой F незначительно (модель Вестервельта).

Для $f_{cp}=738,5$ кГц, $a=0,03$ м, $\alpha/f^2 = 24,2 \cdot 10^{-15}$ [1/м] оценка звукового давления:

$$P_{01}^{(2)} = \frac{\varepsilon_1 \Omega^2 S \cdot l_\alpha}{8\pi \cdot x \cdot \rho_{01} C_{01}^2} \cdot [P_{01}^{(1)}]^2 \cdot \left[1 + (K \cdot l_\alpha)^2 \cdot \sin^4 \frac{\Theta}{2} \right]^{-\frac{1}{2}}, \quad (14)$$

где ε_1 – параметр квадратичной (четной) нелинейности среды распространения и взаимодействия волн накачки; $\Omega = 2\pi \cdot F_-$ – циклическая разностная частота; $S = \pi \cdot d^2/4$ – площадь поверхности излучателя; d – диаметр излучателя; l_α – длина зоны затухания первичных волн, определяемая как среднее $l_\alpha = 2/(\alpha_1 + \alpha_2)$, где α_1, α_2 – коэффициенты затухания для волн накачки с частотами f_1 и f_2 соответственно; x – текущая координата; ρ_{01}, C_{01} – плотность и скорость в среде распространения и взаимодействия волн накачки; $K = 2\pi/\Lambda$ – волновое число ВРЧ; Λ – длина волны с частотой F_- ; $\sin \frac{\Theta}{4} \approx 0,4 \cdot \sqrt{\frac{\Lambda}{l_\alpha}}$.

Подставляя в полученное решение (12) выражение (13) и (14), получаем выражение описания коэффициента отражения во втором приближении как:

$$r_P^{(2)} = r_P^{(1)} - \frac{32\pi(t_P^{(1)})^2}{1 + \frac{Z_2}{Z_1}} \left[1 - \frac{\varepsilon_2 / C_{02}}{\varepsilon_{12} / C_{01}} \frac{Z_2}{Z_1} \right] \frac{x Z_1 C_{01}^3}{\Omega^2 S l_\alpha} \left[1 + (K l_\alpha)^2 \left(0,4 \sqrt{\frac{\Lambda}{l_\alpha}} \right)^4 \right]^{\frac{1}{2}}. \quad (15)$$

Решение (15) в таком виде пригодно для описания физического процесса отражения, проведения численных расчетов и их анализа. Оно содержит функциональную зависимость КО от расстояния до границы раздела, амплитуды исходных волн и позволяет установить зависимость $r_P^{(2)}$ от этих параметров, что является новым в известных формулах Френеля.

Список литературы: 1. Зарембо Л.К., Красильников В.А. Введение в нелинейную акустику. – М.: Наука, 1966. – 519 с. 2. Руденко О.В., Солуян С.И. Теоретические основы нелинейной акустики. – М.: Наука, ГРФМЛ, 1975. – 288 с. 3. Заграй Н.П. Нелинейные взаимодействия в слоистых и неоднородных средах // Под редакцией академика АЕН РФ В.И.Тимошенко. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1998. – 433 с. 4. Лепендин Л.Ф. Акустика. – М.: Высшая школа, 1978. – 448 с.

УДК 621.01

СИНТЕЗ РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Захарченко А.Д.

ИТА ЮФУ, г. Таганрог, Россия

Тел. + 7 (8634) 371622; E-mail: mkk@egf.tsure.ru

Abstract: In job the results of mathematical and computer modeling of job of flat lever mechanisms on examples of crank-slider and crank-beam mechanisms are submitted. The settlement dependences, program and interfaces of the application, namely diagrams of moving and plans of speeds constructed by results of account are resulted. The analysis of definition of optimum geometrical parameters of the crank-beam mechanism is given.

Key words: cynematics of machines; dynamics of machines; modeling of job of mechanisms; the crank-slider mechanism; the crank-beam mechanism; the software.

Одной из важнейших проблем теории механизмов и машин является изучение структуры, кинематики и динамики машин, их анализа и синтеза.

Моделирование кинематических и динамических характеристик механизмов является актуальной задачей для решения этой проблемы.

В учебном процессе моделирование работы механизмов дает возможность студенту увидеть на мониторе и понять взаимодействие звеньев механизма и работу его в целом. Для проектировщиков моделирование позволяет определить, насколько эффективно будет функционировать проектируемая машина в реальных условиях, они получают возможность рассмотреть и проанализировать большое количество вариантов изделий с различными параметрами, чтобы выбрать наиболее оптимальный вариант.

В данной работе рассматривается аналитический способ исследования механизмов с низшими парами (рычажные механизмы) с последующим программированием и компьютерным моделированием их работы. Этот способ можно назвать ещё координатным, когда за аргумент принимают время или обобщенную координату механизма (например, угол поворота ведущего или ведомого звена) и, придавая ему различные значения, вычисляют соответствующие значения функций положения и их производных. Базой для составления кинематических уравнений в координатной форме является векторная модель механизма или метод замкнутых контуров, предложенный в 1934 г. академиком Н.Г. Бруевичем и детально разработанный профессором В.А.Зиновьевым.

Кривошипно-ползунный механизм. Кривошипно-ползунный или кривошипно-шатунный механизм представляет собой плоскую кинематическую цепь, состоящую из низших кинематических пар пятого класса: трех вращательных и одной поступательной. Степень подвижности механизма равна единице, т.е. механизм имеет одно ведущее звено.

Исходная схема кривошипно-шатунного механизма приведена на рис. 1.

Векторная модель совмещена с кинематической схемой механизма и позволяет записать уравнение векторного контура ABE

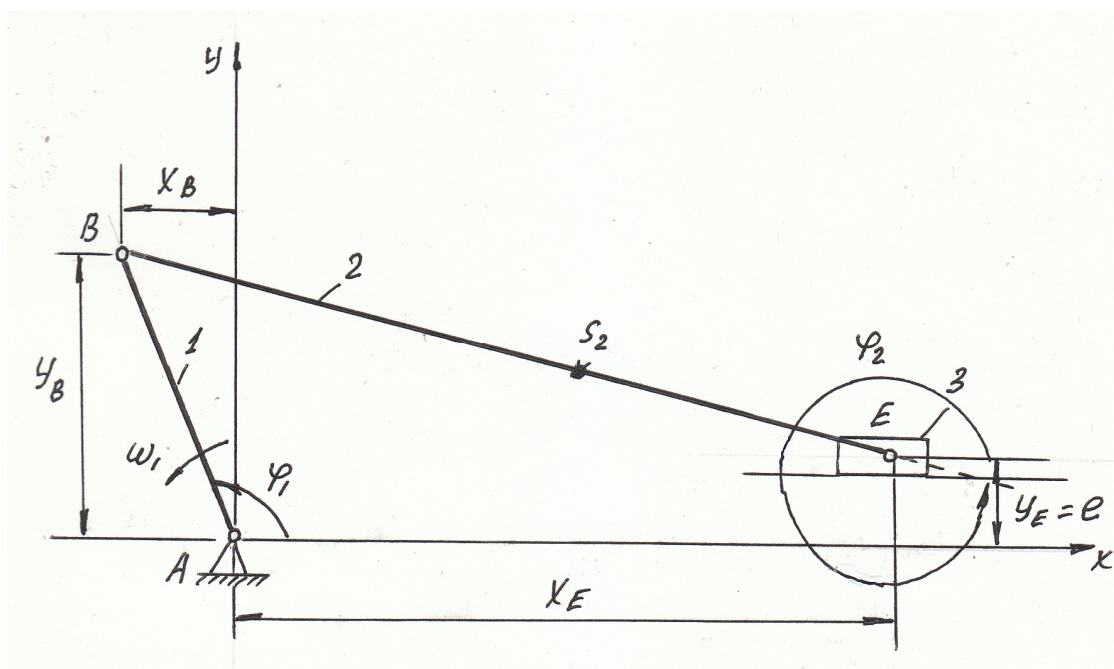


Рис. 1. Расчетная схема кривошипно-ползунного механизма

$$\bar{l}_1 + \bar{l}_2 - y_E \cdot \bar{j} - x_E \cdot \bar{i} = 0.$$

Проецируя его на координатные оси, получаем уравнения движения для рабочего звена – ползуна E :

$$\begin{aligned} x_E &= l_1 \cos \varphi_1 + l_2 \cos \varphi_2; \\ y_E &= l_1 \sin \varphi_1 + l_2 \sin \varphi_2 = e. \end{aligned}$$

Для получения уравнений скорости дифференцируем по времени эти уравнения

$$\begin{aligned} \dot{x}_E &= -\dot{\varphi}_1 \cdot l_1 \sin \varphi_1 - \dot{\varphi}_2 \cdot l_2 \sin \varphi_2; \\ \dot{y}_E &= \dot{\varphi}_1 \cdot l_1 \cos \varphi_1 + \dot{\varphi}_2 \cdot l_2 \cos \varphi_2 = 0. \end{aligned}$$

На основе приведенной математической модели была реализована программа, интерфейс которой представлен на рис. 2.

Данное программное обеспечение (ПО) имеет достаточно гибкую структуру, дающую возможность для дальнейшего его усовершенствования, а именно добавления новых параметров механизма, введение дополнительных сил на элементы цепи.

Разрабатывалось данное ПО в интегрированной среде разработки Microsoft Visual Studio 2010 на объектно-ориентированном языке программирования C#. Для постройки наглядного приложения была использована система Windows Presentation Foundation (WPF).

У пользователя также есть возможность просмотреть графики изменения движения, скорости и ускорения ползуна, для этого необходимо выполнить щелчок на кнопке показать графики, после чего перед ним появятся вышеописанные графики. Также у пользователя есть возможность их анализировать, для этого достаточно перемещать курсор мыши к интересующей пользователя точке графика, а в верхней части он увидит положение, скорость и ускорение в этой точке.

Кривошипно-коромысловый механизм. Шарнирный четырехзвенник или кривошипно-коромысловый механизм представляет собой кинематическую цепь, составленную из низших вращательных кинематических пар пятого класса, степень подвижности механизма равна единице, т.е. механизм имеет одно ведущее звено.

Расчетная схема шарнирного четырехзвенника приведена на рис. 3.

Найдем координаты точки C ведомого звена через безразмерные координаты $l=l_1/l_2$:

$$\begin{aligned} x_C &= l_1 \left(\cos \varphi_1 + \frac{1}{\lambda} \cos \varphi_2 \right); \\ y_C &= l_1 \left(\sin \varphi_1 + \frac{1}{\lambda} \sin \varphi_2 \right). \end{aligned}$$

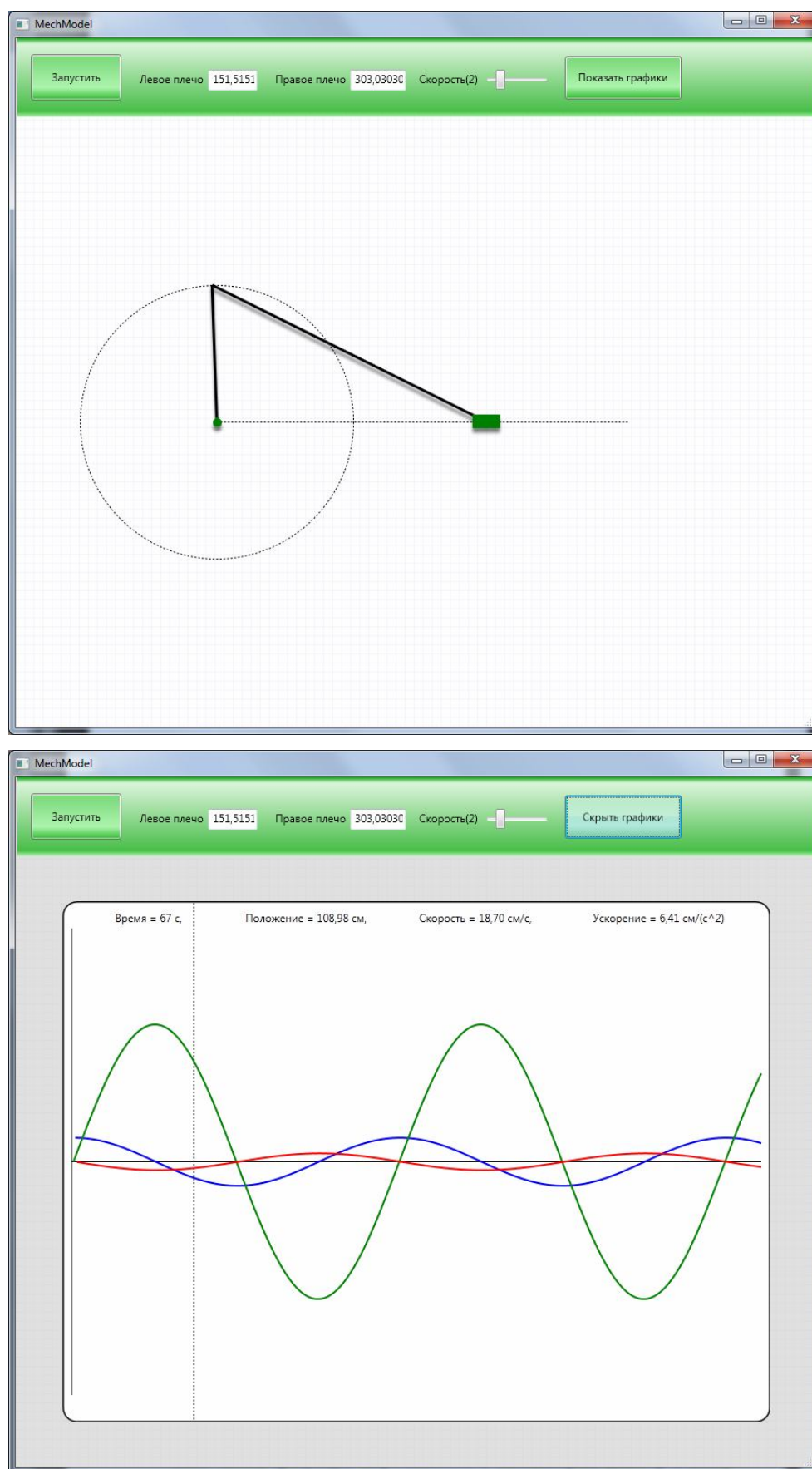


Рис. 2. «Интерфейс приложения» –
графики перемещений, скоростей и ускорений

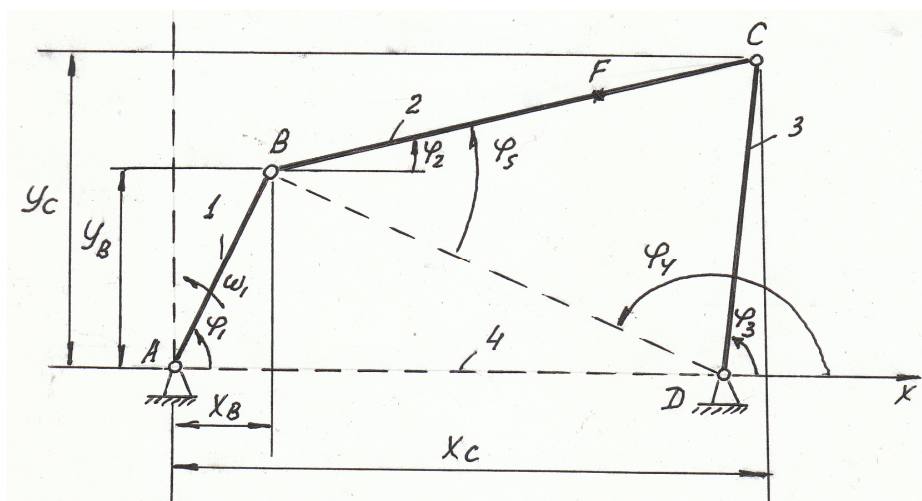


Рис. 3. Расчетная схема шарнирного четырехзвенника

Угловые скорости звеньев и линейные скорости точек механизма определяются как

$$x'_C = \frac{dx_C}{d\varphi_1} = \frac{d}{d\varphi_1}(l_4 + l_3 \cos \varphi_3);$$

$$y'_C = \frac{dy_C}{d\varphi_1} = \frac{d}{d\varphi_1}(l_3 \sin \varphi_3).$$

Аналогично определяются ускорения точек

$$x''_C = -l_3(\cos \varphi_3 (\varphi'_3)^2 + \sin \varphi_3 \cdot \varphi''_3);$$

$$y''_C = -l_3(\sin \varphi_3 (\varphi'_3)^2 - \cos \varphi_3 \cdot \varphi''_3).$$

Компьютерное моделирование четырехшарнирного механизма выполнялось с помощью приведенного выше программного обеспечения.

На рис. 4 приведен интерфейс приложения, а именно план положения механизма и план скоростей для одного из вариантов геометрических размеров механизма и кинематических данных.

Литература: 1. Теория механизмов и машин: Учебник для втузов. К.В. Фролов, С.А. Попов, А.К. Мусатов и др. Под ред. К.В.Фролова. М.: Высшая школа, 2003. – 496 с. 2. Теория механизмов: Учебное пособие для втузов. Под ред. В.А. Гавриленко. – М.: Высшая школа, 1973. – 511 с. 3. Попов С.А., Тимофеев Г.А. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин: Учебное пособие для втузов / Под ред. К.В.Фролова. – М.: Высшая школа, 1999. – 351 с.

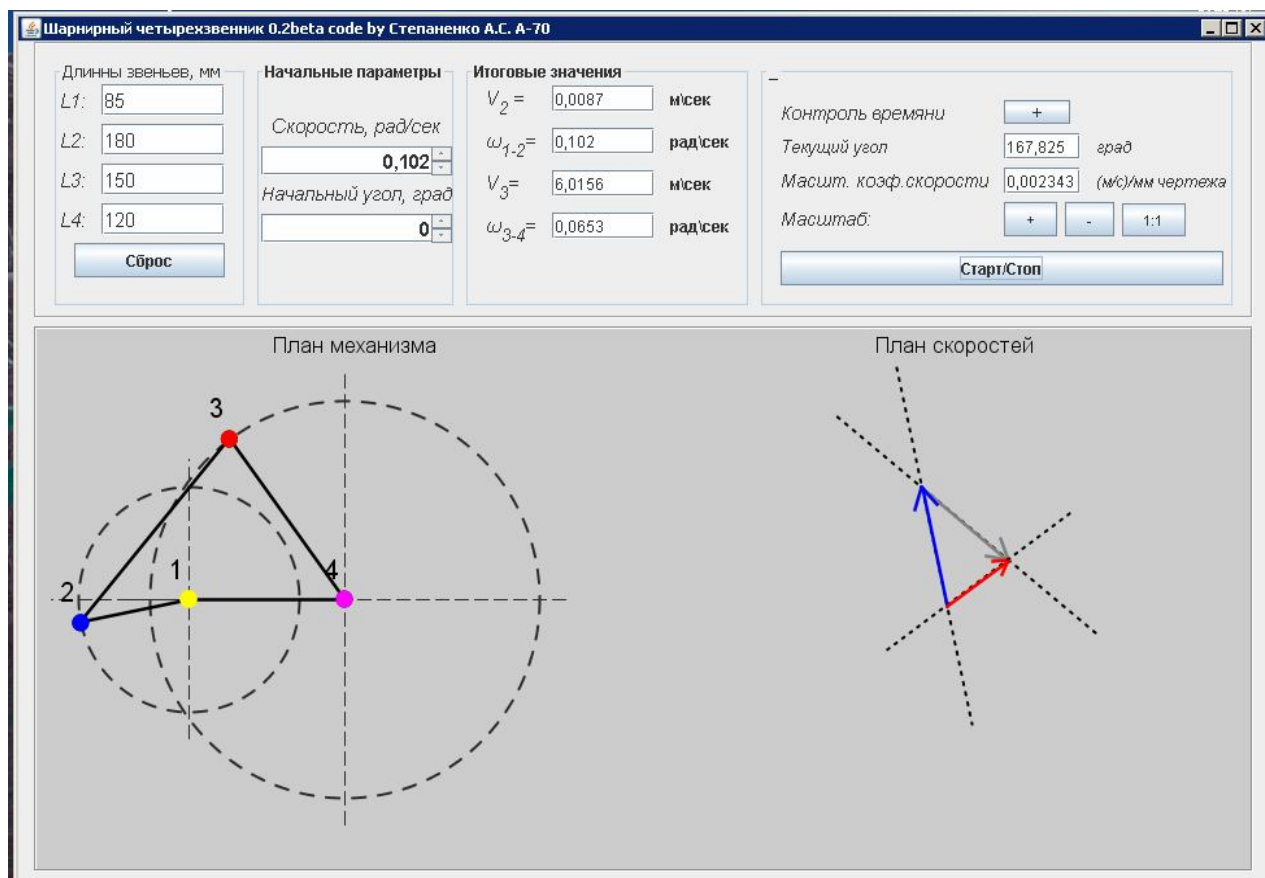


Рис. 4. «Интерфейс приложения». План положения механизма и план скоростей

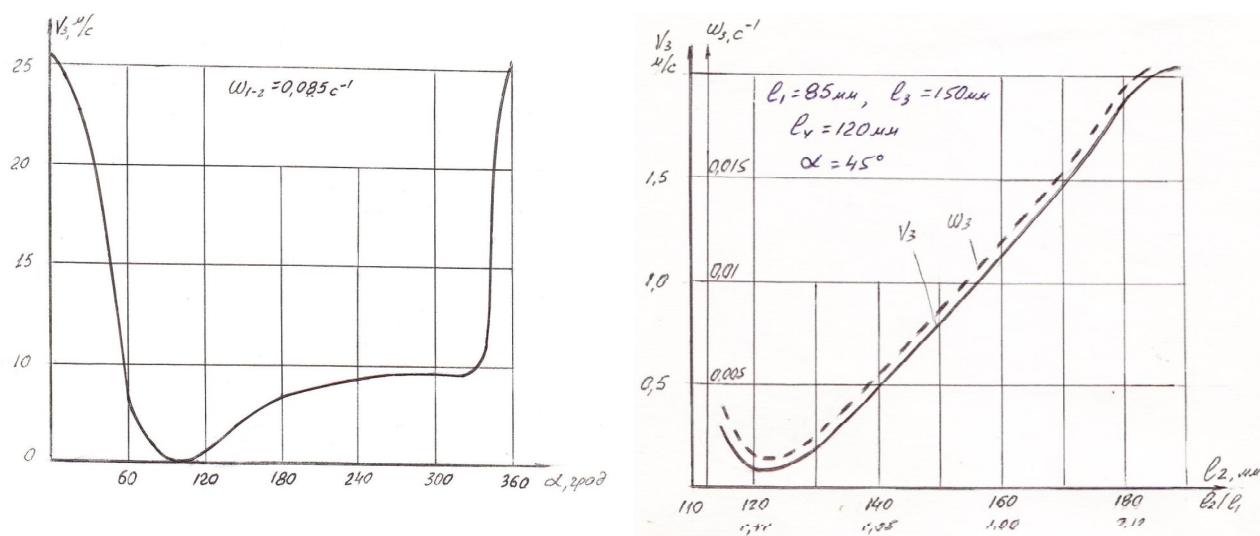


Рис. 5. Влияние параметров шарнирного механизма на скорость точки выходного звена

СОЗДАНИЕ УСТРОЙСТВА, ПОДОБНОГО СЛУХОВОМУ АППАРАТУ КОШКИ

Зеленова Н.А., Паслен В.В.

ДонНТУ, г. Донецк, Украина

Тел.: +38 (066) 1228053; E-mail: nelia.green@yandex.ua

Abstract: *What hears a cat, and what people can not hear. And is it possible for a person to create a device like a hearing aid cats.*

This article is about the acoustic part of such a device.

Key words: *Hearing aid cats, horn antenna, hearing, acoustic, simulation*

В процессе освоения космического пространства человек создал множество устройств, позволяющих исследовать эти безмерные просторы без его непосредственного участия. Отчасти это объясняется высокой стоимостью устройств жизнеобеспечения.

Часть изобретений человечества заимствована у совершенного мира природы. В последнее десятилетие бионика получила новый импульс к развитию, поскольку современные технологии позволяют копировать миниатюрные природные конструкции с небывалой ранее точностью. Бионика наших дней тесно связана с разработкой новых материалов, копирующих природные аналоги, робототехникой и искусственными органами.

Самые обыкновенные животные и растения подарили нам уникальные технические решения, в том числе и в освоении космических просторов. Например, известная всем застежка-липучка применяется для крепления оборудования во внутренних помещениях космических станций. Для покрытия оптических компакт-дисков используется материал, подобный светопоглощающей мембране на поверхности фасеточных глаз моли.

Современные космические аппараты оснащены множеством датчиков – оптических, вибрационных, гироскопических, инфракрасных и других. В этом далеко не полном перечне отсутствуют акустические устройства. Это не удивительно – в безвоздушном пространстве распространение звука невозможно из-за отсутствия упругой среды. Но там, где существуют соответствующие условия, а именно на планетах даже с минимальной атмосферой, использование акустических датчиков возможно. Такое оборудование позволит составить более полную картину среды, окружающую исследовательскую станцию на поверхности планеты.

Бионика дает нам почти готовое решение проблемы создания высокочувствительного и надежного, проверенного миллионами лет акустического устройства.

Давайте обратим внимание на непримечательное животное – кошку, которую мы видим каждый день. Это маленький разносторонний хищник,

обладающий очень тонкими органами чувств. С точки зрения бионики кошка – бесценный объект для исследований.

С точки зрения звука. Конечно, наиболее интересным является орган слуха кошки, который будет рассмотрен подробнее.

Итак, орган слуха кошки подразделяется на наружное, среднее и внутреннее ухо.

Наружное ухо представляет собой хрящевую пластинку в форме ладьи, покрытую с обеих сторон кожей, складки которой являются резонаторами. Оно соединяется со средним ухом слуховым проходом, который с противоположной стороны заканчивается барабанной перепонкой. Наружное ухо настраивается на источник звука рефлекторно, на уровне врожденных инстинктов.

Среднее ухо состоит из трех слуховых косточек (молоточка, наковальни и стремечка) и похоже на барабан с двумя перепонками. Колебания с одной перепонки передаются на другую через косточки и поступают во внутреннее ухо, в котором расположены чувствительные рецепторы.

Устройство внутреннего уха позволяет усиливать вибрации среднего уха и передавать их на нервные окончания.

Кошки способны направлять ушные раковины на разные источники звука одновременно. Этими движениями управляют 27 мышц, обеспечивающих поворот почти на 180°.

Давайте рассмотрим некоторые аспекты кошачьего слухового аппарата с использованием принципов бионики.

Итак, внешнее ухо кошки с точки зрения антенной техники – рупорная антенна.

Среднее ухо является своеобразной резонаторной и усилительной камерой, фильтрующей звуки по высоте, частоте и громкости, отсеивающее паразитные шумы (шум ветра, шуршание листвы, другие).

Внутреннее ухо усиливает поступающие разделенные звуки и передает их датчикам для идентификации. Компьютер, в который поступают отфильтрованные шумы из внутреннего уха, непрерывно создает окружающую объемную акустическую картину. Ее большей точности будет способствовать подключение высокочувствительных датчиков «сейсмического слуха».

Таким образом, созданное приемное устройство, управляемое сервоприводами, будет способно выбирать оптимальные направления на различные источники звука, прослушивать окружающее пространство, создавать его целостную и динамическую акустическую картину.

Для работы в этой области и упрощения задачи создания подобного устройства была приобретена детская игрушка – прослушивающее устройство (рис. 1). Представляет из себя микрофон, который помещен в фокус рупорной акустической антенны, усилитель и низкоомный динамик. Питание устройства от батарейки LR-44, напряжением 1,5 В.

Наибольший интерес в данный момент представляет сама рупорная акустическая антенна. Очевидно, что есть необходимость изучения свойств акустических рупоров.

Для этого обратимся к источникам [2], которые подробно рассматривают рупоры в акустике.

Под термином «рупор» понимают трубу постепенно возрастающего сечения.

Одной из простейших форм рупора, применявшейся ещё задолго до того времени, когда вопросы теории звука получили достаточно полную разработку, является коническая. Конический рупор представляет собой трубу, сечение которой возрастает по закону $S(x)=\text{const}\cdot x^2$; в коническом рупоре амплитуда колебаний обратно пропорциональна расстоянию. Отсюда следует, что конический рупор не улучшает режима излучения (точнее – не меняет соотношения между активным и реактивным сопротивлениями нагруженного на рупор излучателя по сравнению с излучением в неограниченно простирающуюся среду).

Даваемый коническим рупором эффект сводится лишь к обеспечению осевой концентрации излучения. Таким образом, рупор конической формы не даёт тех преимуществ, которые можно, вообще говоря, получить за счёт нагрузки излучателя на рупор.

Приёмный рупор из теории рупоров.

В технической акустике рупоры применяются в качестве звукоприёмных устройств, собирающих звуковую энергию и, следовательно, обладающих способностью усиливать звук.

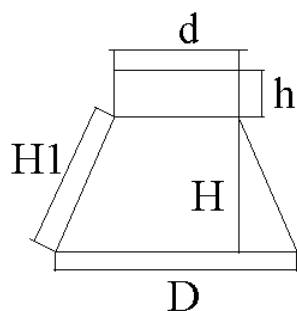
Таково, например, применение рупоров в звукоулавливателях, используемых в противовоздушной обороне для акустической пеленгации самолётов противника.

Действие звукоприёмного рупора оценивается величиной коэффициента усиления, определяемого как отношение звукового давления p' , действующего на диафрагму в горле рупора, к звуковому давлению p возле диафрагмы в отсутствии рупора:

$$K = \frac{p'}{p}.$$



Рис. 1. Внешний вид «подслушивающего устройства»



$d=1$ см; $D=2,8$ см;
 $h=0,4$ см; $H1=1,5$ см

Рис. 2. Внешний вид
и размеры рупора

В области самых низких частот, где длина волны велика по сравнению с размерами рупора, K стремится к единице для рупоров любой формы. Таким образом, в этой области частот приёмный рупор уже не усиливает звука.

Итак, у нас имеется конический рупор. Его внешний вид с обозначением размеров представлен на рис. 2.

Для дальнейших вычислений необходимо значение H . С помощью простых геометрических расчетов в итоге $H=1,2$ см.

Для расчета свойств рупора была использована программа HornResp (<http://www.hornresp.net/>), которая имеется в свободном доступе в ресурсах

сети Интернет. С помощью данной программы можно определить: акустический импеданс, SPL (отдачу), электрический импеданс, смещение диффузора, ФЧХ, ГЗ (групповая задержка), диаграмму направленности для конечных и бесконечных (идеальных) рупоров.

В программе можно выбрать минимум 2 сегмента рупора. Т.о., выбираем минимальное значение. Данные, необходимые для расчета связаны с геометрическими размерами рупора.

Напряжение, обозначенное в программе как E_g , измерено ранее на устройстве и составляет для микрофона 0,35 В, примем его действительным для расчетов.

Результаты моделирования

На рис. 3 принципиальная схема громкоговорителя. Считается осесимметричным. Можно перемещать указатель мыши и увидеть составные части и их масштаб.

На рис. 4 представлен график зависимости силы звука от частоты.

Программа рассчитывает также и другие параметры, в данном случае они нам не интересны.

В этой программе также можно производить симуляцию излучения.

Принцип таков – зеленым цветом обозначена волна, которая излучается, красным – волна отраженная, которая снова приходит в антенну.

Результаты представлены на рис. 5.

Фазо-частотная характеристика представлена на рис. 6.

Импульсная спектрограмма представлена на рис. 7.

Следующий этап работы – проверка работоспособности полученной акустической системы на практике, снятие диаграммы направленности, разработка алгоритма работы устройства, механизация его подвижных частей.

Список литературы: 1. Акустика: Справочник / А.П. Ефимов, А.В. Никонов, М.А. Сапожков, В.И. Шоров; под ред. М.А. Сапожкова. – 2-е изд.,

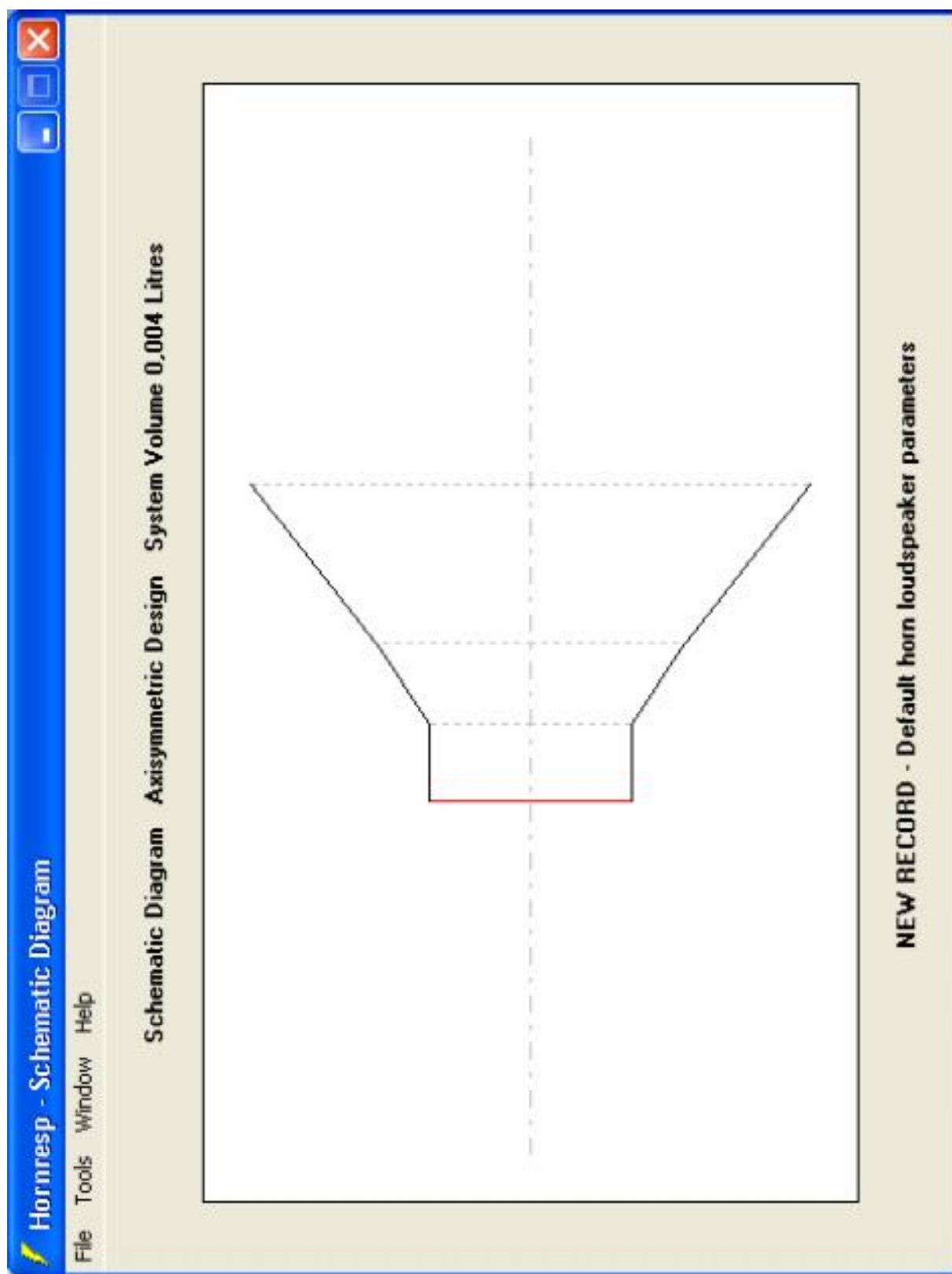


Рис. 3. Принципиальная схема громкоговорителя

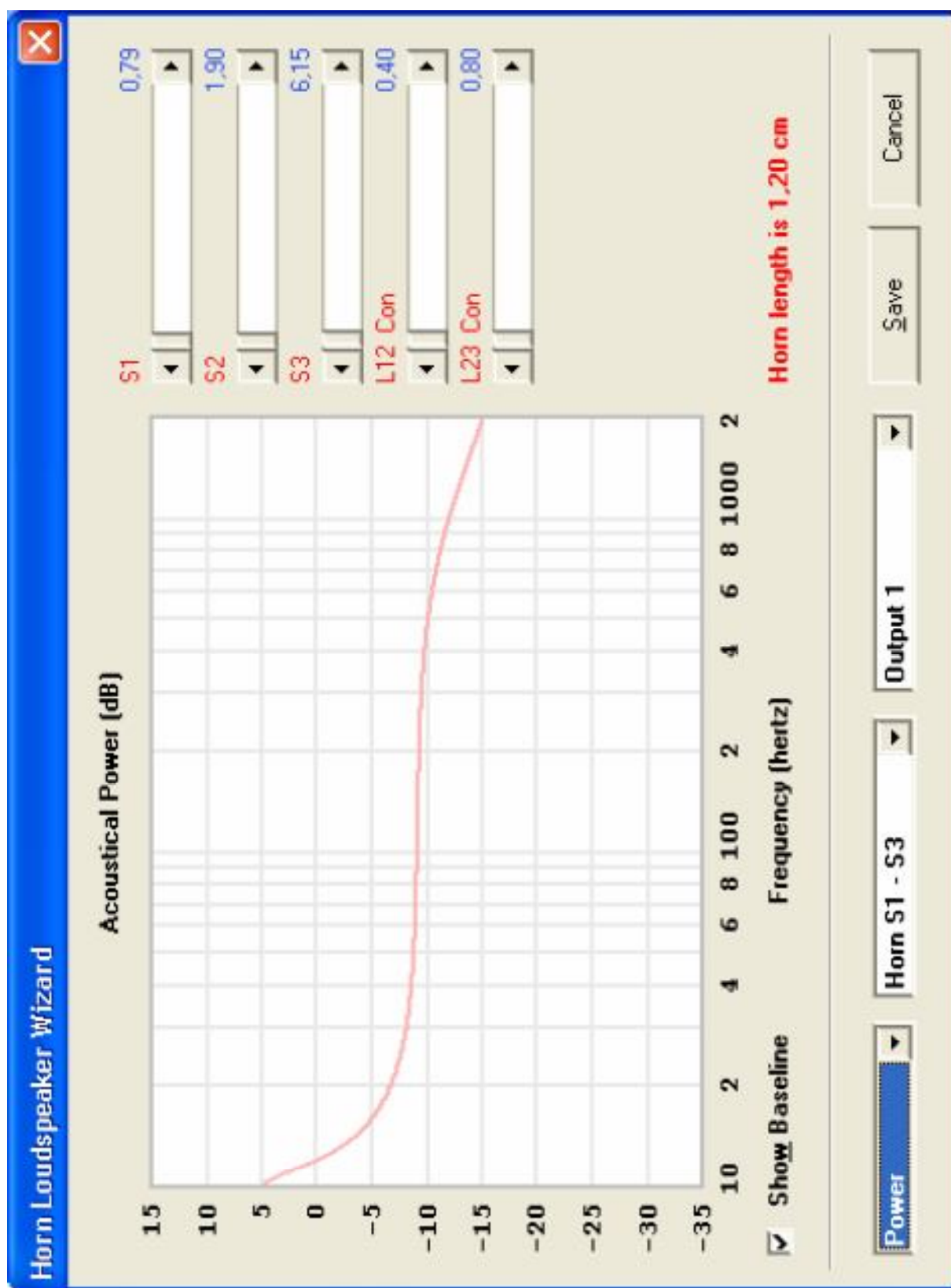


Рис. 4. График зависимости силы звука от частоты

перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1989. – 336 с.: ил. **2.** Электроакустика. В.В. Фурдуев. – М.: ОГИЗ Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1948. – 517 с.: ил. **3.** Курс электроакустики. Ч. 2. Звукофикация. И.Г. Дрезден. – М.: Связьиздат, 1940. – 291 с.: ил. **4.** <http://refdb.ru/look/1399813-pall.html>. **5.** <http://www.hornresp.net/> **6.** <http://www.tornadoacoustics.ru/forum/19-376-1>.

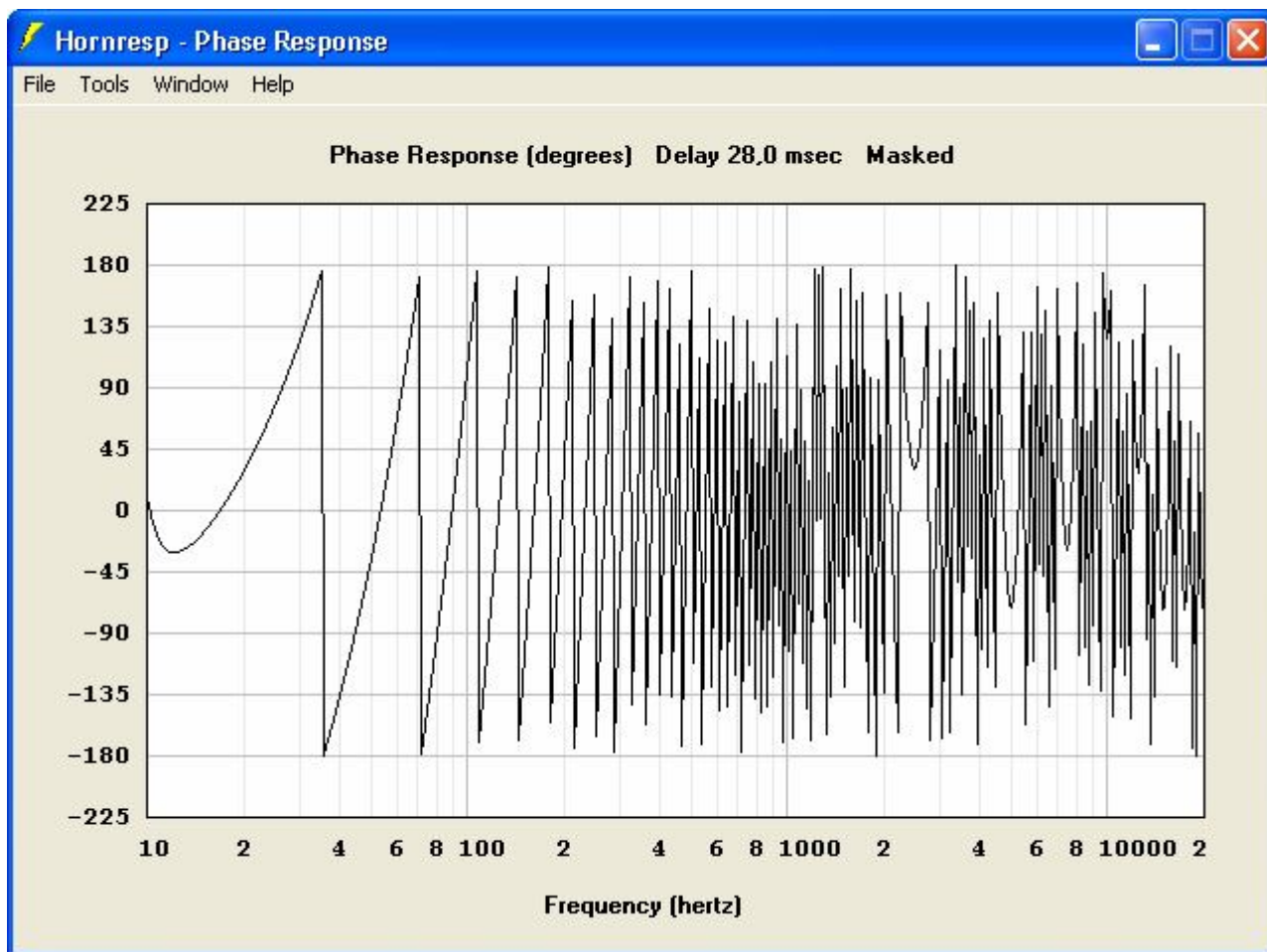


Рис. 6. Фазо-частотная характеристика

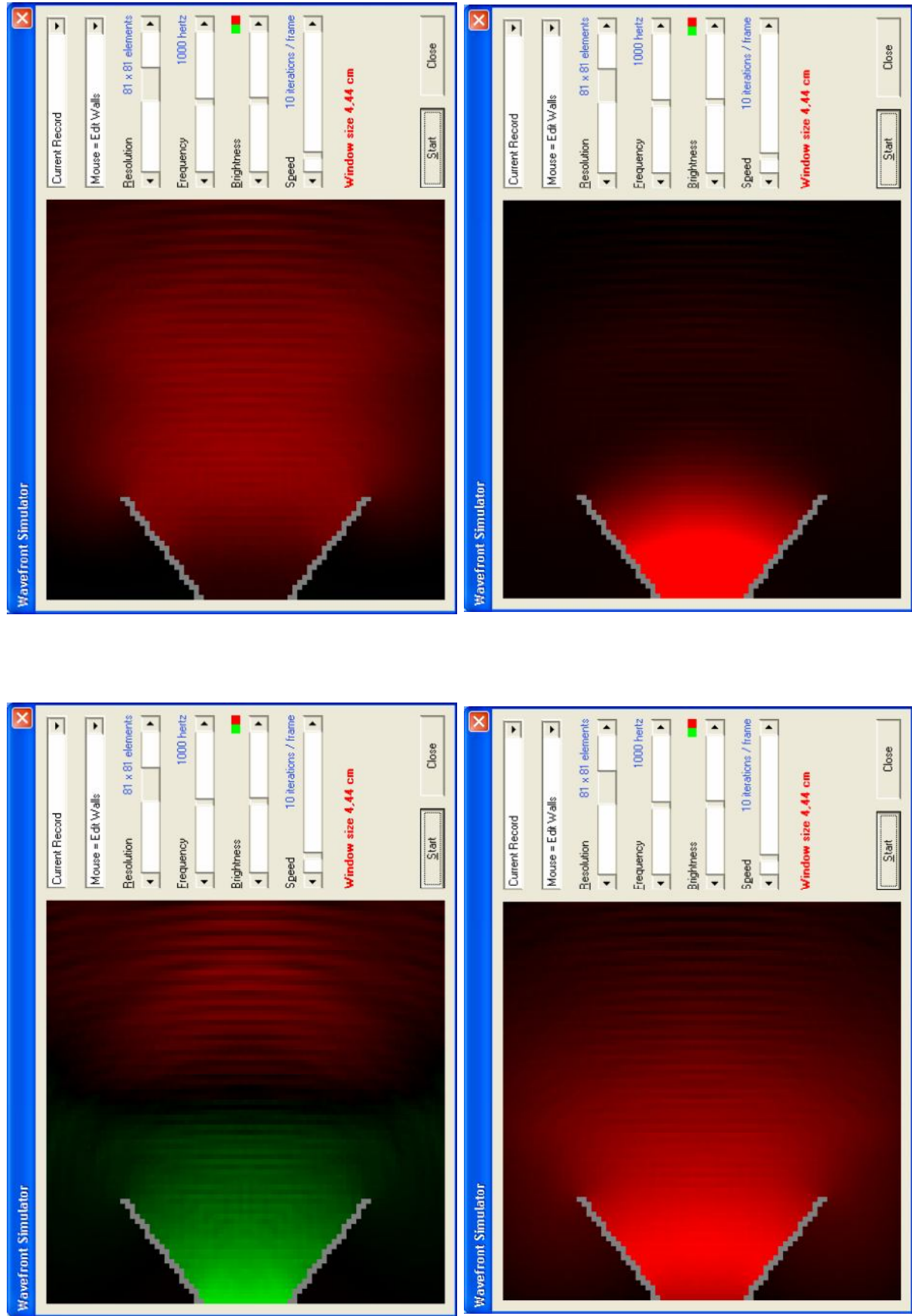


Рис. 5. Результаты симуляции излучения

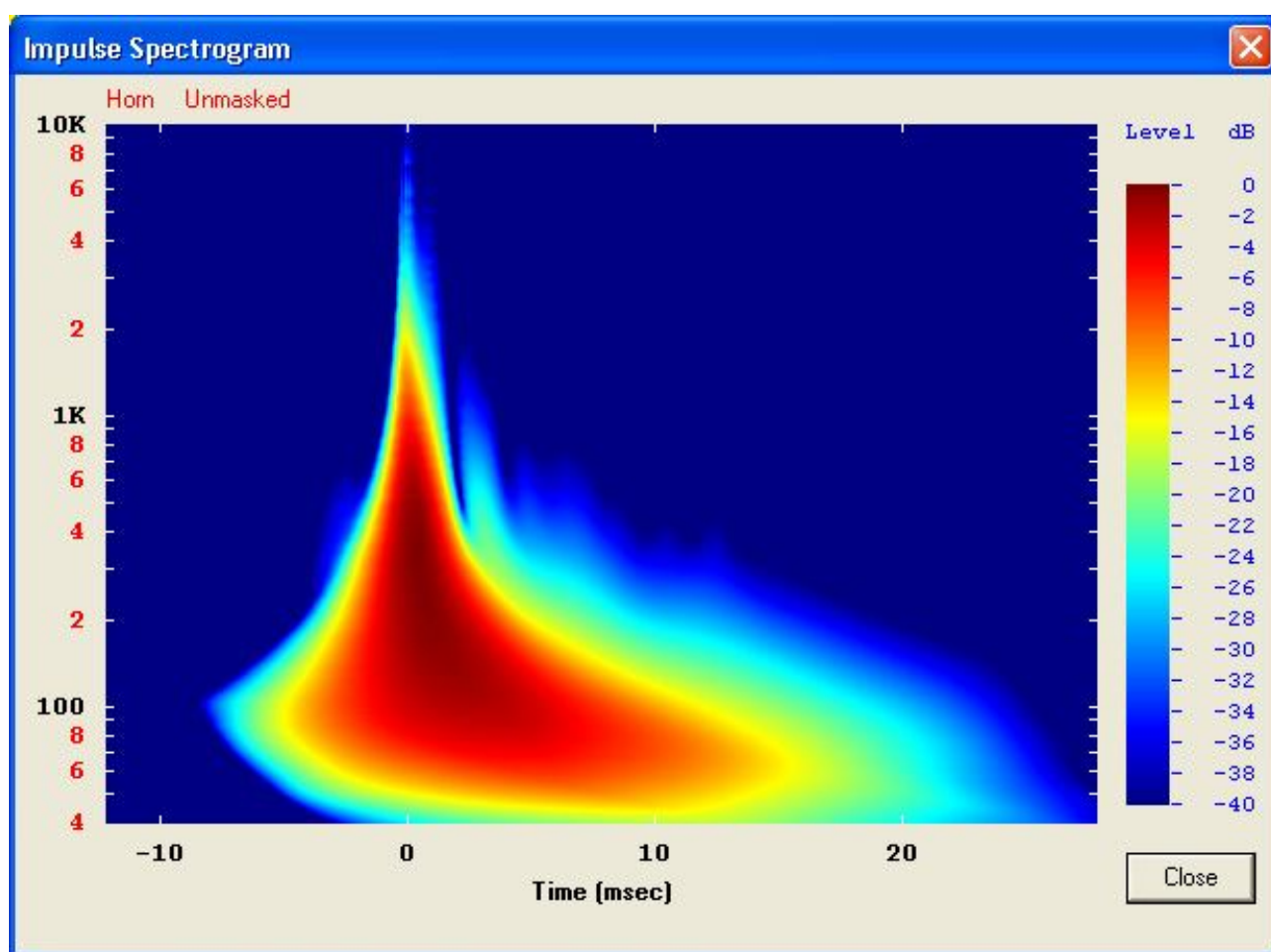


Рис. 7. Импульсная спектрограмма

УДК 621.396(075)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТРАЖАТЕЛЬНОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ АНИЗОТРОПНО ПРОВОДЯЩИХ МИКРОПОЛОСКОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Карташов М.В., Касьянов А.О.

*кафедра Антенн и радиопередающих устройств, ЮФУ, г. Таганрог, Россия
Тел. +7 (908) 5106250, +7 (988) 8930297; E-mail: m-kar@inbox.ru, kasao@mail.ru*

Abstract: Report is devoted to mathematical model microstrip reflectarray with anisotropic conductive elements. The model uses impedance boundary conditions. Conversion from the consideration of the infinite periodic system units to the consideration of the central unit is made.

Key words: microstrip reflectarray, anisotropic conductive, impedance boundary conditions.

I. Введение

Всё большей популярностью при изготовлении микрополосковых антенных решеток (МΠΑР) получают методы микроэлектроники. Они позволяют значительно снизить стоимость конечных устройств, а также достичь их высокой воспроизводимости. В связи с этим растет потребность в различных моделях МΠΑР, в том числе и отражательного типа, позволяющих в сжатые сроки оценить их будущие параметры. Значительной интерес представляют модели решеток, в которых на электродинамическом уровне учитывается тензорный характер поверхностного сопротивления элементов конструкции.

В докладе представлена математическая модель МΠΑР, использующая импедансные граничные условия для описания характера проводимости микрополосковых элементов.

II. Основная часть

При построении модели МΠΑР используется метод интегральных уравнений (ИУ). Лемма Лоренца в интегральной форме позволяет записать соотношения для полей над поверхностью МΠΑР, а также в слое диэлектрика подложки [1].

Используются импедансные граничные условия на поверхности МПЭ:

$$[\vec{E}, \vec{n}] = Z_S [\vec{n} [\vec{n}, \vec{H}]],$$

где Z_S – сопротивление на поверхности микрополоскового элемента.

Данные условия также можно записать в виде системы уравнений:

– на освещенной стороне МПЭ

$$\begin{cases} E_{1x} = Z_{xx}H_{1x} + Z_{xy}H_{1y}; \\ E_{1y} = Z_{yx}H_{1x} + Z_{yy}H_{1y}; \end{cases}$$

– на теневой стороне МПЭ

$$\begin{cases} E_{2x} = Z_{xx}H_{2x} + Z_{xy}H_{2y}; \\ E_{2y} = Z_{yx}H_{2x} + Z_{yy}H_{2y}. \end{cases}$$

Граничные условия на апертурах:

$$\begin{cases} E_{1x} = E_{2x} = E_x; \\ E_{1y} = E_{2y} = E_y; \\ H_{1x} = H_{2x} = E_x; \\ H_{1y} = H_{2y} = E_y. \end{cases}$$

ИУ для полей на границе раздела областей следуют из граничных условий. Выражения для вспомогательных полей (формирующих компоненты тензорного ядра ИУ) находятся как решение неоднородного уравнения Гельмгольца. После определения матричных коэффициентов представленной ниже системы ИУ, можно определить распределение эквивалентных поверхностных магнитных токов МПАР.

Использование теории периодических структур, позволяет отказаться от рассмотрения бесконечной периодической системы ячеек и рассматривать только центральную ячейку МПАР.

Обозначив $K_{D1} = L_{D1} + L_{D2}$ и $K_{D1} = L'_{D1} + L'_{D2}$, можем записать:

– интегральное уравнение № 1

$$\int_{S_0+S_1+S_2} (E_y K_{11} - E_x K_{12}) dx' dy' = -\vec{\xi} \overrightarrow{H_1^{M6}},$$

где

$$L_{11} = \frac{1}{ik_1 W_1} \left(k_1^2 + \frac{\partial^2}{(\partial x')^2} \right) G_1;$$

$$L_{12} = \frac{1}{ik_2 W_2} \left(k_1^2 + \frac{\partial^2}{(\partial x')^2} \right) G_2;$$

$$L'_{11} = \frac{1}{ik_1 W_1} \frac{\partial^2}{\partial y' \partial x'} G_1;$$

$$L'_{12} = \frac{1}{ik_2 W_2} \frac{\partial^2}{\partial y' \partial x'} G_2;$$

– интегральное уравнение № 2

$$\int_{S_0+S_1+S_2} (E_y K_{21} - E_x K_{22}) dx' dy' = -\vec{\xi} \widehat{\overrightarrow{H_1^{M6}}},$$

где

$$L_{11} = \frac{1}{ik_1 W_1} \frac{\partial^2}{\partial x' \partial y'} G_1;$$

$$L_{12} = \frac{1}{ik_2 W_2} \frac{\partial^2}{\partial x' \partial y'} G_2;$$

$$L'_{11} = \frac{1}{ik_1 W_1} \left(k_1^2 + \frac{\partial^2}{(\partial y')^2} \right) G_1;$$

$$L'_{12} = \frac{1}{ik_2 W_2} \left(k_2^2 + \frac{\partial^2}{(\partial y')^2} \right) G_2;$$

– интегральное уравнение № 3

$$\int_{S_0+S_1} (E_x K_{31} - E_y K_{32}) dx' dy' = \vec{\xi} (Z_{xx} \overrightarrow{H_1^{Me}} + Z_{xy} \widehat{\overrightarrow{H_1^{Me}}}),$$

где

$$\begin{aligned} L_{11} &= \frac{1}{ik_1 W_1} \frac{\partial^2}{\partial y' \partial x'} G_1; \\ L_{12} &= \frac{1}{ik_1 W_1} \left(k_1^2 + \frac{\partial^2}{(\partial y')^2} \right) G_1; \\ L'_{11} &= \frac{1}{ik_1 W_1} \left(k_1^2 + \frac{\partial^2}{(\partial x')^2} \right) G_1; \\ L'_{12} &= \frac{1}{ik_1 W_1} \frac{\partial^2}{\partial x' \partial y'} G_2; \end{aligned}$$

– интегральное уравнение № 4

$$\int_{S_0+S_1} (E_x K_{41} - E_y K_{42}) dx' dy' = \vec{\xi} (Z_{yx} \overrightarrow{H_1^{Me}} - Z_{yy} \widehat{\overrightarrow{H_1^{Me}}}),$$

где

$$\begin{aligned} L_{11} &= \frac{1}{ik_1 W_1} \frac{\partial^2}{\partial y' \partial x'} G_1; \\ L_{12} &= \frac{1}{ik_1 W_1} \left(k_1^2 + \frac{\partial^2}{(\partial y')^2} \right) G_1; \\ L'_{11} &= \frac{1}{ik_1 W_1} \left(k_1^2 + \frac{\partial^2}{(\partial x')^2} \right) G_1; \\ L'_{12} &= \frac{1}{ik_1 W_1} \frac{\partial^2}{\partial x' \partial y'} G_2; \end{aligned}$$

– интегральное уравнение №5

$$\int_{S_0+S_2} (E_x K_{51} - E_y K_{52}) dx' dy' = 0,$$

где

$$L_{11} = \frac{1}{ik_2 W_2} \left(k_2^2 + \frac{\partial^2}{(\partial x')^2} \right) G_2;$$

$$L_{12} = \frac{1}{ik_2 W_2} \frac{\partial^2}{\partial x' \partial y'} G_2;$$

$$L'_{11} = \frac{1}{ik_2 W_2} \frac{\partial^2}{\partial y' \partial x'} G_2;$$

$$L'_{12} = \frac{1}{ik_2 W_2} \left(k_2^2 + \frac{\partial^2}{(\partial y')^2} \right) G_2;$$

– интегральное уравнение №6

$$\int_{S_0 + S_2} (E_x K_{61} - E_y K_{62}) dx' dy' = 0,$$

где

$$L_{11} = \frac{1}{ik_2 W_2} \left(k_2^2 + \frac{\partial^2}{(\partial x')^2} \right) G_2;$$

$$L_{12} = \frac{1}{ik_2 W_2} \frac{\partial^2}{\partial x' \partial y'} G_2;$$

$$L'_{11} = \frac{1}{ik_2 W_2} \frac{\partial^2}{\partial y' \partial x'} G_2;$$

$$L'_{12} = \frac{1}{ik_2 W_2} \left(k_2^2 + \frac{\partial^2}{(\partial y')^2} \right) G_2.$$

Здесь применены обозначения:

$$G_1 = \frac{1}{d_1 d_2} \sum_{m=-\infty}^{+\infty} \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \frac{e^{i\alpha_m(x-x') + i\alpha_n(y-y')}}{\gamma_{1mn}};$$

$$G_2 = \frac{1}{d_1 d_2} \sum_{m=-\infty}^{+\infty} \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \text{cth}(\gamma_{2mn} d) \frac{e^{i\alpha_m(x-x') + i\alpha_n(y-y')}}{\gamma_{2mn}};$$

$$\gamma_{1mn} = \sqrt{\alpha_m^2 + \alpha_n^2 - k_1^2};$$

$$\gamma_{2mn} = \sqrt{\alpha_m^2 + \alpha_n^2 - k_2^2};$$

$$\alpha_m = h_1 + \frac{2\pi m}{d_1};$$

$$\alpha_n = h_1 + \frac{2\pi m}{d_2}.$$

Выражения для $\overline{H_1^{\text{ME}}}$, $\overline{H_1^{\text{ME}}}$ имеют следующий вид:

Случай горизонтальной поляризации:

$$\begin{aligned} \vec{\xi} \overrightarrow{H_1^{M6}} &= 2H_0 \cos \varphi_i \cos \theta_i e^{ik_1 \sin \theta_i (x \cos \varphi_i + y \sin \varphi_i)}; \\ \vec{\xi} \overrightarrow{H_1^{M6}} &= 2H_0 \sin \varphi_i \cos \theta_i e^{ik_1 \sin \theta_i (x \cos \varphi_i + y \sin \varphi_i)}. \end{aligned}$$

Случай вертикальной поляризации:

$$\begin{aligned} \vec{\xi} \overrightarrow{H_1^{M6}} &= 2H_0 \sin \varphi_i e^{ik_1 \sin \theta_i (x \cos \varphi_i + y \sin \varphi_i)}; \\ \vec{\xi} \overrightarrow{H_1^{M6}} &= -2H_0 \cos \varphi_i e^{ik_1 \sin \theta_i (x \cos \varphi_i + y \sin \varphi_i)}. \end{aligned}$$

Используя данную модель, проведено численное моделирование проходной решетки анизотропно-проводящих лент (результаты моделирования представлены на рис. 1). Такую решетку можно рассматривать как частный случай МПАР, в которой отсутствует сплошной проводящий экран в теневой области решетки. Параметры решетки: материал подложки – вакуум; размеры ячейки, для которой проводилось моделирование – 15x15 мм; ширина анизотропно проводящей ленты – 4,5 мм; расстояние между продольными осями лент – 15 мм; направление проводимости лент – 8–10 градусов по часовой стрелке от продольной оси ленты.

Видно, что в одноволновой области периодичности решетка позволяет получить один резонанс полного прохождения и высокий коэффициент отражения на частотах близких к 4 ГГц и 13 ГГц. Изменяя направление проводимости микрополосковых элементов можно управлять резонансной частотой полного прохождения ЭМВ сквозь решетку, используя её как частотно-селективную поверхность. На частоте 20 ГГц наблюдается аномалия Вуда.

III. Заключение

Получена математическая модель МПАР, использующая импедансные граничные условия для описания характера проводимости микрополосковых элементов. Модель позволяет учитывать возможность цифрового управления для изменения характеристик рассеяния.

Список литературы: 1. Марков Г.Т., Петров Б.М., Грудинская Г.П. Электродинамика и распространение радиоволн. – М.: Сов. радио, 1979. – 376 с. 2. Коришунова Е.Н. Дифракция плоской волны на решетке из анизотропно проводящих лент / Коришунова Е.Н., Сивов А.Н., Шатров А.Д. // Радиотехника и электроника, 1988, том 43, № 2, с. 153–156.

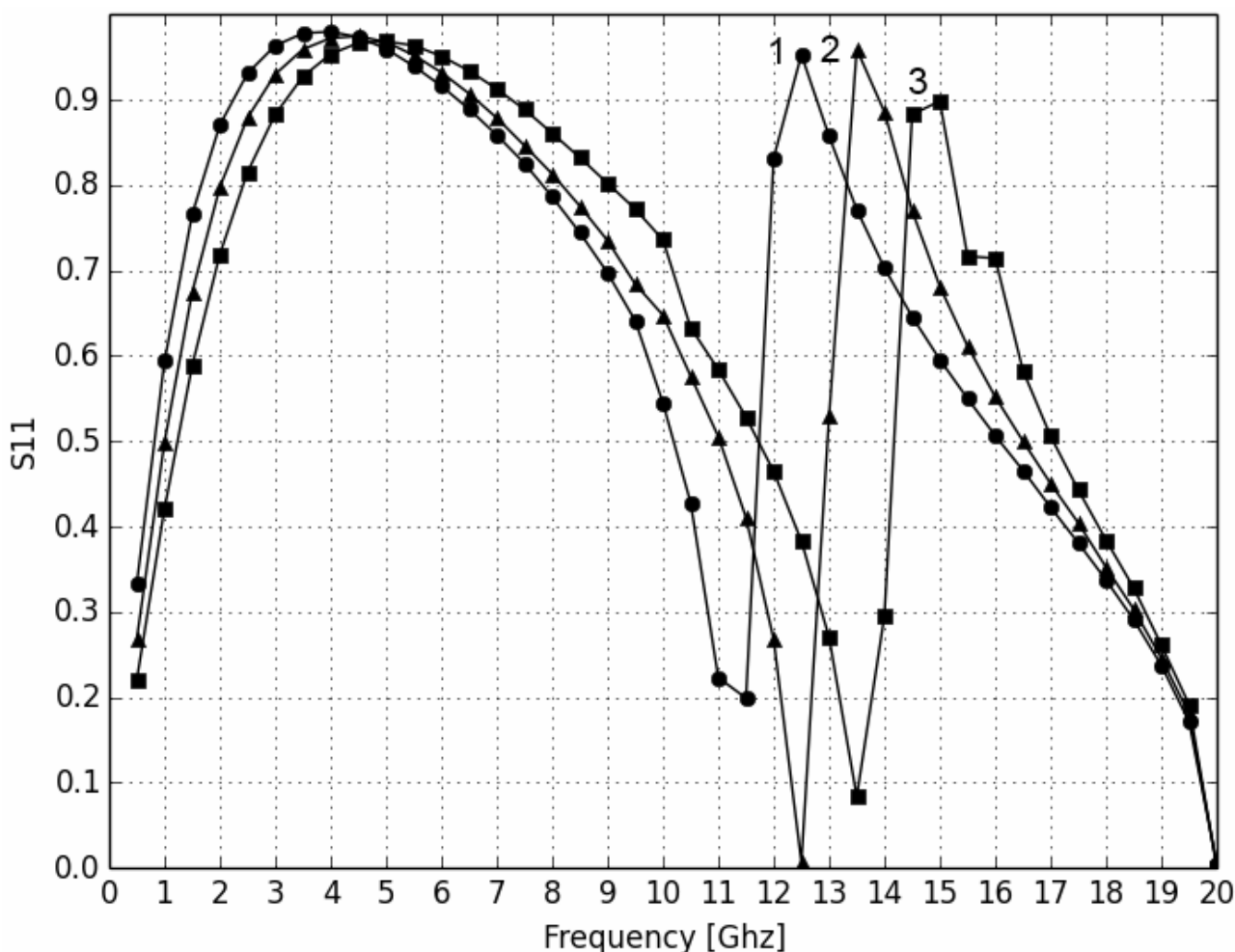


Рис. 1. Зависимость коэффициента отражения от направления проводимости лент: 8° (кривая 1), 9° (кривая 2), 10° (кривая 3)

УДК 004.75

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОС ANDROID ДЛЯ СИМУЛЯТОРОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Ковалев С.А., Кривошеев С.В., Горбунов Д.С, Хулуп И.С.

Кафедра Компьютерной Инженерии, ДонНТУ, г. Донецк, Украина

Тел. +38 (062) 3049003; E-mail: kovalev@dgtu.donetsk.ua

Abstract: The analysis of architecture ARM of architecture as hardware basis for creation of hardware simulators is executed. The features of operational system Android are investigated. Is made simulation on the basis of existing mobile devices.

Key words: Android, ARM, operating system, emulator, methods of simulation.

Постановка проблемы.

Критической точкой в обучении высококвалифицированных специалистов, оперирующих современной техникой, является получение практических

навыков эксплуатации транспортными средствами и принятия решений в экстремальных ситуациях. При современном уровне развития вычислительной техники и методологий построения моделей объектов возможно добиться максимальной точности при моделировании различных ситуаций. Существует несколько подходов к решению подобных задач [1]. Первым решением является моделирование ситуации с помощью различных языков программирования. Такой подход предоставляет большую гибкость в симуляции различных условий, однако значительно усложняет реализацию расчётов. Иным можно считать подход к моделированию, когда ситуация описывается в специализированной среде (к примеру, Matlab). С помощью подобного пакета прикладных средств можно описывать различные структуры данных на основе матриц, что может быть оптимальным решением при моделировании определённых задач [2].

При проектировании тренажеров особое внимание уделяется пользовательским терминалам. Одним из вариантов применения средств визуализации является возможность использовать их и как устройства ввода-вывода, и как самостоятельные вычислительные узлы. Новейшие планшетные компьютеры комплектуются процессорами, которые поддерживают различные технологии параллельного вычисления, и графическими чипами, которые имеют достаточное количество вычислительной мощности для динамического построения графического представления результатов моделирования. Эти возможности, а так же доступность различных специфических технологий (акселерометра, сенсорного ввода), позволяет применять подобные устройства для эффективной подготовки квалифицированных специалистов. Большинство современных мобильных устройств реализованы на базе платформ, использующих процессы с RISC-архитектурой. Наиболее распространёнными являются процессоры, созданные компанией ARM Limited.

Цель статьи – Анализ возможностей операционной системы Android для построения симуляторов транспортных средств.

Особенности ARM архитектуры.

Архитектура ARM (Advanced RISC Machine, Acorn RISC Machine, усовершенствованная RISC-машина) – семейство лицензируемых 32-битных и 64-битных микропроцессорных ядер разработки компании ARM Limited (табл. 1). Компания занимается исключительно разработкой CPU и инструментов для них (компиляторы, средства отладки и т. п.). Эти процессоры имеют низкое энергопотребление, поэтому находят широкое применение во встраиваемых системах и доминируют на рынке мобильных устройств, для которых немаловажен данный фактор.

Особенностями архитектуры ARM (рис. 1) является:

- архитектура загрузки/хранения;
- нет поддержки нелинейного (не выровненного по словам) доступа к памяти (теперь поддерживается в процессорах ARMv6 за некоторыми исключениями и полностью в ARMv7);

Различные модели процессоров на базе ARM-архитектуры

ARM семейство	ARM архитектура	Ядро	Размер кэша, наличие модуля управлением памятью (MMU)	MIPS@MHz	Особенности реализации
ARM7	ARMv3	ARM700/710/710a	8KB	40MHz	
ARM11	ARMv6, ARMv6T2, ARMv6Z, ARMv6K	ARM1136 J(F)-S	Различный, есть MMU	965DMIPS@772 MHz	SIMD, улучшенный процессор для обработки цифровых сигналов
Cortex-M	ARMv6-M	Cortex-M0, Cortex-M0+, Cortex-M3	Различный размер кэша, комплектации с\без MMU	0.84-1.25 DMIPS@MHz	Аппаратная реализация умножения, наличия математического сопроцессора
Cortex-A	ARMv7	Cortex-A5, Cortex-A7, Cortex-A8	4-64KB L1, 0-4MB L2, MMU	1.57-3.5DMIPS/MHz на каждом ядре	1-4 ядра, SIMD, аппаратная виртуализация, низкое энергопотребление

- равномерный 16x32-битный регистровый файл;
- фиксированная длина команд (32 бита) для упрощения декодирования за счет снижения плотности кода. Позднее режим Thumb повысил плотность кода;
- одноцикловое исполнение.

Множество периферийных операционных систем поддерживают ARM-архитектуру. Среди мобильных операционных систем, применяемых для устройств на базе ARM-архитектуры, наиболее распространены iOS, Android, Windows Phone, Windows RT, Blackberry OS/ Blackberry 10, Tizen, Ubuntu Touch [3]. Кроме того, ряд настольных операционных систем, используется в компьютерах на базе ARM-архитектуры – семейство Unix – систем (в частности, BSD(NetBSD)), OpenSolaris и различные дистрибутивы Linux

(Ubuntu, ChromeOS). Лидером среди ОС для мобильных устройств является Android (рис. 2). Эта система лидирует на рынках смартфонов (Android занимает 81,1 % рынка), интернет-серверов (60 %).

На рынке домашних компьютеров Linux прочно занимает 3 место (по разным данным, от 1 до 5%). Согласно исследованию Goldman Sachs, в целом, рыночная доля Linux среди электронных устройств составляет около 42%.

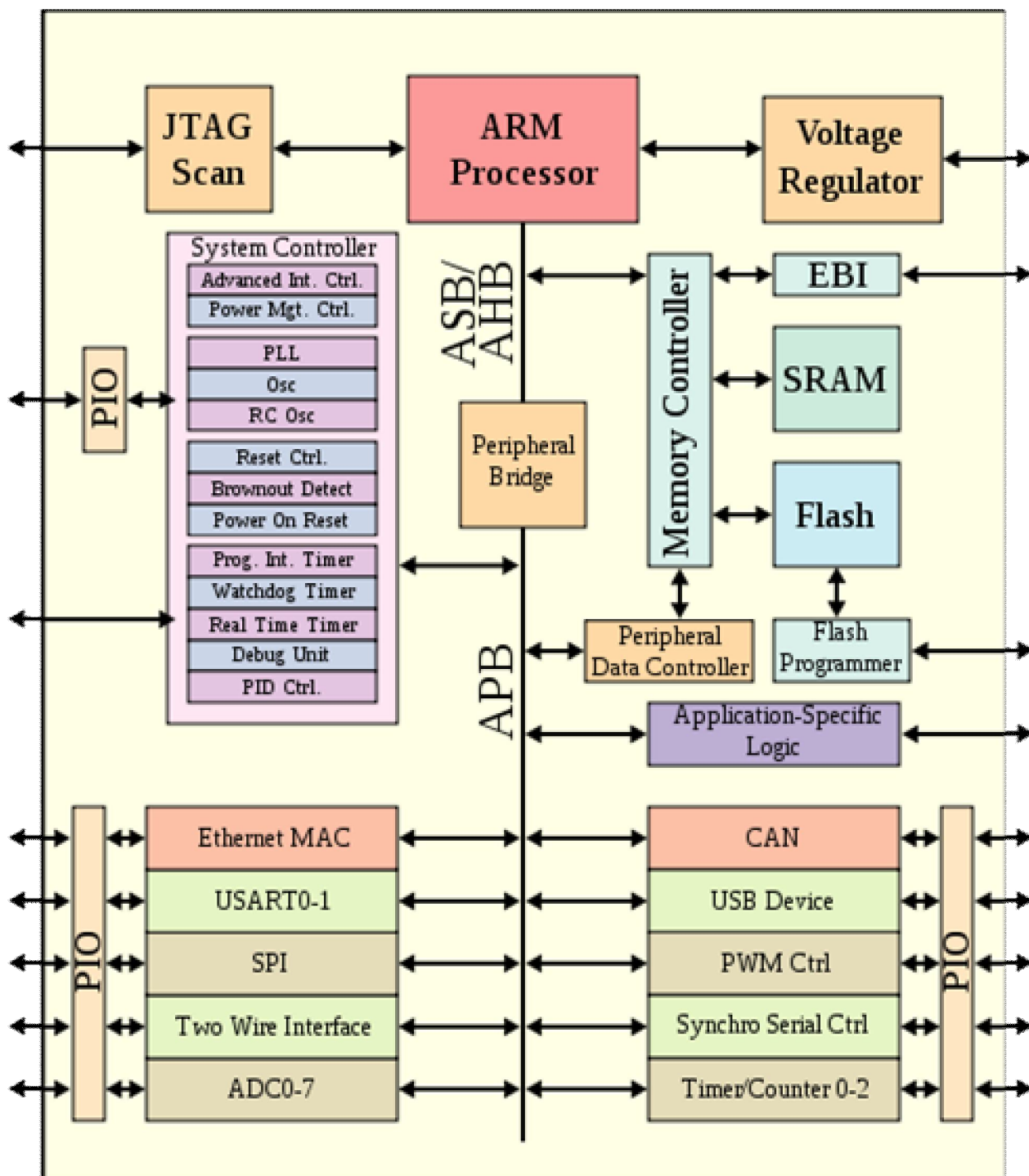


Рис. 1. Внутренняя организация устройства на базе процессора с ARM-архитектурой

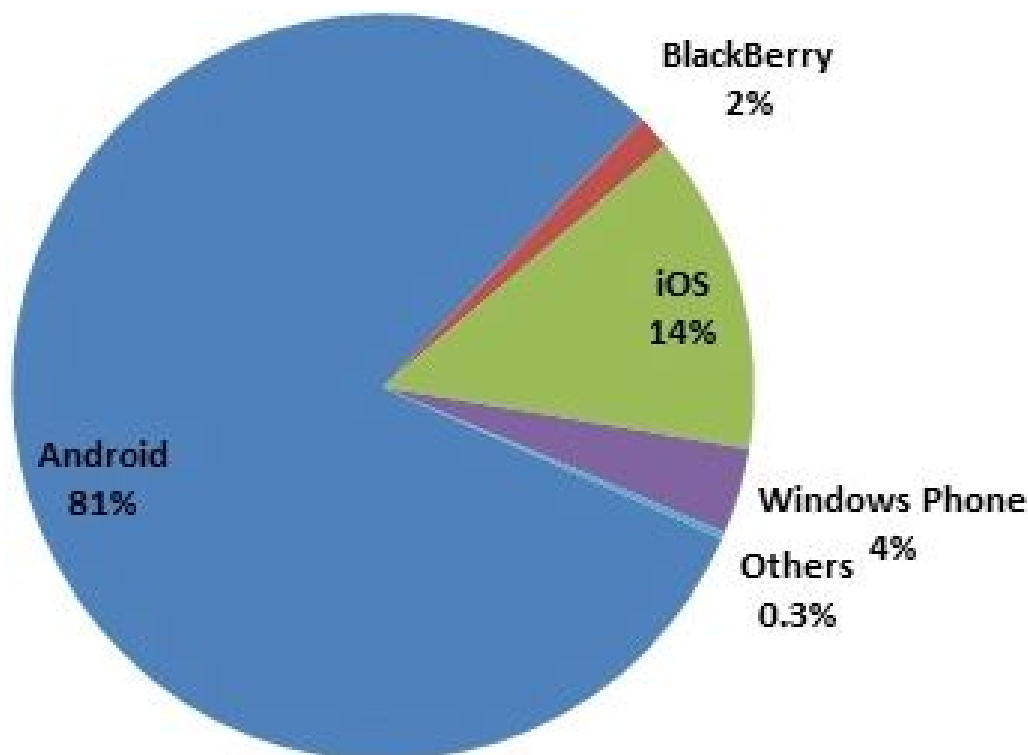


Рис. 2. Доля ОС Android на рынке мобильных платформ

Android это операционная система для смартфонов, планшетов и нетбуков, которая основана на модифицированном ядре Linux [4]. Приложения, созданные для Android являются программами в нестандартном байт-коде для виртуальной машины Dalvik. Архитектура OS Android (рис. 3) включает в себя несколько уровней – уровень приложений, уровень каркаса, уровень библиотек, уровень среды выполнения и уровень ядра Linux.

Уровень приложений (Applications) содержит комплект базовых приложений: клиенты электронной почты и SMS, календарь, различные карты, браузер, программа для управления контактами и много другое.

Уровень каркаса приложений (Application Framework) предоставляет любому приложению возможность использовать уже реализованные возможности другого приложения. Таким образом, архитектура реализует принцип многократного использования компонентов ОС и приложений.

Уровень библиотек (Libraries) включает набор C/C++ библиотек, используемых различными компонентами ОС. Для разработчиков доступ к функциям этих библиотек реализован через использование Application Framework.

Платформа использует оптимизированную, регистр-ориентированную виртуальную машину Dalvik, в отличие от нее стандартная виртуальная машина Java – стек-ориентированная.

Решение задач и результаты исследований.

Для выработки навыков управления транспортным средством необходимо обеспечить модельную поддержку, которая включает в себя описание

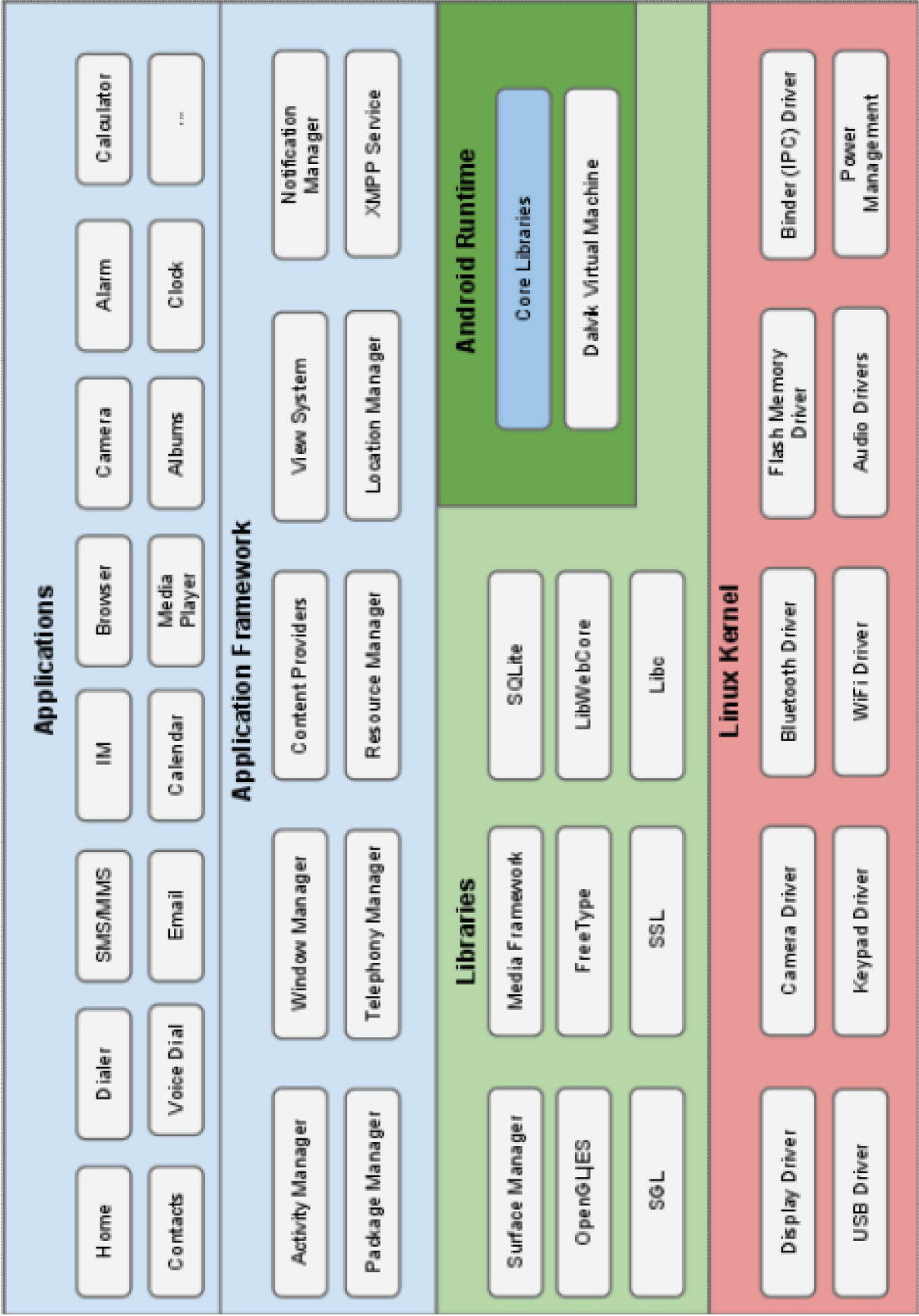


Рис. 3. Ядро ОС Android

динамики движения. С точки зрения кинематики, транспортное средство может рассматриваться как твердое тело с шестью степенями свободы. Уравнения движения такого объекта составляются на основании законов кинематики и динамики твердого тела, а также теории силового воздействия внешней среды на движущееся тело.

Для построения тренажера можно использовать несколько архитектурных подходов. Первый – выполнение программы симуляции на одном локальном устройстве (планшетном компьютере). Этот подход позволяет исключить затраты времени на пересылку данных по сети, однако не является наиболее оптимальным с точки зрения ограниченности ресурсов современных планшетных компьютеров.

Второй подход – объединение нескольких мобильных устройств между собой в единую локальную сеть, и обмен данными между ними внутри беспроводной локальной сети. Вариацией этой архитектуры может быть выделение отдельного стационарного компьютера, к которому будут подключаться мобильные устройства, и который будет управлять процессом симуляции. Этот компьютер не обязательно должен быть настроен для выполнения специализированных задач.

Ещё одним вариантом решения проблемы скорости симуляции является выделение отдельного сервера внутри локальной сети, который будет выполнять все необходимые для моделирования расчёты, и распределять результаты между участниками симуляции. Этот подход позволит сконцентрировать вычислительные мощности планшетных компьютеров на работах по визуализации результатов, и не заботиться о скорости выполнения расчётов. В качестве серверного узла можно использовать как кластер в локальной сети, так и облачные ресурсы.

При оценке быстродействия архитектуры, используемой для симуляции, необходимо помнить о том, что данные, поступающие с периферийных источников, должны обрабатываться и передаваться для анализа с частотой не ниже 1 Hz. Для автономного надводного ТС структура информационных каналов, частота определения состояния и формирования команд рассмотрен в работе [1] (рис. 4).

Исследования проводились на различных мобильных устройствах, технические характеристики которых:

1. Asus Memo Pad 7
CPU – Cortex A9 1000 MHz
Cores – 1
RAM – 1 Gb
GPU – Mali 400
2. Google Nexus 7
CPU – NVIDIA Tegra 3 1.2 GHz
Cores – 4
RAM – 1 Gb

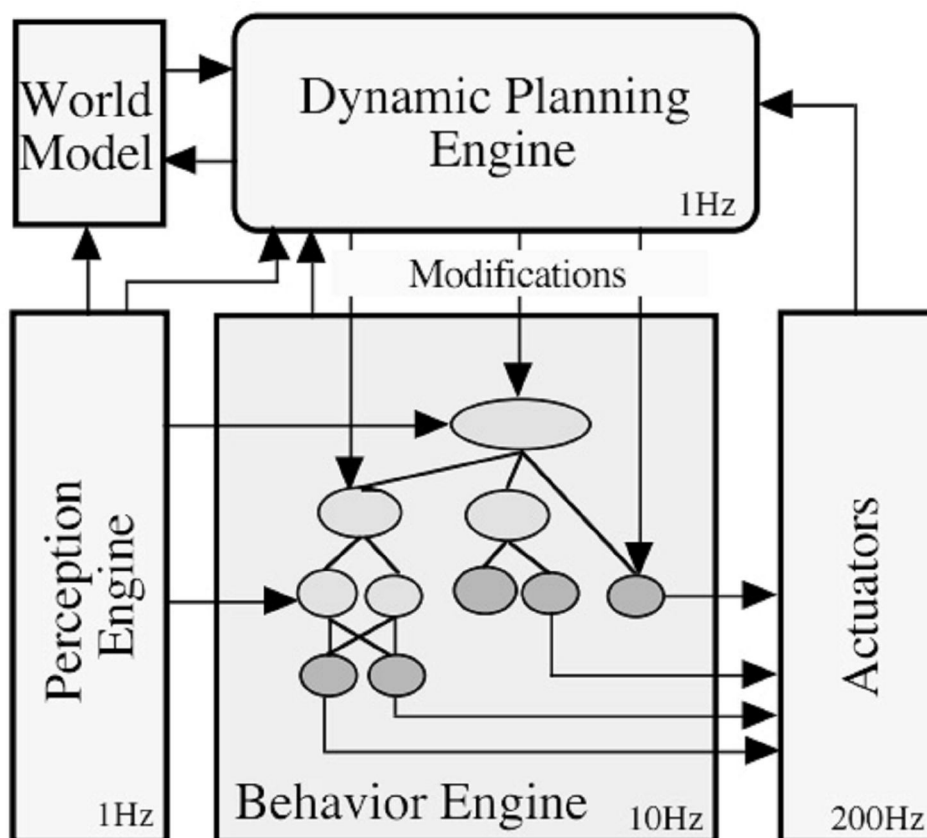


Рис. 4. Структура информационных каналов интеллектуального транспортного средства с типовыми значениями расчёта параметров

При моделировании выполнялось сравнение по нескольким параметрам. На рис. 5 приведен график зависимости минимального времени выполнения от количества моделей.

На рис. 6 показана зависимость среднего времени выполнения от количества моделей.

На рис. 7 показана зависимость максимального времени выполнения от количества моделей.

Вывод.

Несмотря на то, что изначально ОС Android не была рассчитана на использование во встраиваемых устройствах, продуманное конфигурирование и разработка программного обеспечения делают эту операционную систему вполне применимой и в данном круге задач. Постепенно ОС Android перерастает рамки мобильной ОС и превращается в мощную платформу для встраиваемых приложений. Использование этой операционной системы пока еще связано с определенными трудностями в таких областях, как ограничения на объемы занимаемой памяти, разработка программных средств, функционирование в безоператорном режиме, поддержка встраиваемых процессоров и режим реального времени. При этом не вызывает сомнений, что популярность ОС Android будет стимулировать все более широкое применение во встраиваемых системах различных ее версий. С точки зрения используемых

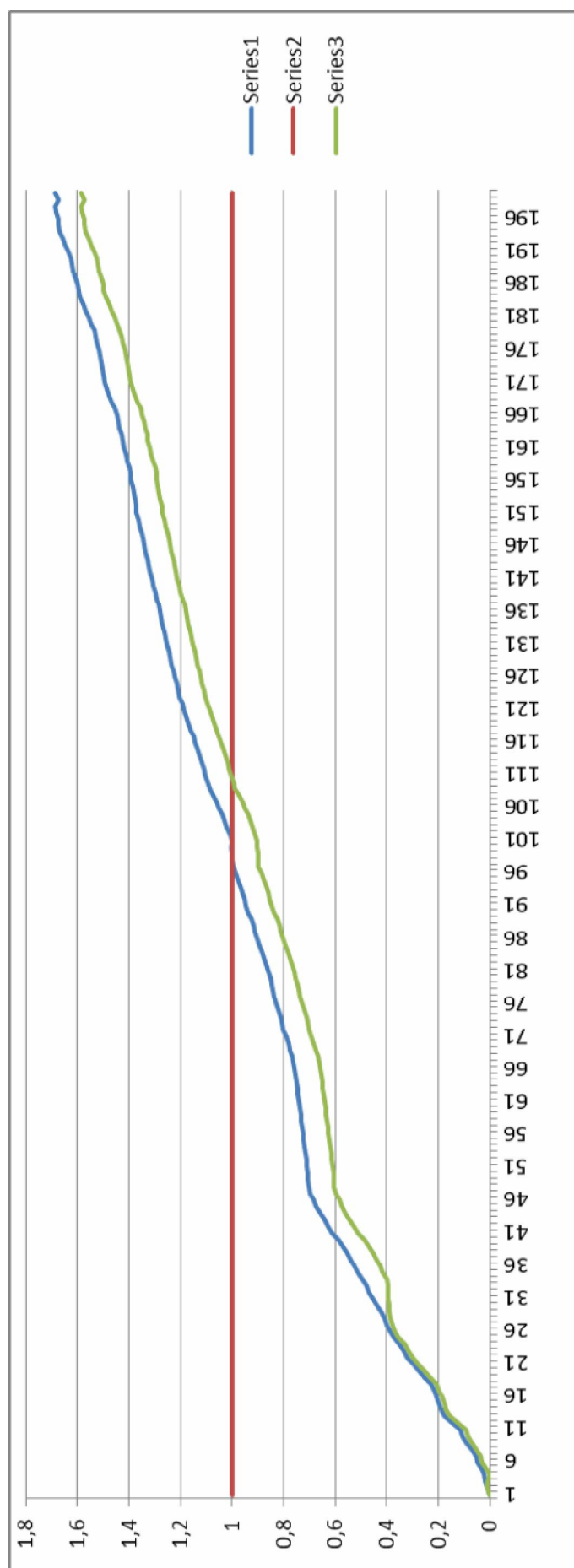


Рис. 5. График зависимости минимального времени выполнения от количества моделей

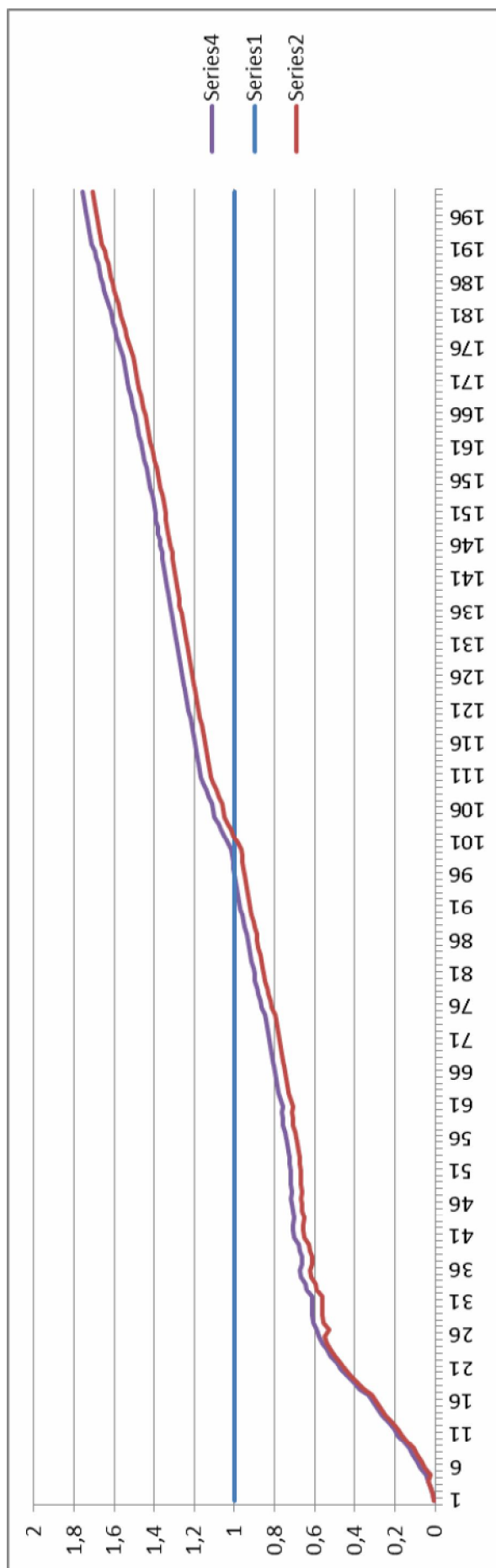


Рис. 6. График зависимости среднего времени выполнения от количества моделей

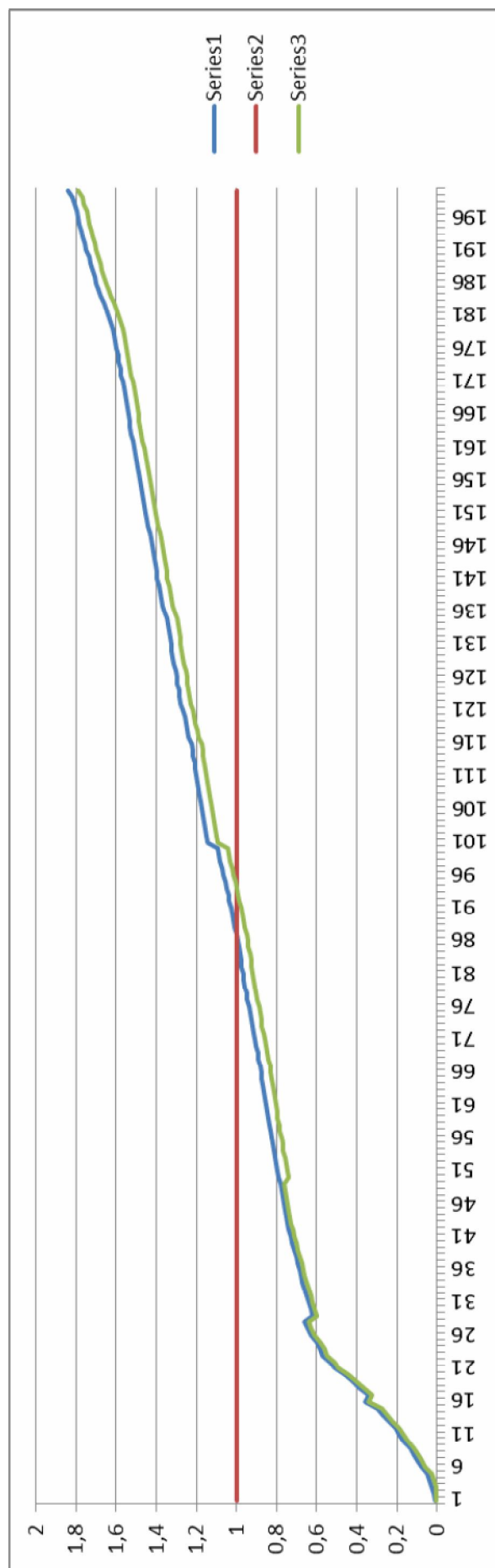


Рис. 7. График зависимости максимального времени выполнения от количества моделей

при выборе операционной системы основных критериев, таких как наличие аппаратных средств и готового программного обеспечения, Android следует признать одним из главных кандидатов на роль ОС для встраиваемых систем.

Список литературы: 1. *Eric Hansen, Terry Huntsberger and Les Elkins*, Autonomous maritime navigation: developing autonomy skill sets for USVs, Proc. SPIE 6230, 62300U (2006). 2. *Вьюгов Виктор Васильевич*. Гидродинамические аспекты теории судовождения на внутренних водных путях : Автореф. дис... д-ра техн. наук (05.22.16) / Новосибирская гос. академия водного транспорта. – Новосибирск, 1999. – 33 с. 3. *Jonathan W. Valvano*, Embedded Systems: Introduction to Arm® Cortex(TM)-M Microcontrollers (Volume 1), CreateSpace, ISBN: 1477508996. 4. *Joseph Annuzzi Jr., Lauren Darcey, Shane Conder*. Introduction to Android Application Development: Android Essentials, ISBN: 032194026. 5. *Jeffrey S. Beasley, Piyasat Nilkaew*. Networking Essentials (3rd Edition), Peachpit Press, ISBN: 978-0-7897-4903-1.

УДК 681.3.016

ВИРТУАЛЬНЫЙ ПРИБОР LABVIEW КОДЕРА ХАФФМАНА ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Корниенко В.Т., Корниенко С.В.

ЮФУ, г. Таганрог, Россия

Тел./факс +7 (8634) 371637; E-mail: rts-sys@yandex.ru

Abstract: *The design of LabVIEW's virtual device of the Huffman coder is considered. This developed device allows the reducing of the number of bits needed to send. It is shown that frequently-appearing letters should have shorter bit representations and less common letters should have longer one. The factor of statistical compression shows the opportunities of algorithm.*

Key words: *Huffman code, virtual device, transmission protocol, statistical compression.*

Известно, что алгоритмы сжатия нашли широкое применение при передаче информации в системах связи, поскольку они предоставляют возможность передавать значительно меньшие объемы данных, увеличивая пропускную способность каналов связи. Вероятностный метод сжатия по алгоритму Хаффмана основывается на построении кодовой таблицы, в которой каждому символу присваивается код, длина которого обратно пропорциональна частоте появления этого символа. Существуют две разновидности вероятностных методов, различающихся способом определения вероятности появления каждого символа:

– статические методы, использующие фиксированную таблицу частоты появления символов, рассчитываемую перед началом процесса сжатия;

– динамические или адаптивные методы, в которых частота появления символов все время меняется и по мере считывания нового блока данных происходит перерасчет начальных значений частот.

Алгоритм кодирования Хаффмана используется в протоколах сжатия данных MNP большинства модемов. Размер передаваемого блока можно изменять от 64 до 256 байт с шагом в 64 байта, что зависит от качества канала связи и требуемой скорости передачи. Так, например, протокол MNP5 реализует комбинацию адаптивного кодирования с применением кода Хаффмана и группового кодирования. Протокол MNP7 использует более эффективный (по сравнению с MNP5) алгоритм сжатия данных и позволяет достичь коэффициента сжатия порядка 3:1. MNP7 использует улучшенную форму кодирования методом Хаффмана в сочетании с марковским алгоритмом прогнозирования для создания кодовых последовательностей минимально возможной длины.

Изучение разделов дисциплин «Основы кодирования и шифрования информации», «Основы теории связи» и др. на кафедре РТС ЮФУ сопровождается прививанием студентам практических навыков в построении технических средств, обеспечивающих кодирование передаваемой информации в системах радиосвязи. Эта задача решается с использованием технологии создания виртуальных приборов в среде LabVIEW [1].

Целью работы является создание лабораторного практикума на основе технологии виртуальных приборов LabVIEW для выполнения кодирования различных видов сообщений в канале без помех с использованием вероятностного метода сжатия Хаффмана.

Используя среду LabVIEW [1], создан виртуальный прибор для реализации алгоритма кодирования Хаффмана с целью исследования степени сжатия различных типов сообщений. В качестве эксперимента взяты текстовые сообщения различной длины и оценена степень сжатия по алгоритму Хаффмана. Аналогичные измерения можно провести и для других сообщений – статического изображения (формат BMP), речевого сообщения (формат WAV) и др.

Процесс создания виртуального прибора LabVIEW для эксперимента выполнен в несколько этапов.

На первом этапе производится считывание текстового файла, подсчет размера алфавита передаваемого сообщения и расчет вероятностей встречаемости символов алфавита, что представлено на рис. 1 и 2 во фрагментах лицевой и диаграммной панелей виртуального прибора.

На втором этапе символы алфавита, встречающиеся в файле, выписываются в столбец в порядке убывания вероятностей их появления, затем два последних символа объединяются в один с суммарной вероятностью и формируется новый столбец в порядке убывания вероятностей, что

Путь к файлу
%F:\кодирование Хемминга\mnp.txt

Считанный из файла текст
Протокол MNP7 использует более эффективный (по сравнению с MNP5) алгоритм сжатия данных и позволяет достичь коэффициента сжатия порядка 3:1. MNP7 использует улучшенную форму кодирования методом Хаффмена в сочетании

длина строки символов
324

число символов для кодирования
44

массив символов для кодирования	число замен	вероятность встречаемости символа в тексте
0 П	0 1	0,0030
Р	10	0,0308
о	35	0,1080
т	15	0,0462
к	8	0,0240
л	13	0,0401
	39	0,1203
М	3	0,0090
Н	3	0,0090
Р	3	0,0090
7	2	0,0061
и	23	0,0709
с	13	0,0401
п	7	0,0210
ь	5	0,0154
з	6	0,0185
	6	0,0185

Рис. 1. Фрагмент лицевой панели виртуального прибора для подсчета вероятностей встречаемости символов в передаваемом сообщении

продолжается до тех пор, пока не останется один составной символ, включающий все различные символы передаваемого сообщения с единичной вероятностью. Таблицы упорядоченных символов и вероятностей формируются в соответствующем фрагменте виртуального прибора, который в виду ограничения объема здесь не приведен, как и фрагменты виртуального прибора для последующих этапов кодирования.

На третьем этапе формируются матрицы нулей и единиц для встречаемости символов в каждом наборе, причем в матрицах логических пробников для логических нулей и единиц строки соответствуют кодируемым

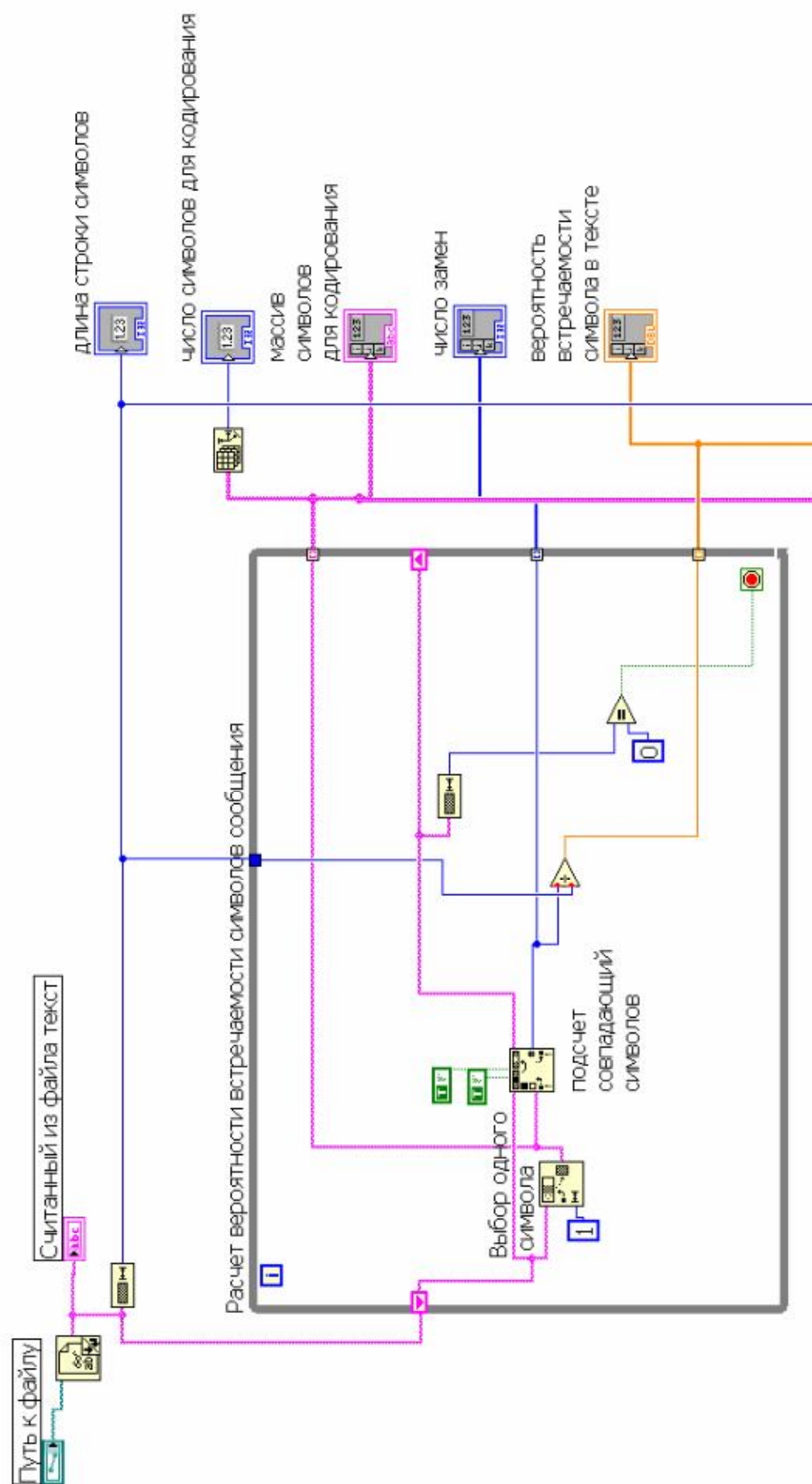


Рис. 2. Фрагмент диаграммной панели виртуального прибора для подсчета вероятностей встречаемости символов в передаваемом сообщении

символам, а столбцы соответствуют строкам последних двух элементов наборов кодового дерева Хаффмана.

На четвертом этапе формируется кодовая таблица Хаффмана.

На пятом этапе производится кодирование по Хаффману исходного текстового сообщения, добавление кодовой таблицы Хаффмана к передаваемому сообщению, оценка коэффициентов сжатия и подготовка сформированного кода для передачи в канал модулятора.

Расчет коэффициентов сжатия проведен для следующих случаев: статистический коэффициент сжатия вычисляется как отношение размерности входного двоичного кода к средней длине кодового сообщения Хаффмана (сумме произведений вероятности встречаемости символов на длину соответствующего кодового слова Хаффмана); оптимальный коэффициент сжатия – как отношение длины исходного сообщения в битах к длине закодированного по Хаффману сообщения и реальный коэффициент сжатия – как отношение длины исходного сообщения в битах к длине закодированного по Хаффману сообщения вместе с размерностью кодовой таблицы.

На рис. 3 приведен фрагмент лицевой панели виртуального прибора, отображающего кодовую таблицу Хаффмана, коэффициенты сжатия и пр. вспомогательную информацию.

В итоге, пользуясь возможностями LabVIEW, создан библиотечный модуль – вложенный виртуальный прибор кодера Хаффмана (см. рис. 4), который можно использовать при создании других виртуальных приборов для анализа протоколов сжатия информации [2].

По результатам эксперимента при изменении числа кодируемых символов (количества байт информации) от 8 до 256, т.е. при изменении количества бит от 64 до 2048, для заданного фрагмента текстового сообщения можно получить зависимость коэффициентов сжатия от количества байт, которая изображена на рис. 5. Из приведенных результатов следует, что максимальный статистический коэффициент сжатия 3,2 может быть достигнут при кодировании 8 символов текстовой информации, при этом реальный коэффициент сжатия, получаемый с учетом передачи кодовой таблицы Хаффмана, показывает, что сжатия при передаче не происходит. Увеличения скорости передачи информации при динамическом методе кодирования по Хаффману за счет сжатия можно достичь лишь при передаче блока данных более 192 байт. В этом случае может быть достигнут реальный коэффициент сжатия $\approx 1,2$. Для того, чтобы увеличить реальный коэффициент сжатия при передаче блоков меньшей длины нужно использовать комбинированные алгоритмы сжатия: сочетание алгоритма Хаффмана с групповым кодированием и с марковским алгоритмом прогнозирования для создания кодовых последовательностей минимально возможной длины.

Таким образом, получены следующие результаты:

1. Создан библиотечный модуль LabVIEW кодера Хаффмана текстового сообщения (формат TXT).

закодированные
по Хаффману биты

111010110111010111110111100101000111000011000001101100110101110100100010000010000010101000110111100011

длина строки символов
321

разрядность символа
8

число бит двоичного кода
входного текста
2568

число бит
двоичного кода
алфавита
336

число символов
для кодирования
(размер алфавита)
42

двоичные коды
символов алфавита

0	1	1	0	0	1	1	1	1
0	1	1	1	1	0	0	0	0
1	1	1	0	1	1	1	1	0
1	1	1	1	0	0	1	0	0
1	1	1	0	1	0	1	0	0
1	1	1	0	1	0	1	1	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	1	0	1	1
0	1	0	0	1	1	1	1	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	0	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	1
1	1	1	0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	0	0	0
1	1	1	0	0	1	1	1	1
1	1	1	1	0	0	1	1	1
1	1	1	0	0	1	0	1	1

кодированная
таблица
Хаффмана

11101011
01110
101
1111
11100
00011
100
0011000
0011011
0011010
1110100
0100
00010
000010
011110
001111
001110
00000

число бит
кодов Хаффмана
261

размерность
кодированной
таблицы
Хаффмана
597

средняя длина
кодированного
слова Хаффмана
4,70717

число бит закодированного
текста по Хаффману
1511

коэффициент
сжатия статистический
1,69954

коэффициент сжатия
оптимальный
1,69954

коэффициент
сжатия реальный
(с учетом кодовой таблицы)
1,21822

Рис. 3. Фрагмент лицевой панели виртуального прибора кодера Хаффмана для оценки коэффициента сжатия

2. Оценены коэффициенты сжатия текстового сообщения статистический и реальный (с учетом передачи кодовой таблицы).

3. Виртуальный прибор кодера Хаффмана используется в лабораторных экспериментах для студентов по направлению «инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Следовательно, использование новых информационных технологий в инженерном образовании позволило реализовать лабораторный практикум для исследования принципов построения кодеров передаваемых сообщений в канале без помех.

Список литературы: 1. Бутырин П.А., Васьковская Т.А., Каратаев В.В., Материкин С.В. Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW 7. – М.:

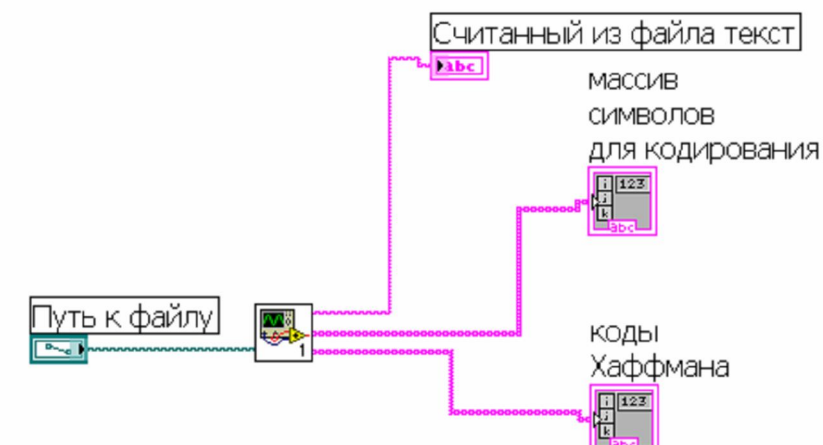
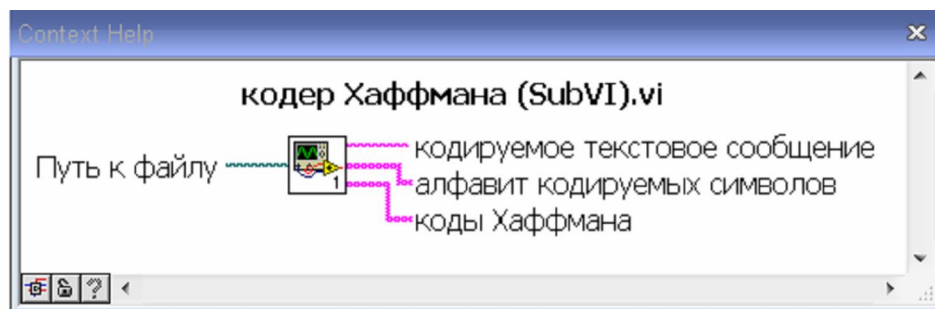


Рис. 4. Библиотечный модуль – вложенный виртуальный прибор кодера Хаффмана

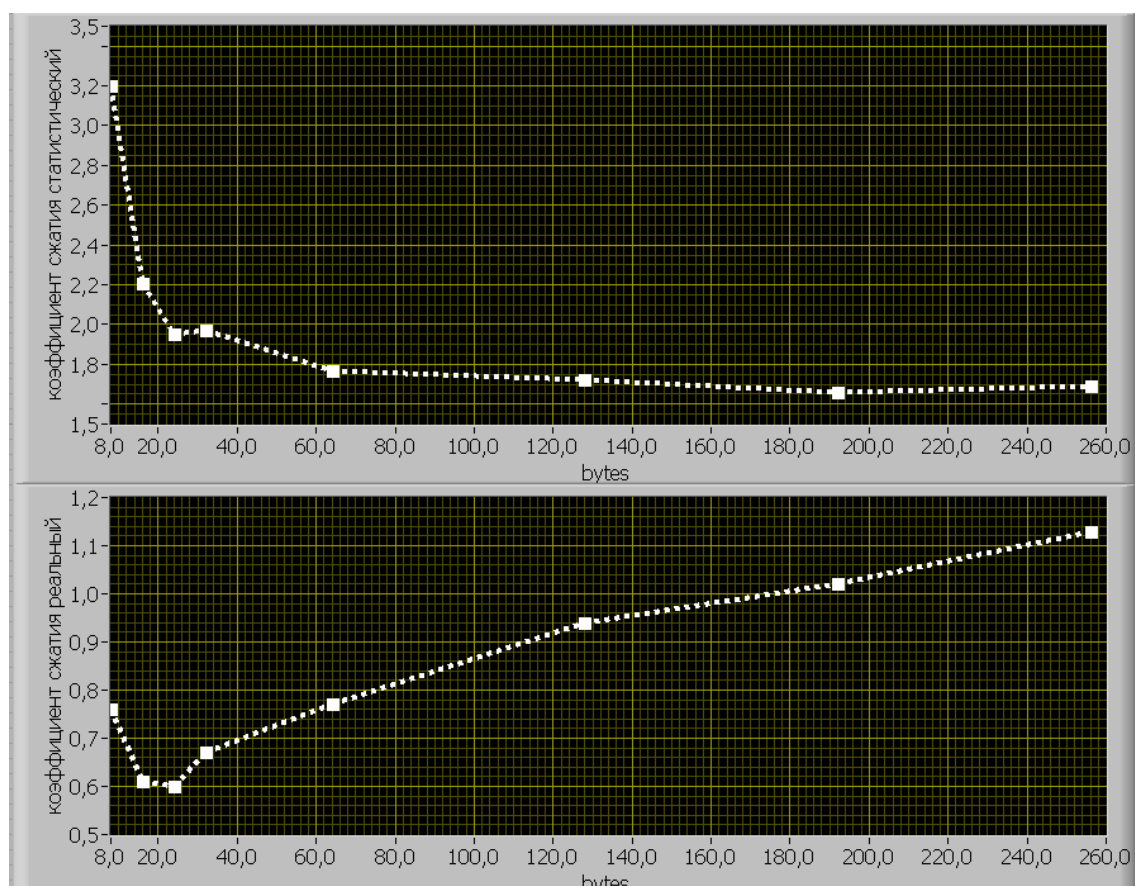


Рис. 5. Зависимость коэффициентов сжатия от количества байт кодируемой информации

ДМК-пресс, 2005. 2. Корниенко В.Т. Руководство к лабораторно-практическим занятиям «Основы алгоритмов кодирования информации с примерами на LabVIEW» по дисциплине «Алгоритмы кодирования и шифрования информации». – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2014.

УДК 538.574.6

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЩЕЛЕВОЙ ИМПЕДАНСНОЙ НАГРУЗКИ НА ОСНОВЕ ОТВЕРСТИЯ В БЕСКОНЕЧНОМ ИДЕАЛЬНО ПРОВОДЯЩЕМ ЭКРАНЕ

Кошкидько В.Г., Алпатова О.В., Сердюк Э.С.

ЮФУ, г. Таганрог, Россия

Тел. +7 (8634) 371733; E-mail: kvg59@mail.ru

Abstract: A mathematical model of the load impedance slit formed on the basis of the holes in the screen is considered in order to determine the equivalent surface impedance for the cases of H and E -polarizations. The problem is solved by reducing to strict integro-differential equation calculated by the Krylov-Bogolyubov method. Numerical results are obtained in the form of an equivalent surface impedance dependency on the size of the hole.

Key words: mathematical model, impedance load, equivalent surface impedance, numerical solution.

В радиолокации для управления рассеянными полями идеально проводящих объектов, наряду с применением радиопоглощающих материалов, широкое распространение получил метод управления рассеянным полем, основанный на использовании сосредоточенной или распределенной нагрузки, подключенной к рассеивающему объекту. При этом, конструкция, реализующая заданное значение импеданса на поверхности объекта, должна быть конформной, поскольку в подавляющем большинстве случаев изменение первоначальной формы рассеивающего объекта является недопустимым.

В наибольшей степени этим требованиям удовлетворяют щелевые импедансные нагрузки (ЩИН), построенные на основе отверстий в идеально проводящем экране. Исследованию характеристик некоторых конструкций ЩИН, посвящены работы [1–3, 5], в которых приводятся результаты для некоторых частных случаев конструкции и поляризации поля.

В данной работе рассмотрена ЩИН, выполненная на основе отверстия в экране, для случаев H - и E -поляризаций.

Математическая модель ЩИН (рис. 1) представлена в виде двух областей (V_1 и V_2), связанных через отверстие S_0 в бесконечно тонком идеально проводящем экране. Область V_1 с параметрами ϵ_{a1} , μ_{a1} содержит сторонние

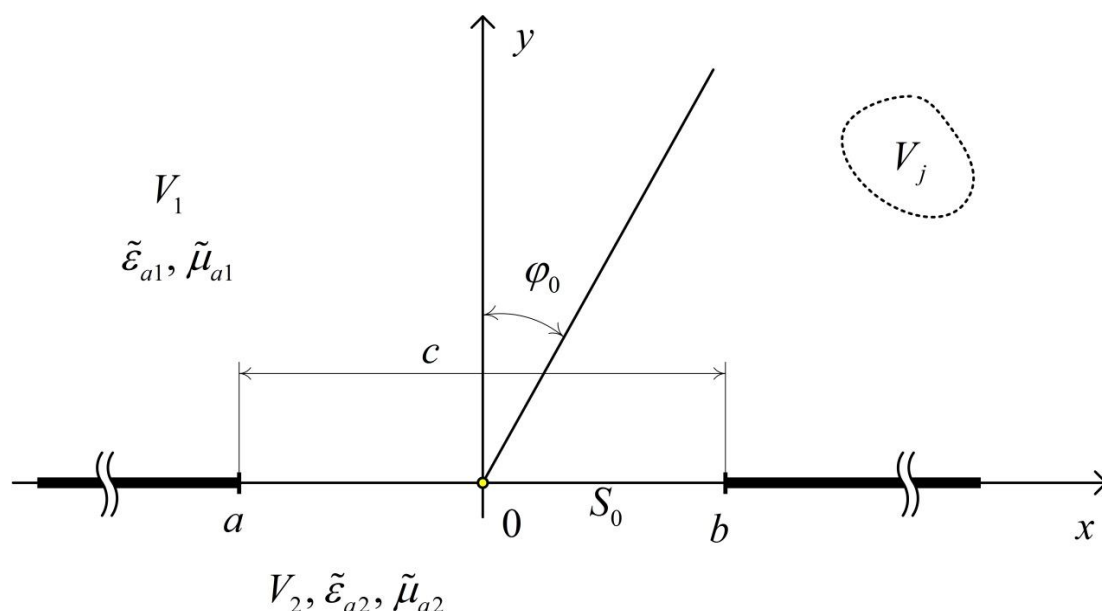


Рис. 1. Постановка задачи (математическая модель)

источники, расположенные в области V_j , которые излучают монохроматическое электромагнитное поле $\vec{E}^0, \vec{H}^0$, падающее под углом φ_0 к плоскости экрана. Область V_2 с параметрами ϵ_{a2}, μ_{a2} не содержит возбуждающих источников. Характеристики возбуждающих источников и параметры конструкции будем считать независимыми от координаты z (двумерная задача). Необходимо определить эквивалентный поверхностный импеданс этой конструкции.

Для решения задачи использован метод, основанный на сведении задачи к строгому интегральному уравнению (в случае H -поляризации) [4]

$$\int_a^b u(x') K(x, x') dx' = f(x),$$

и интегро-дифференциальному уравнению (в случае E -поляризации) [1, 5]

$$\left(\frac{d^2}{dx^2} + k^2 \right) \int_a^b u(x') K(x, x') dx' = f(x),$$

которые в ядрах $K(x, x')$ содержат логарифмическую особенность. Для численного решения полученных уравнений использовался метод Крылова-Боголюбова [1, 5].

В результате решений интегрального и интегро-дифференциального уравнений определяется касательная составляющая электрического поля в раскрыве щели S_0 , которая используется для нахождения интегральной характеристики – эквивалентного поверхностного импеданса, определяемого по следующим формулам [8]:

для случая H -поляризации

$$Z^{\mathcal{O}} = \int_0^T E_x(x') H_z^*(x') dx' \bigg/ \int_0^T |H_z(x')|^2 dx',$$

для случая E -поляризации

$$Z^{\mathcal{O}} = \int_0^T E_z(x) H_x^*(x) dx \bigg/ \int_0^T |H_x(x)|^2 dx,$$

где $Z^{\mathcal{O}}$ – эквивалентный поверхностный импеданс, T – интервал усреднения импеданса.

В результате решения задачи были рассчитаны зависимости комплексного эквивалентного поверхностного импеданса $Z^{\mathcal{O}} = R^{\mathcal{O}} + iX^{\mathcal{O}}$ для случаев H - и E -поляризации.

Все виды зависимостей приведены для активной $R^{\mathcal{O}}$ и реактивной $X^{\mathcal{O}}$ составляющих эквивалентного поверхностного импеданса, нормированного на сопротивление свободного пространства $W=120 \pi$ Ом для случая нормального падения электромагнитной волны ($\varphi_0=0^\circ$), при одинаковых значениях электрофизических параметров ϵ_{a1} , μ_{a1} и ϵ_{a2} , μ_{a2} в областях V_1 и V_2 .

На рис. 2 и рис. 3 представлены результаты численного эксперимента в виде зависимостей эквивалентного поверхностного импеданса от ширины щели, нормированной на длину падающей волны, причем на рис. 2 – для случая H -поляризации, а на рис. 3 – для случая E -поляризации.

Анализ полученных результатов, представленных на рис. 2 и рис. 3, показывает:

- реактивная составляющая эквивалентного поверхностного импеданса в случае H -поляризации имеет отрицательный знак, а в случае E -поляризации – положительный.
- как для случая H -поляризации, так и для случая E -поляризации, при увеличении ширины щели реактивная составляющая эквивалентного поверхностного импеданса стремится к нулю.
- как для случая H -поляризации, так и для случая E -поляризации, при увеличении ширины щели нормированная активная составляющая эквивалентного поверхностного импеданса стремится к 1, т.е. к сопротивлению свободного пространства.

Список литературы: 1. Кошкидько В.Г., Петров Б.М., Юханов Ю.В. Эквивалентный поверхностный импеданс пассивных импедансных нагрузок, выполненных на основе отверстия в экране, нагруженного двумерной полостью // РЭ, 1997, т. 42, № 6, с. 652–661. 2. Кошкидько В.Г., Ганжела Н.В. Эквивалентный поверхностный импеданс щелевых импедансных нагрузок, выполненных на основе связанных прямоугольных областей // РЭ, 1999, Т. 44.

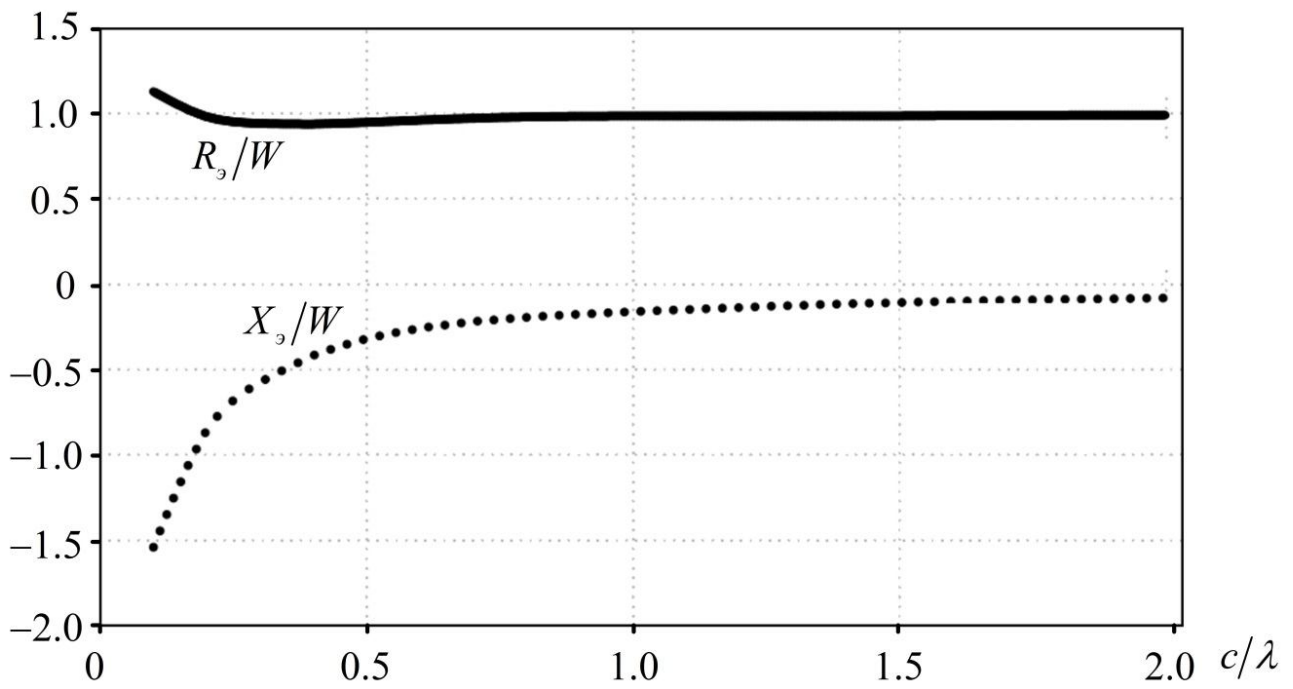


Рис. 2. Зависимость эквивалентного поверхностного импеданса от ширины щели. H -поляризация

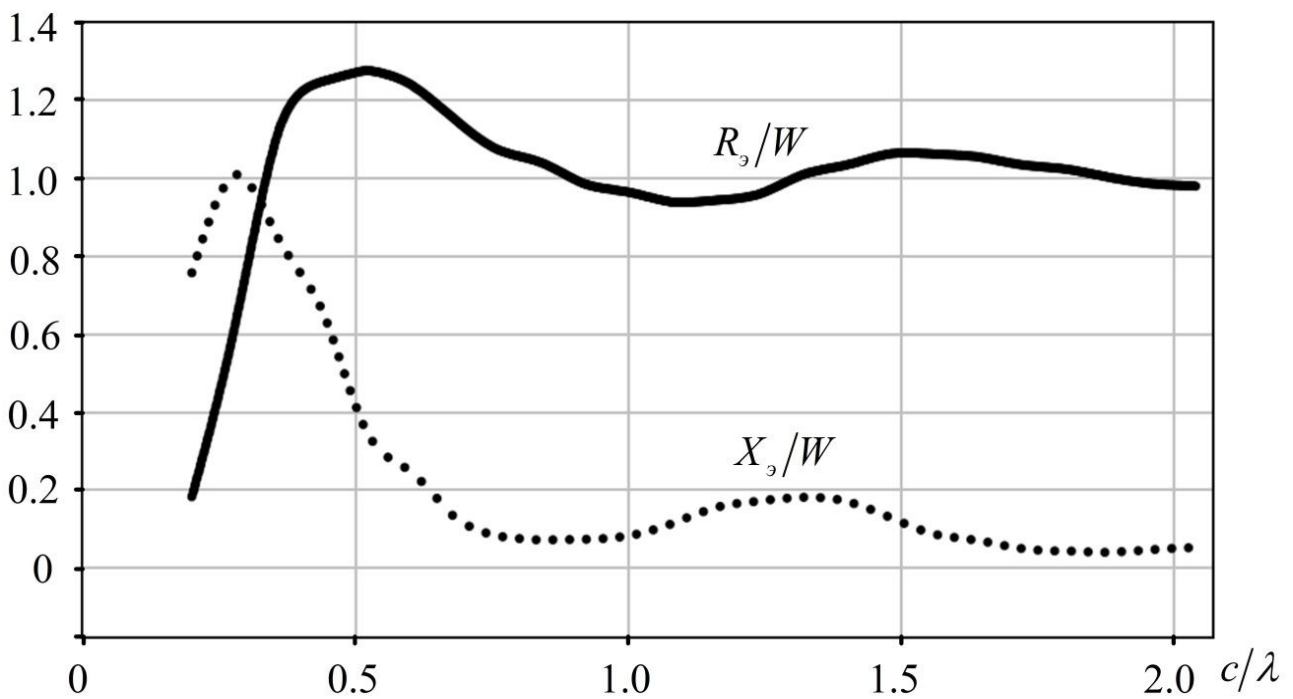


Рис. 3. Зависимость эквивалентного поверхностного импеданса от ширины щели. E -поляризация

№ 8. С. 880–888. 3. Кошкидько В.Г., Алпатова О.В. Эквивалентный поверхностный импеданс щелевой импедансной нагрузки на основе полуцилиндрической полости // РЭ. 1999. Т. 44. № 1. С. 25–28. 4. Захаров Е.В., Пименов Ю.В. Численный анализ дифракции радиоволн. – М.: Радио и связь, 1982. 5. Кошкидько В.Г., Алпатова О.В. Эквивалентный поверхностный импеданс щелевой импедансной нагрузки, выполненной на основе отверстия в экране. Случай Е-поляризации // РЭ. 2003. Т. 48. № 1. С. 57–63. 6. Марков Г.Т., Чаплин А.Ф. Возбуждение электромагнитных волн. – М.: Радио и связь, 1983. 7. Справочник по специальным функциям / Под ред. М.А. Абрамовица, М. Стиган. – М.: Наука, 1979. 832 с. 8. Цалиев Т.А., Черенков В.С. Возбуждение одиночной канавки и эквивалентный поверхностный импеданс ребристых структур // РЭ. 1985. Т. 30. № 9. С. 1689.

УДК 534.232

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЛЕКТИВНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ НИЗШИХ МОД НА МОРСКОМ ШЕЛЬФЕ С ПОМОЩЬЮ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ АНТЕННЫ В МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА

Кравчук Д.А.

ЮФУ, г. Таганрог, Россия

Тел. +7 (8634) 371791; E-mail denik545@ya.ru

Abstract: *The three-dimensional model of a field of pressure of a wave of differential frequency along the wave guide route taking into account absorption coefficient due to viscosity and heat conductivity of the environment of distribution of acoustic waves and absorption by ground soil, for system of remote monitoring of a condition of the hydrosphere of the small sea is calculated. Calculation of spatial distribution of amplitude of sound pressure of the first fashion is carried out. The received results of modeling allow to draw a conclusion on possibility of increase of range and resolution of detection of not uniformity of the hydrosphere on shoal.*

Key words: *small sea, ecology, selective excitation of modes.*

В теоретических исследованиях модель мелкого моря может быть представлена волноводом с акустически мягкими границами и волноводом с акустически жестким дном. Низшей модой распространяющейся в волноводе с акустически мягкими границами и акустически мягкой и жесткой границами является первая мода, она обладает наименьшим затуханием и дает наиболее однородное по глубине озвучивание толщи канала. Пространственные распределения амплитуды звукового давления первой моды в поперечной плоскости носит монотонный характер с достаточно очерченными границами и практически отсутствием явно выраженного бокового поля. При этом минимум амплитуды давления отмечается вблизи границ волновода.

Кроме того, если для поля разностной частоты дно можно считать практически идеально отражающей границей, то для более высокочастотной волны накачки коэффициент отражения по модулю может быть заметно меньше единицы. Поскольку частоты волн накачки близки, будем считать коэффициенты отражения одинаковыми $V_1=V_2=V$. Это позволяет характеризовать свойства дна для пучка накачки одним коэффициентом V отражения по интенсивности (на частоте ω). С учетом сделанных замечаний можно получить:

$$p_s = \frac{i\epsilon F}{4c^3} \left(\frac{2}{\pi}\right)^{1/2} \exp\{i\pi/4\} \frac{W}{H} \sum_m \psi_m(z) \frac{\exp\{-i\chi_m x\}}{\delta_m(\chi_m x)^{1/2}} N_m(\theta, \beta), \quad (1)$$

где $N_m(\theta, \beta)$ – диаграммный множитель, описывающий угловое распределение (по углу θ в горизонтальной плоскости) параметрического излучения на различных модах в зависимости от угла наклона β оси ПИ в вертикальной плоскости и имеет следующий вид:

$$N_m = \tilde{N}_m + F_1(\sigma_m)F_2(\sigma_m) - F_1(-\sigma_m)F_2(-\sigma_m). \quad (2)$$

Структура входящих в выражение (2) членов несколько различается в зависимости от того, в сторону дна или поверхности наклонена ось излучателя (в приведенных ниже выражениях значение угла β берется по модулю).

Результаты, представленные на рис. 1, 2 показывают, что при распространении акустических волн в мелком море, вертикальное распределение звукового давления по глубине сохраняет структуру, присущую возбужденной моде при распространении на всем участке анализируемой длины акустического волновода. Амплитуда звукового давления волны разностной частоты при этом спадает обратно пропорционально расстоянию, что характерно для случая распространения вторичных акустических волн при их нелинейном взаимодействии, что подтверждается рядом экспериментов [1–3].

Результаты расчета вертикальной структуры поля волны разностной частоты вдоль трассы распространения в акустическом волноводе приведены в [1, 5].

Применение параметрических антенн для работы на мелководье позволит за счет их высокой направленности, низкого уровня бокового поля, малогабаритности, широкополосности добиться наиболее однородного озвучивания по глубине толщ звукового канала и обеспечит селективное возбуждение мод в волноводе, путем изменения угла наклона излучателя к поверхности воды или дна, в результате которого можно повысить дальность и разрешающую способность обнаружения неоднородностей гидросферы на мелководье при минимальном уровне энергозатрат [4].

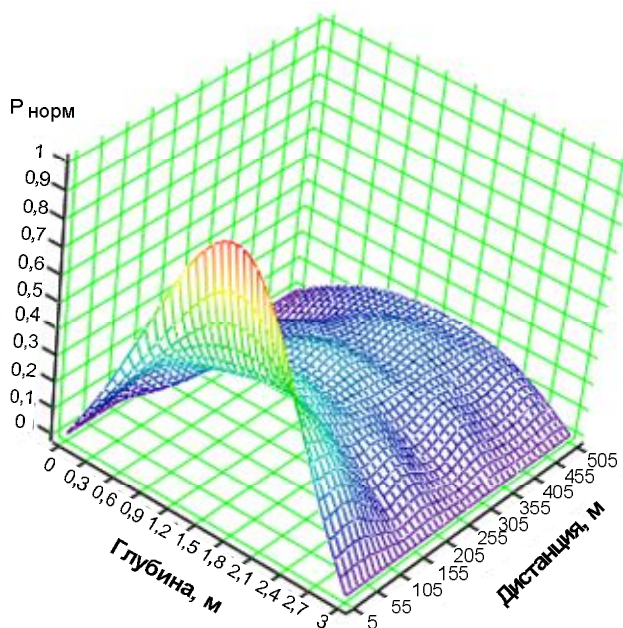


Рис. 1. Распределение звукового давления по глубине на расстоянии 505 м от излучателя ($F_{\text{н}}=13$ кГц, $f_{01}=160$ кГц, $f_{02}=147$ кГц, ширина ХН $\theta=2^\circ$), расположенного на глубине 2,5 м, при наклоне излучателя в сторону поверхности $\beta=7,50$

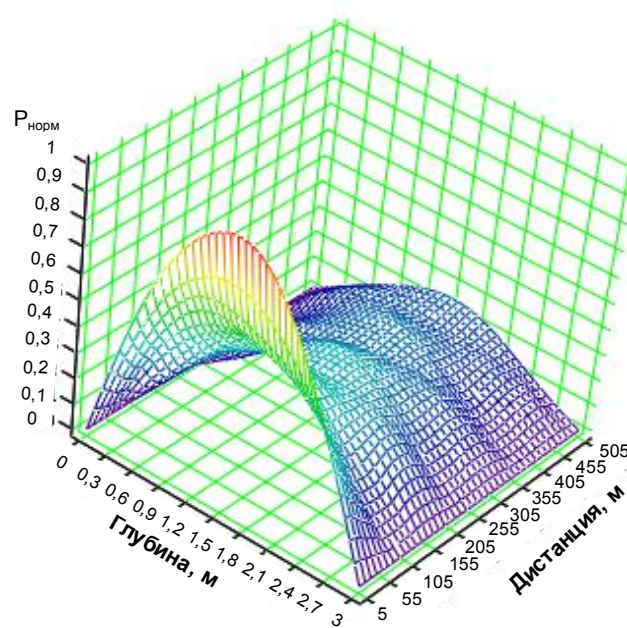


Рис. 2. Распределение звукового давления по глубине на расстоянии до 505 м от излучателя ($F_{\text{н}}=13$ кГц, $f_{01}=160$ кГц, $f_{02}=147$ кГц, ширина ХН $\theta=2^\circ$), расположенного на глубине 1,5 м, при наклоне излучателя в сторону дна $\beta = -7,50$

Список литературы: 1. Кравчук Д.А. Исследование структуры акустического поля параметрической антенны для мультиагентной системы мониторинга морского шельфа // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2013. – № 9 (146). – С. 120–123. 2. Кравчук Д.А., Бондарева Ж.Ю. Применение широкополосных сигналов в гидроакустических системах связи в мультиагентной системе мониторинга морского шельфа // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2013. – № 9 (146). – С. 256–258. 3. Кравчук Д.А. Экспериментальные исследования параметрических антенн для экологического мониторинга мелководных районов моря // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2009. Т. 95. – № 6. – С. 106–109. 4. Кравчук Д.А., Пивнев П.П., Маркова И.Н. Экспериментальные исследования электроакустических характеристик пьезоэлементов антенны для гидроакустических систем различного назначения // Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции «Современные направления теоретических и прикладных исследований ‘2012». – Выпуск 1. Том 1. – Одесса, 2012. – 96 с. 5. Использование сложных сигналов при создании гидроакустических систем связи // Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции «Научные исследования и их применение Современное состояние и пути развития ‘2012». – Выпуск 3. Том 1. – Одесса, 2012. – Цит: 312–713, 103 с.

ПРИМЕНЕНИЕ СЛОЖНЫХ СИГНАЛОВ ГИДРОАКУСТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ В МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА МОРСКОГО ШЕЛЬФА

Кравчук Д.А.

ЮФУ, г. Таганрог, Россия

Тел. +7 (8634) 371791; E-mail denik545@ya.ru

Abstract: *In the paper discusses about the basic methods of processing noise-like signals. When it detected in a noisy GA-channel correlation is the most applicable method. For cases with selective fading and pronounced the dispersion characteristics of the medium of propagation is expedient to consider using multi-carrier modulation orthogonal frequency division multiplexing (OFDM).*

Key words: *compound signals, noise-type signals.*

Применение сложных сигналов представляется перспективным также и при реализации навигационных средств средней дальности действия (10–15 км). Имеются три главных требования, обеспечивающих повышенные характеристики точности гидроакустических средств, в которых могут быть реализованы сложные сигналы:

- определение эффективной скорости распространения сигналов с высокой точностью за счет повышенной помехоустойчивости и реализации технологий выделения прямых лучей в сложных каналах связи;

- высокоточное определение времени прихода навигационных сигналов, зависящего только от полосы пропускания антенной системы.

- расширение возможностей навигационной системы, с помощью реализации систем управления и телеметрии за счет работы с ансамблем ортогональных навигационных сигналов.

Процесс в гидролокации, связанный как с увеличением дальности действия и повешением разрешающей способности по дальности и угловым координатам, так и с возможностями одновременного определения дальности и радиальной скорости целей, настойчиво требует использования в гидролокаторах сложных широкополосных зондирующих сигналов большой длительности. В последнее время для целей гидроакустической навигации и связи широкое распространение получили разработки, связанные с применением фазоманипулированных сигналов. Данный подход использован в ряде работ, посвященных экспериментальным исследованиям низкочастотных систем большой дальности действия [2]. Разработка гидроакустических средств навигационного обеспечения, телеуправления и телеметрии относится к числу приоритетных задач при создании подводных роботов для мониторинга морской среды. В используемых гидроакустических средствах с дальностью

действия 10–15 км, используются, как правило, простые сигналы с частотно-временным разделением для кодирования информации и обозначения абонентов навигационной сети [1].

Авторами работы [6] разработан и создан гидролокатор нового поколения. В качестве зондирующих сигналов при проведении испытаний использовались два сигнала: сигнал с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ), а также дискретно кодированный по частоте сигнал (ДКЧС). При проведении натурных экспериментов использовались практически все известные на сегодняшний день сигналы (с линейной, квадратичной, гиперболической модуляцией, дискретно-кодированные по частоте сигналы).

В ОАО «НИИП» был разработан экспериментальный образец гидролокатора, эксперименты по обнаружению целей в толще воды при использовании ДКЧС доказали большую дальность обнаружения цели, чем при использовании ЛЧМ-сигнала [7].

В работе [3] рассматриваются вопросы, относящиеся к разработке программно-аппаратных средств многоканальной обработки в реальном масштабе времени гидроакустических шумоподобных навигационных и управляющих сигналов, макетированию элементов и натурным экспериментам для обоснования характеристик системы.

Основным методом обработки ШПС при их обнаружении в зашумлённом ГА-канале связи является корреляционный метод. Решение об обнаружении и определении времени распространения навигационного сигнала между пунктами излучения и приема принимается по максимальному значению корреляционной функции на рассматриваемом интервале и задержке этого максимума относительно импульса синхронизации.

В настоящее время перспективно использовать модуляцию с множеством несущих OFDM (orthogonal frequency division multiplexing – ортогональное частотное уплотнение) в каналах связи с частотно-селективными замираниями и ярко выраженными дисперсионными характеристиками среды распространения сигнала. Для систем цифровой передачи данных модуляция и детектирование сигнала OFDM эффективно реализуется при использовании алгоритма быстрого преобразования Фурье (БПФ). Использование дополнительной частотной модуляции для многочастотного сигнала (OFDM-4M) позволяет решить ряд проблем при реализации OFDM. Для OFDM-4M не требуются линейные усилительные и преобразовательные каскады, снижена чувствительность много частота ого сигнала к доплеровскому сдвигу частот в канале связи, нет необходимости в когерентном детектировании сигнала, что существенно важно в каналах с быстро меняющимися фазовыми характеристиками [4].

Значительная нелинейная и нестационарная природа гидроакустических каналов связи требует значительной помехоустойчивости применяемых систем модуляции. Пропускная способность подобных линий связи полностью определяется величиной многолучевых искажений сигнала при

распространении [5]. Необходимо также отметить, что в гидроакустике (в отличие от радиосвязи) частотная модуляция в режиме телефонии (частоты звука 0,1–3,5 кГц) возможна только при частоте несущей свыше 100 кГц, т.к. ширина спектра частотно-модулированного ТЛФ-сигнала превышает 10 кГц.

В работах [5, 8] приведена автоматизированная установка для измерения параметров пьезоэлементов, которые будут использованы при создании подводных антенн связи.

Список литературы: 1. Агеев М.Д., Киселев Л.В., Матвиенко Ю.В. и др. Автономные подводные роботы // Системы и технологии. – М.: Наука, 2005. – 400 с. 2. Касаткин Б.А., Матвиенко Ю.В., Злобина Н.В., Рылов Р.Н. Принципы построения гидроакустических навигационных систем дальнего радиуса действия // Proc. of Intern. Conf. SubSeaTech'2007. June 25–28. – St. Petersburg, 2007. 3. Бурдинский И.Н., Матвиенко Ю.В. О применении сложных сигналов в гидроакустических системах навигации и управления подводными роботами. Институт проблем морских технологий ДВО РАН Владивосток // Подводные исследования и робототехника, 2008. – № 1 (5) 4. Родионов А.Ю. Многочастотные цифровые системы связи в условиях многолучевого распространения и их энергетическая эффективность // Вестник ДВО РАН. – 2007. – № 1. – С. 69–72. 5. Кравчук Д.А., Пивнев П.П., Маркова И.Н. Экспериментальные исследования электроакустических характеристик пьезоэлементов антенны для гидроакустических систем различного назначения // Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции «Современные направления теоретических и прикладных исследований '2012». – Выпуск 1. Том 1. – Одесса, 2012. – 96 с. 6. Демидов А.И., Залогин Н.Н., Комочком Р.Ш. и др. К вопросу о практическом применении сверхширокополосных зондирующих сигналов в отечественных гидролокаторах. Труды XI Всероссийской конференции «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики». – Санкт-Петербург: Наука, 2012. 7. Радиолокационные системы специального и гражданского назначения. 2010–2012 / Под ред. Ю.И. Белого. – М.: Радиотехника, 2011. – 920 с. 8. Кравчук Д.А., Бондарева Ж.Ю. Применение широкополосных сигналов в гидроакустических системах связи в мультиагентной системе мониторинга морского шельфа // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2013. – № 9 (146). – С. 256–258.

БАЗОВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ АЛГОРИТМА ТРЕХМЕРНОЙ ТРАССИРОВКИ РАДИОЛИНИИ В ПОМЕЩЕНИИ

Панычев А.И.

Институт радиотехнических систем и управления ЮФУ, г. Таганрог, Россия
Тел./факс: +7 (8634) 371634; E-mail: ruu2011@mail.ru

Abstract: *An algorithm for the three-dimensional ray tracing for the model of multipath propagation of signals the wireless local area network system indoor is proposed. It is based on deterministic approach and used the methods of geometrical optics, geometrical theory of diffraction and mirror image. The algorithm provides for the representation of space in the form of a set of modules, each of which is a cluster of uniting typical structural elements of buildings. Each module is made preliminary description of the shadow formation conditions for the rays of different structures. This allows without formation of the beam path to give an answer to the question about its existence in the selected point of the room volume and thus strongly reduce computing resources as at the stage of the trace, so when calculating the energy characteristics of radiation.*

Key words: *algorithm, multi-path propagation, rays tracing, geometrical optics method, geometric theory of diffraction, the method of a mirror image, WLAN.*

Предлагаемый алгоритм позволяет производить полную трехмерную трассировку многолучевого распространения радиоволн локальной беспроводной системы связи в помещении и является первым этапом расчета комплексной амплитуды электромагнитного поля в точке приема.

Базовые положения предлагаемого алгоритма трехмерной трассировки радиолинии в помещении следующие [1, 2].

1) Отражение, преломление и дифракция радиоволн описываются на основе методов геометрической оптики, зеркального изображения и геометрической теории дифракции.

2) Реальные объекты, присутствующие в существенной для распространения радиоволн области, моделируются простейшими геометрическими телами, для которых известны решения модельных задач отражения и дифракции.

3) Используется принцип модульности внутреннего пространства здания, в соответствии с которым весь объем разделяется на отдельные кластеры, обладающие характерными геометрическими чертами. Простейшим кластером является полый прямоугольный параллелепипед.

Другие варианты кластеров образуются на основе базового. Так, несущие конструкции здания моделируются круговым цилиндром, произвольным шестигранником, призмами с различным основанием и другими телами.

Наличие дверных и оконных проемов учитывается вырезами прямоугольной или иной формы. Лестничные марши аппроксимируются наклонной гребенчатой структурой. Для каждого изолированного кластера выполняется лучевая трассировка радиоволн, учитывающая его геометрические особенности.

4) Сочленение кластеров производится путем «сшивания» общих граней. Для этого предусмотрена возможность использования для каждой грани модуля различных материалов, в том числе и материала со свойствами вакуума.

5) Идентификационными признаками каждого луча являются: азимутальный и угломестный углы выхода из точки расположения передатчика; угол падения для каждого отражения; координаты каждой точки отражения, дифракции и прохождения; суммарная длина хода; азимутальный и угломестный углы прихода в точку расположения приемника; вектор поляризации; количество отражений; количество дифракций; количество прохождений сквозь препятствия; структура луча – прямой; одно-, дву- и большей кратности отражения; дифракционный на ребре, вершине или гладкой поверхности; прошедший из смежного модуля; комбинированный (отражение – дифракция – прохождение любой кратности и их сочетания).

6) Заранее задается максимальное количество учитываемых отражений, дифракций и прохождений. Луч, превышающий этот лимит, не рассматривается.

7) Трассировка лучей в каждом кластере в составе группы, формирующей пространство помещения, выполняется с учетом лучей, прошедших из соседних модулей. При этом каждая точка на общей грани модулей рассматривается как вторичный источник с диаграммой направленности в виде дельта-функции, задающей направление луча в предыдущем модуле, с амплитудой и поляризацией этого луча и с «историей» отражений, дифракций и преломлений во всех предыдущих модулях.

8) На первом этапе трассировки формируются условия тени для каждого луча внутри кластера. Это позволяет существенно оптимизировать процедуру трассировки лучей, исключив из рассмотрения те области пространства, где луч данной структуры отсутствует.

Трассировка лучей в кластере опирается на базовые алгоритмы, которые можно разделить на несколько групп.

1) Алгоритмы, реализующие известные соотношения аналитической геометрии. Сюда входят процедуры, позволяющие определить: коэффициенты уравнения плоскости, заданной различными способами; коэффициенты уравнения линии пересечения двух плоскостей; координаты вектора нормали к плоскости; координаты точки пересечения прямой и плоскости; координаты точки пересечения двух прямых; угол пересечения двух плоскостей; угол пересечения прямой и плоскости; угол пересечения между двумя прямыми; нормальную и тангенциальную составляющие вектора относительно плоскости; координаты зеркального изображения точки относительно плоскости.

2) Алгоритмы, определяющие взаимное расположение точки (передатчика или приемника) и препятствия:

- выработка координат вектора нормали (внешней или внутренней) к поверхности препятствия;
- проверка точки на принадлежность поверхности препятствия – лежит ли точка на грани, ребре или вершине тела;
- проверка точки на принадлежность внутреннему объему препятствия;
- проверка грани, ребра и вершины препятствия на «освещенность» лучами источника радиоволн.

3) Алгоритмы, формирующие области пространства, занятые тенью от препятствия для луча выбранной структуры.

Алгоритмы этой группы базируются на процедуре построения области тени за некоторой плоской фигурой, с помощью которых аппроксимируется поверхность препятствия. В случае, когда препятствие моделируется многогранником, гранью поверхности является плоский многоугольник.

Алгоритм проверки, находится ли выбранная точка пространства в области тени, отбрасываемой плоским N -угольником, состоит в следующем (рис. 1). Исходными данными являются:

- координаты точки расположения источника радиоволн $p^t=(x^t, y^t, z^t)$;
- координаты точки расположения приемника $p^r=(x^r, y^r, z^r)$, для которой проверяется принадлежность области тени;
- координаты вершин $1, 2, 3, \dots, N$, определяющих положение многоугольника в пространстве.

На первом шаге проверяется, расположены ли точки p^t и p^r по одну сторону от плоскости многоугольника. Если да, то вырабатывается решение, что точка p^r не принадлежит области тени. В противном случае проверка продолжается. Сначала формируются координаты $p=(x, y, z)$ произвольной

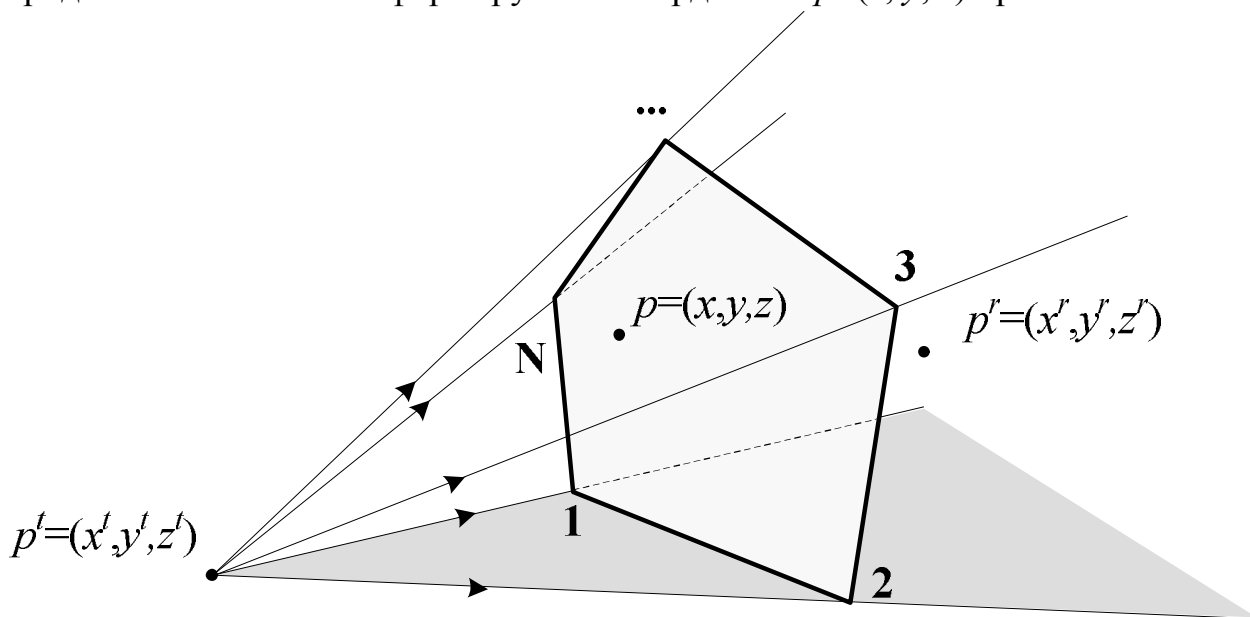


Рис. 1. К алгоритму формирования тени, образуемой плоским многоугольником

точки, принадлежащей многоугольнику. Затем проверяется, находятся ли точки p и p' по одну сторону от плоскости, определяемой тремя точками – источником p' и двумя соседними вершинами многоугольника (на рис. 1 представлен случай, когда плоскость проходит через вершины 1, 2). Такая проверка производится последовательно для всех сторон многоугольника. Если хотя бы для одной из пар соседних вершин точки p и p' окажутся по разные стороны от плоскости, значит, точка p' не принадлежит области тени и процедура прекращается. Таким образом, в алгоритме минимальное количество сравнений равно единице, а максимальное составляет $N+1$ раз.

Алгоритмы формирования препятствием области тени для лучей различной природы и структуры без потери общности можно проиллюстрировать геометрическими построениями в одной из характерных плоскостей, например, в плоскости $z=\text{const}$ (рис. 2). Рассмотрим процедуры выделения области пространства, занятой тенью, отбрасываемой различными лучами.

1) Прямые лучи (рис. 2, а). Алгоритм включает следующие шаги:

- определяются все освещенные прямыми лучами грани объекта;
- для каждой освещенной грани формируется область отбрасываемой ею тени;
- все полученные области пространства объединяются.

2) Лучи однократного отражения от стены (рис. 2, б). Используется алгоритм для прямых лучей, но в качестве источника задается зеркальное изображение точки передатчика относительно отражающей стены.

3) Лучи однократного отражения от грани препятствия (рис. 2, в).

Алгоритм применяется для каждой освещенной грани и состоит в следующем:

- отыскивается зеркальное изображение точки передатчика относительно этой грани;
- для полученной точки формируется область отбрасываемой гранью тени;
- условие существования тени инвертируется.
- сформированные таким образом области пространства для всех освещенных граней объединяются (на рис. 2, в лучевая трассировка выполнена только для одной из освещенных граней).

4) Лучи двукратного отражения от противоположных стен (рис. 2, г). В этом случае виртуальным источником лучей является точка, полученная в результате двукратного построения зеркального изображения: сначала для истинной точки передатчика относительно стены первого отражения, а затем для этого «зеркального источника» относительно стены второго отражения. Тень для луча такой структуры состоит из двух областей пространства, каждая из которых формируется по алгоритму тени для прямых лучей: первая образована препятствием, вторая – пятном тени для лучей первого отражения на поверхности второго отражения, и соответствует части пространства, где лучи двукратного отражения не порождаются. Эти области могут частично и даже полностью накладываться одна на другую.

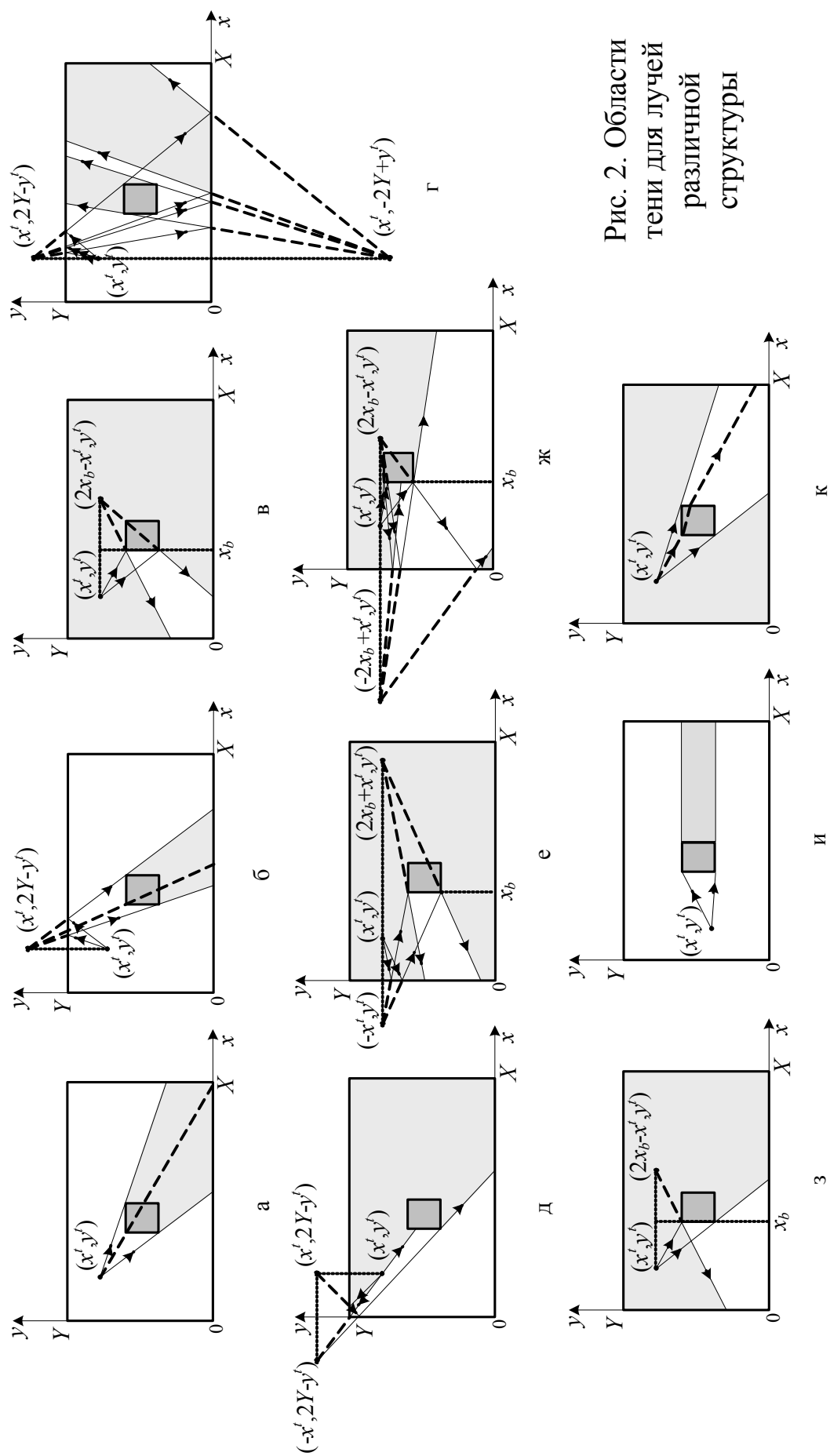


Рис. 2. Области
тени для лучей
различной
структуры

Очевидно, что для общего случая многократного отражения от противоположных стен количество частей итоговой тени совпадает с числом отражений, при этом «мертвые» зоны на отражающих поверхностях для лучей второго и следующих отражений могут быть сформированы по рекуррентному алгоритму.

5) Лучи двукратного отражения от смежных стен (рис. 2, д). Как и в предыдущем случае, виртуальный источник лучей получается в результате последовательного построения зеркального изображения точки передатчика относительно рассматриваемых стен. Тень также образована двумя областями: первая формируется препятствием, а вторая ограничена «предельным» лучом, дважды отразившимся на стыке стен, и определяет часть пространства, где лучи такой структуры не порождаются. Эта часть тени определяется местом положения передатчика и не зависит от расположения препятствия.

6) Лучи двукратного отражения типа стена – грань препятствия (рис. 2, е). Процедура формирования области тени повторяет алгоритм 3), в котором источник получен двойным зеркальным отображением точки передатчика последовательно относительно плоскости стены и плоскости грани.

7) Лучи двукратного отражения типа грань препятствия – стена (рис. 2, ж). Алгоритм построения тени совпадает со случаем 4) с одним отличием – первое зеркальное изображение точки передатчика строится относительно плоскости грани препятствия.

8) Лучи однократной дифракции на ребрах препятствия (рис. 2, з). Область пространства, в которой могут существовать такие лучи, ограничена двумя соответствующими крайним точкам кромки конусами дифракционных лучей и примыкающими к кромке гранями препятствия. Поскольку угол раствора конуса дифракционных лучей равен углу между ребром и падающим лучом, алгоритм трассировки для рассматриваемых лучей является комбинацией алгоритмов 1) и 3). На ближнем к источнику волн конце ребра угол раствора конуса соответствует отраженному прямому лучу, а на дальнем конце – коснувшемуся кромки прямому лучу.

9) Лучи однократной дифракции на вершине препятствия (рис. 2, и). При падении луча на острие пучок порожденных дифракционных лучей является изотропным, следовательно, область тени для них образуется пересечением внутренних полуплоскостей всех прилегающих к рассматриваемой вершине граней.

10) Лучи, прошедшие сквозь препятствие (рис. 2, к). Вблизи стыка двух смежных граней ход луча, преломленного одной гранью и вышедшего из соседней, практически совпадает с трассой прямого луча, коснувшегося общего ребра этих граней. Следовательно, алгоритм построения области тени для прошедших сквозь препятствие лучей состоит в применении алгоритма 1) с последующей инверсией выработанного условия.

Таким образом, для любого типа лучей в общем случае область тени занимает значительную часть как внутреннего пространства, так и

ограничивающих поверхностей. Следовательно, исключение этих областей из рассмотрения способно обеспечить существенное ускорение на следующем этапе анализа покрытия зоны обслуживания локальной беспроводной сети связи в помещении – этапе расчета интенсивности поля.

Список литературы: 1. Панычев А.И. Трассировка многолучевого распространения радиоволн внутри зданий // Вопросы специальной радиоэлектроники. Серия «Общие вопросы радиоэлектроники (ОВР)». Научн.-техн. сборник. Вып. 1. Москва–Таганрог, 2012. – С. 182–187. 2. Панычев А.И. Алгоритм трехмерной трассировки радиоволн локальной беспроводной сети // Известия ЮФУ. Технические науки. Научн.-техн. и прикладной журнал. № 11 (136), 2012. С. 31–41.

УДК 621.396.98

ОЦЕНКА КАНАЛЬНОЙ МАТРИЦЫ MIMO СИСТЕМЫ WLAN

Панычев А.И., Шевченко А.В.

Институт радиотехнических систем и управления ЮФУ, г. Таганрог, Россия
Тел./факс: +7 (8634) 371634; E-mail: ruu2011@mail.ru

Abstract: The MIMO system WLAN, allowing to increase throughput without increasing power output and band of operating frequencies at admissible probability of errors in the transmitted information is analyzed. The communication system containing transmitting antenna in the form of M elements and a receiving antenna system of N elements is considered. The individual elements of the transmitting and receiving antenna systems can be of various designs with various polarization and directional characteristics. Properties of spatial channel describes the complex coefficients of transmission capacity h_{mn} from the m -th element of the transmitting antenna array to the n -th element of the receiving array. The aggregate of factors h_{mn} , $m = 1, \dots, M$, $n = 1, \dots, N$ forms a channel matrix H .

Assessment of elements channel matrix for multipath is obtained in the approximation of geometric optics. Proposed terms for elements channel matrix system MIMO WLAN while still working group emitters on the same frequency.

Key words: WLAN, MIMO, channel matrix, multipath propagation, geometric optics, power loss, channel traffic capacity

Условия распространения электромагнитных волн, переносящих информацию в локальных системах беспроводной связи (WLAN), неподконтрольны разработчикам систем передачи информации и, следовательно, не могут быть изменены или, тем более, оптимизированы. Наибольшие трудности вызывает расчет потерь радиосигнала в системах WLAN, работающих внутри помещений и в условиях городской застройки.

Применение ММО систем позволяет обеспечить расширение зоны покрытия и сглаживание мертвых зон, вызванных замираниями сигнала из-за многолучевого распространения, и, в конечном счете – увеличение пропускной способности линии связи без увеличения излучаемой мощности и полосы рабочих частот при допустимой величине вероятности ошибок в передаваемой информации. Достоинством ММО систем является их максимальная приспособленность к комплексному решению проблемы повышения скорости передачи данных за счет формирования физически различных каналов, сочетающих пространственное разделение сигналов с применением ортогональных кодов, разделением каналов по частоте, времени, поляризации [1, 2].

Пропускная способность канала системы ММО, как правило, анализируется на основе известной формулы Шеннона, использующей отношение сигнал / (шум+помеха) на конце линии передачи [3–5]. Для расчета этого отношения влияние пространства, участвующего в распространении радиоволн, удобно описывать с помощью коэффициентов передачи сигналов между сегментами антенных решеток на концах линии связи. Эти коэффициенты соответствуют ортогональным пространственным подканалам в составе общего физического канала, и их совокупность образуют канальную матрицу ММО системы. Обычно коэффициенты передачи считаются известными, так как предполагается их периодическое измерение с помощью последовательности тестовых сигналов.

Применение тестовых последовательностей позволяет учесть случайный характер коэффициентов передачи вследствие одновременного или изолированного воздействия многих факторов: интерференции рассеянных лучей в условиях городской застройки или внутри помещений, частотной дисперсии вследствие эффекта Доплера при взаимном перемещении передатчика и приемника, зависимости от времени собственных шумов приемной части, изменении свойств существенного для распространения сигналов пространства и так далее. Однако вместе с этим применение эмпирического метода оценки канальных коэффициентов передачи в системах ММО влечет за собой: во-первых, уменьшение пропускной способности, ради увеличения которой такие системы и создаются; во-вторых, существенное усложнение диаграммообразующих устройств приемной и передающей антенных решеток; в-третьих, утрату универсальности алгоритмов обработки сигналов. По этим причинам измерение коэффициентов передачи с помощью пилот-сигналов оправдано в выполняющих специальные функции системах связи на основе адаптивных антенных решеток или smart-антенн.

Для систем массового характера фактические значения коэффициентов передачи сигналов, как правило, не представляют существенного значения, поскольку эти системы проектируются с запасом мощности передатчиков. Разработчики таких систем, упоминая о необходимости учета свойств физического канала связи, обычно ограничиваются качественным описанием

присущих этому каналу эффектов [2]. Вместе с тем на этапах проектирования и разворачивания массовой системы беспроводной связи необходимо иметь оценочные расчетные значения коэффициентов передачи сигналов, что позволит оптимизировать количество точек доступа и их расположение в конкретной ситуационной обстановке.

Теоретический учет препятствий между приемником и передатчиком, вызывающих множественные отражения, дифракции и прохождения сквозь преграды электромагнитных волн внутри помещений, является серьезной проблемой. Разработанные приближенные методы расчета распространения радиосигнала в сложных пространственных условиях основаны на допущениях геометрической оптики и геометрической теории дифракции. В последние годы предпочтение отдается численному моделированию распространения радиоволн с помощью специализированных программ [6]. Однако такие универсальные программные продукты не дают приемлемой точности в условиях конкретных помещений. Во многих случаях оказываются полезными иметь несложные оценочные формулы и алгоритмы, позволяющие выработать рекомендации по оптимальному размещению точек доступа и определить места наиболее глубоких «мертвых зон».

Рассмотрим систему связи, содержащую передающую антенну в виде системы из M элементов и приемную антенную систему из N элементов (рис. 1). Отдельные элементы передающей и приемной антенных систем могут иметь различные конструкции с различными поляризационными и направленными характеристиками. Свойства пространственного канала описываются комплексными коэффициентами передачи мощности h_{mn} из m -го элемента передающей антенной решетки в n -й элемент приемной решетки. Совокупность коэффициентов h_{mn} , $m = 1, \dots, M$, $n = 1, \dots, N$ образует канальную матрицу $\mathbf{H}$.

Учитывая, что MIMO системы WLAN внутри помещений, как правило, базируются на стандарте IEEE 802.11, правомерным является приближение геометрической оптики, и выражение для оценки величины коэффициента передачи мощности h_{mn} можно получить, используя известную модель радиолинии при наличии плоской отражающей поверхности [7]:

$$h_{mn} = D_{\text{пер}m} D_{\text{пр}n} F_{\text{пер}m}^2(\theta_{mn}, \varphi_{mn}) F_{\text{пр}n}^2(\pi - \theta_{mn}, \pi + \varphi_{mn}) \Gamma_{0mn} \Gamma_{\text{пол}mn} \Gamma_{\text{пер}m} \Gamma_{\text{пр}n} |V_{mn}|^2, \quad (1)$$

где индексы «пер m » и «пр n » относятся к m -му сегменту передающей антенны и n -му сегменту приемной антенны, соответственно; все компоненты формулы вычисляются на рабочей длине волны генератора передающего элемента $\lambda_{\text{пер}m}$; пространственные параметры задачи пояснены на рис. 1; $P_{\text{пер}m}$ и $P_{\text{пр}n}$ – мощности на входе передающего и выходе приемного элемента; $D_{\text{пер}m}$ и $D_{\text{пр}n}$ – максимальные значения коэффициентов направленного действия;

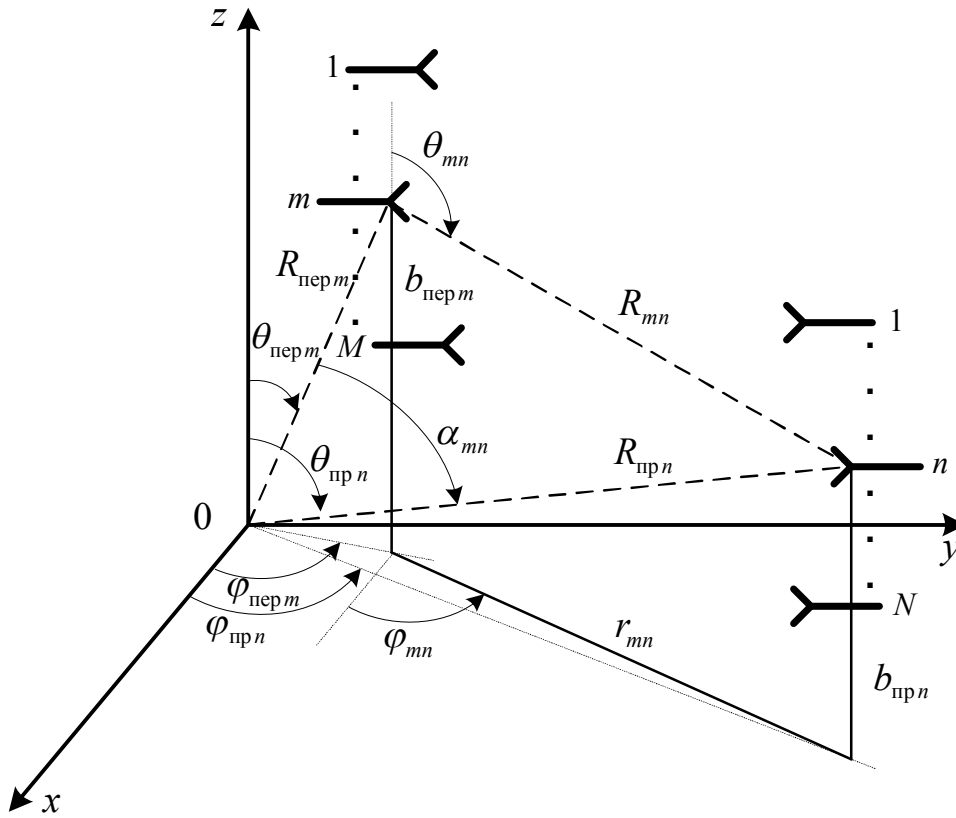


Рис. 1. Структура пространственного канала системы ММО

$F_{\text{пер } m}^2(\theta_{mn}, \varphi_{mn})$ и $F_{\text{пр } n}^2(\pi - \theta_{mn}, \pi + \varphi_{mn})$ – выборки из нормированных амплитудных диаграмм направленности (ДН) по мощности в направлении на другой сегмент, если для ДН используется стандартное выражение, то местная система координат приемного сегмента должна быть повернута по

азимутальной координате на π ; $\Gamma_{0mn} = \left(\frac{\lambda_{\text{пер } m}}{4\pi R_{mn}} \right)^2$ – множитель основного

ослабления сигнала на радиолинии длиной R_{mn} , которая задается между характерными точками передающего и приемного элементов, например, между фазовыми центрами или центрами излучения, и такова, что сегменты антенн находятся в дальних зонах друг друга; $\Gamma_{\text{пол } mn} = |\xi_{mn}|^2$ – поляризационный коэффициент передачи по мощности, ξ_{mn} является скалярным произведением векторов поляризации излучающего и приемного сегментов и определяет степень рассогласования по поляризации, $0 \leq |\xi_{mn}| \leq 1$;

$\Gamma_{\text{пер } m} = \eta_{\text{пер } m} \left(1 - |\rho_{\text{пер } m}|^2 \right)$ и $\Gamma_{\text{пр } n} = \eta_{\text{пр } n} \left(1 - |\rho_{\text{пр } n}|^2 \right)$ – затухания радиосигнала в передающем и приемном элементах из-за омических потерь, учитываемых коэффициентами полезного действия $\eta_{\text{пер } m}$ и $\eta_{\text{пр } n}$, и из-за рассогласования элементов антенн с линиями передачи, учитываемого коэффициентами

отражения на входах согласующих устройств этих элементов $\rho_{\text{пер } m}$ и $\rho_{\text{пр } n}$; V_{mn} – множитель влияния среды.

В электромагнитном поле излучающего сегмента, имеющем характер локально плоских волн, в общем случае присутствуют обе поперечные составляющие, которые условно можно считать соответственно вертикально (индекс « $\parallel$ ») и горизонтально (индекс « $\perp$ ») поляризованными. Тогда входящий в формулу (1) квадрат модуля множителя влияния среды равен

$$|V_{mn}(R_{mn}, \lambda_{\text{пер } m})|^2 = |V_{\parallel mn}(R_{mn}, \lambda_{\text{пер } m})|^2 + |V_{\perp mn}(R_{mn}, \lambda_{\text{пер } m})|^2.$$

Если в течение некоторого интервала времени в передающей антенной системе Q излучателей из M работают на одной длине волны $\lambda_{\text{пер } q}$, то ДН для каждого q -го излучателя ($q = 1, 2, \dots, Q; Q \leq M$) в течение этого промежутка времени определяется векторной суммой ДН этих излучателей, и тогда в (1) следует использовать

$$F_{\text{пер } q}^2(\theta_{qn}, \varphi_{qn}) = \left| \sum_{g=1}^Q |I_{0g}| e^{j\psi_{0g}} F_g(\theta_{qn}, \varphi_{qn}) e^{jk_q R_{gn} \cos \alpha_{gn}} \right|^2,$$

где $|I_{0g}| e^{j\psi_{0g}}$ – нормированный входной ток g -го излучателя; $F_g(\theta, \varphi)$ – нормированная ДН по напряженности поля; α_{gn} – угол между направлениями на передающий и приемный сегменты; k_q – коэффициент распространения на длине волны $\lambda_{\text{пер } q}$. В случае, когда все Q излучателей одинаковы, суммарная ДН определяется на основе теоремы перемножения.

Выражение для множителя влияния среды при одновременной работе Q излучателей на одной частоте также усложняется:

$$|V_{qn}(R_{qn}, \lambda_{\text{пер } q})|^2 = \left| \sum_{g=1}^Q |V_{\parallel gn}(R_{gn}, \lambda_{\text{пер } q})| e^{j\Phi_{\parallel gn}(R_{gn}, \lambda_{\text{пер } q})} \right|^2 + \\ + \left| \sum_{g=1}^Q |V_{\perp gn}(R_{gn}, \lambda_{\text{пер } q})| e^{j\Phi_{\perp gn}(R_{gn}, \lambda_{\text{пер } q})} \right|^2.$$

В общем случае все компоненты в (1) обладают свойствами случайных величин, однако в наибольшей степени неопределенность свойственна множителю влияния среды V_{mn} , который является сложной функцией большого числа случайных аргументов. Для условий атмосферы плотность распределения модуля V_{mn} подчиняется закону распределения Релея, а плотность распределения его фазы описывается равномерным законом. В условиях

помещения и городской застройки законы распределения модуля и фазы множителя влияния среды, как правило, не определяются, случайный характер элементов канальной матрицы учитывается посредством эмпирических формул [8, 9].

Список литературы: 1. *Foschini G.J., Gans V.J.* On Limits of Wireless Communications in a Fading Environment when Using Multiple Antennas // *Wireless Personal Communications*. 1998. No. 3. P. 311–335. 2. *Слюсар В.* Системы ММО: принципы построения и обработка сигналов // *Электроника: Наука, Технология, Бизнес*. 2005. № 8. С. 52–58. 3. *Ермолаев В.Т., Мальцев А.А., Флакман А.Г., Маврычев Е.А., Тираспольский С.А., Болховская О.В.* Применение адаптивных антенных решеток для повышения скорости передачи информации // *Труды Научной конференции по радиофизике. – ННГУ*, 2002. С. 22–28. 4. *Серебряков Г.В.* Пропускная способность антенных решеток с квадратичной обработкой в случайном канале // *Актуальные проблемы статистической радиофизики (Малаховский сборник)*. 2005. Т. 4. С. 53–59. 5. *Ермолаев В.Т., Флакман А.Г., Лысяков Д.Н.* Эффективность пространственного разделения пользователей в CDMA-системах связи в релейском федингуемом канале с частотной дисперсией // *Актуальные проблемы статистической радиофизики (Малаховский сборник)*. 2006. Т. 5. С. 136–147. 6. *Банков С.Е., Курушин А.А.* Расчет и моделирование распространения радиоволн в городской среде и пересеченной местности с помощью программы Wireless InSite // *EDA Express*. 2004. № 9. С. 35–39. 7. *Панычев А.И.* Алгоритм трехмерной трассировки радиоволн локальной беспроводной сети // *Известия ЮФУ. Технические науки. Научн.-техн. и прикладной журнал*. № 11 (136), 2012. С. 31–41. 8. *Милютин Е.Р. и др.* Методы расчета поля в системах связи дециметрового диапазона. - СПб.: Триада, 2003. – 159 с. 9. *Пономарев Г.А., Куликов А.М., Тельпуховский Е.Д.* Распространение УКВ в городе. – Томск: МП «Раско», 1991.

УДК 519/152

О РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИИ В МНОГОФАЗНЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

Скубилин М.Д., Спиридонов Б.Г.

ИТА ЮФУ, г. Таганрог, Россия

Тел. +7(8634) 371611; E-mail: tmina@fep.tti.sfedu.ru

Abstract: *In job the question of optimization of structures of control systems is considered.*

Key words: *Control system, phase.*

Оптимизация систем управления (СУ) допускает использование метода динамического программирования, что возможно, если критерии эффективности аддитивны, использовать в чистом виде или в комбинации с методом статистического поиска. Однако в многофазных СУ, и в особенности в эргатических СУ, в СУ с человеком в контуре управления, аппарат линейных стохастических сетей малоэффективен, хотя и применим с повторной оптимизацией.

Из рассмотрения СУ при однородных каналах обслуживания, установлено, что проектируемая СУ, как правило, состоит из N фаз ($j=1, 2, \dots, N$). В качестве нулевой фазы ($j=0$) принимается внешняя, относительно СУ, среда, из которой поступают в СУ заявки на обслуживание и куда они уходят после завершения обслуживания. В процессе функционирования СУ заявка проходит последовательно ряд фаз (Φ), в каждой из которых производится соответствующее обслуживание (рис. 1).

Для эффективного управления технологической системой с человеком-оператором в контуре управления, эргатической системой управления (ЭСУ),

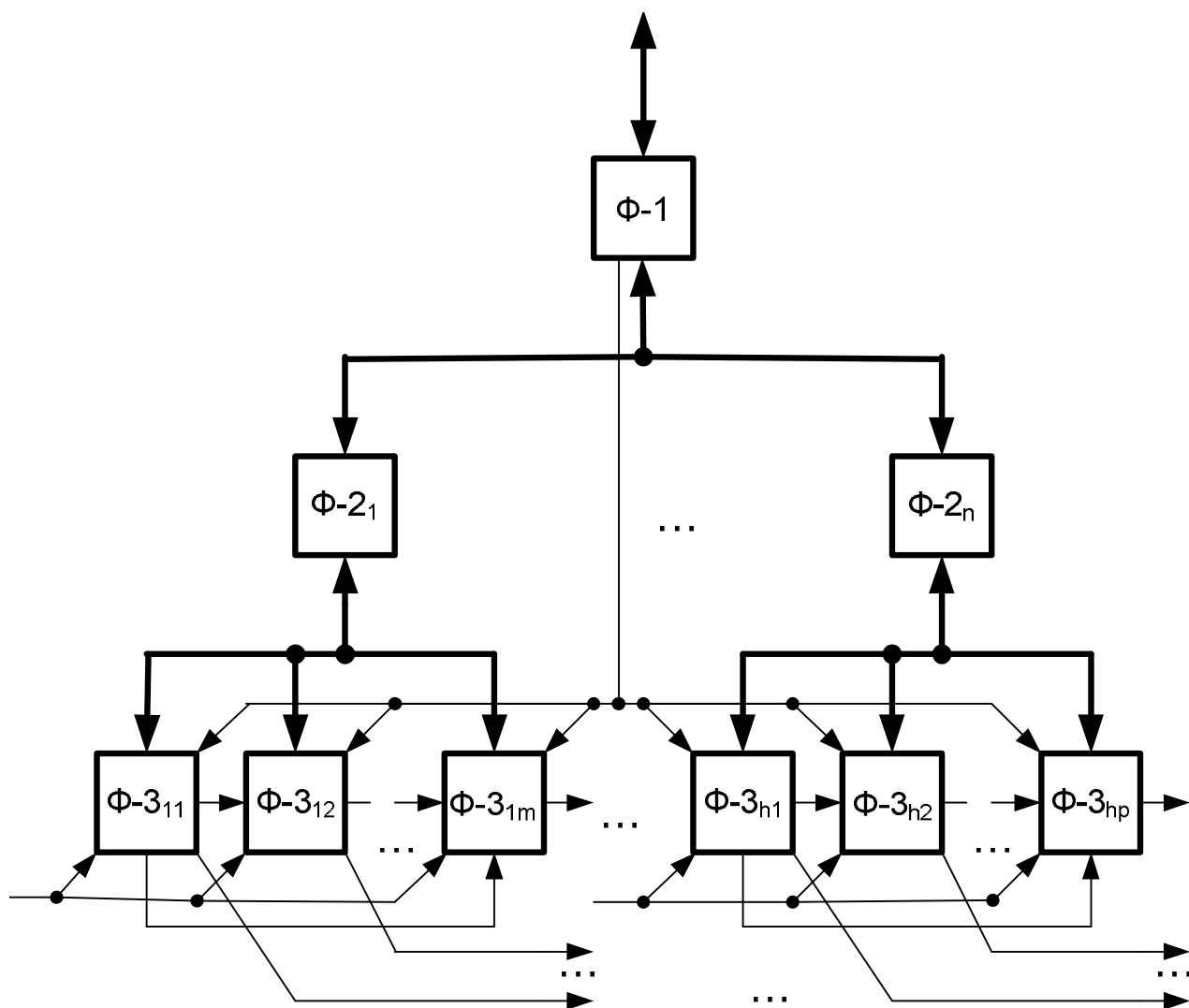


Рис. 1

необходимо обеспечить должное состояние, как её технической, так и биологической составляющих. Своевременное обнаружение зарождающихся переходов систем из штатного состояния в нештатное – один из путей предупреждения и/или минимизации последствий нарушения штатного состояния СУ.

Оценка состояния (в смысле способности достижения цели управления) СУ, как и их обобщенные характеристики, в общем случае определяются значениями n различных параметров, представляемых функциями одного или нескольких аргументов. К числу таких аргументов, в зависимости от типа рассматриваемой СУ, относят: количество элементов, узлов или сборочных единиц.

При решении любой конкретной задачи учитываемые параметры СУ всегда образуют конечное множество параметров P_i ($i=1, 2, \dots, n$), причем индексация параметров не ставится в зависимость от степени их важности. Характер учета отдельных параметров и их групп в процессе решения задачи, как правило, различен. Поэтому множество P обычно разбивают на ряд подмножеств $P^1, P^2, \dots, P^d$ в соответствии с используемыми признаками $d \leq n$, если n – количество учитываемых параметров. Разбиение производится по следующим правилам:

$$P^n \cap P^\xi = 0, f_1(x_1, x_2, \dots, x_k), \eta \in \{1, 2, \dots, d\}, \xi \in \{1, 2, \dots, d\}; \bigcup P^n = P, P^n \neq 0. \quad (1)$$

В отдельных случаях решения практических задач допустимо трансформирование условия к виду

$$P^n \cap P^\xi \neq 0,$$

при этом должны соблюдаться условия (1).

Комплексный учет всех необходимых параметров при оценке состояния СУ практически перекрывает частные оценки, когда на базе одного или нескольких параметров строятся некоторые критерии работоспособности. Такие частные оценки могут использоваться лишь при синтезе относительно несложных СУ и только в случаях, когда на значения их параметров не накладываются жесткие ограничения.

Когда все параметры P_i определяются значениями всех аргументов x_i ($i=1, 2, \dots, k$), при оценке состояния СУ рассматривается система функций:

$$P_i = f_i(x_1, x_2, \dots, x_k).$$

Аргументы x_i могут быть как дискретными, так и непрерывными, что определяется их физической сущностью, а также условиями функционирования СУ. Для СУ аргументы часто являются дискретными, что определяет и дискретность функций f_i ($i=1, 2, \dots, n$). Так, например, если f_1 представляет вес

узла СУ как её параметр и зависит от принятой разрядности x_1 и типа используемых для синтеза элементов x_2 , то функция f_1 определена только на допустимых наборах аргументов x_1 и x_2 и является сугубо дискретной функцией [1].

Реальные СУ проектируются с учетом различных требований, накладываемых на значения параметров. В общем случае эти ограничения являются двухсторонними, поэтому система функций (1) дополняется следующей системой неравенств:

$$A_i \leq f_i(x_1, x_2, \dots, x_k) \leq B_i, \quad (2)$$

где A_i и B_i ($i=1, 2, \dots, n$) – некоторые числа, определяющие соответственно нижний и верхний пределы допустимых значений i -го параметра.

Для различных параметров, используемых на практике, характер ограничений может не совпадать. Это обстоятельство учитывается при решении конкретных задач, в частности, характер ограничений, как один из признаков, учитывается при разбиении множества параметров на подмножества в соответствии с (1).

Общий критерий состояния СУ формируется с учетом системы неравенств (2), которая выражает основные требования, предъявляемые к данной СУ. При этом используются допустимые значения параметров, удовлетворяющие условиям (38.2).

Структура СУ оптимальна в том случае, когда все её параметры, учитываемые при синтезе, имеют оптимальные значения; в противном случае она относится к неоптимальным структурам. Таким образом,

$$S \in S_{\text{опт}}, \quad (3)$$

если $A_i \leq P_i \leq B_i$ для всех $i \in \{1, 2, \dots, n\}$.

Соотношение (3) представляет собой признаки выявления оптимальной в принятом смысле структуры СУ. Эти признаки оказываются основными для формирования общего критерия состояния СУ и выявления условий существования оптимальной её структуры.

Если все аргументы x_i берутся с тем или иным шагом дискретности, что отвечает реальным случаям постановки задачи выявления оптимальных структур, то множество возможных значений любого x_i конечно; множество N всех возможных наборов аргументов также конечно, а его мощность не превосходит некоторую величину H . Обозначим через $N^i \subset N$ множество наборов аргументов, на которых функция f_i , представляющая i -й параметр, принимает оптимальные значения. Для любого i количество таких наборов практически всегда меньше величины H .

Структура СУ оптимальна, если существует хотя бы один такой набор аргументов, на котором все параметры, учитываемые при решении конкретной

задачи и задаваемые функциями f_i , принимали бы оптимальные значения. С учетом введенных обозначений это условие существования оптимальной структуры записывается в виде

$$\bigcup_i N^i \neq \emptyset, i \in \{1, 2, \dots, n\}. \quad (4)$$

Таким образом, оптимальная структура СУ существует, если объединение всех пересечений множеств N^i , т. е. множеств наборов аргументов, на которых отдельные параметры принимают оптимальные значения, не является пустым множеством.

Условие (4) представляет собой и общий критерий работоспособности, так как позволяет разделить СУ или их структуры по степени пригодности в конкретных условиях. Кроме того, оно может служить критерием выявления оптимальных структур СУ; при синтезе и оптимизации его применение позволяет исключить из рассмотрения структуры, не отвечающие предъявляемым требованиям. Эффективность применения полученного критерия зависит от достоверности и полноты функциональных зависимостей для всех параметров. Большое значение имеет также конкретно реализуемый алгоритм, построенный на базе общего алгоритма выявления оптимальных структур, но полученный общий критерий не обеспечивает непосредственного определения лучших из числа выявленных структур СУ.

Общий алгоритм выявления оптимальных структур, базирующийся на условии (4), строится для ограниченного числа учитываемых параметров, представляемых функциями нескольких аргументов (например, учитываются время реализации алгоритма, вес, габариты, энергоёмкость, вероятность безотказной работы, рассчитываемые в зависимости от количества элементов, необходимых для синтеза различных структур СУ, и характеристик стандартных элементов, приемлемых для данных конкретных условий эксплуатации СУ). Он предусматривает: 1) определение наборов аргументов N^i , на которых функции, представляющие параметры СУ, удовлетворяют условиям (2); 2) кодирование множеств N^i для обеспечения эффективного использования принимаемых методов решения задачи выявления оптимальных структур; и 3) выявление пересечений множества N^i , т. е. выявление оптимальных структур систем.

При этом необходимо находить значения функций на всех наборах аргументов и сравнивать их с их допустимыми величинами. Так, для вычисления одного значения функции f_i требуется выполнить G_i операций. Общее же количество операций, выполняемых при решении задачи с учетом односторонних ограничений, равно

$$N_{\text{оп}} = H(n + \sum_{i=1}^n G_i), \quad (5)$$

тогда как при двухсторонних ограничениях для всех параметров, оно оценивается по формуле

$$N_{\text{оп}} = H(2n + \sum_{i=1}^n G_i). \quad (6)$$

Решение задачи кодирования осуществляется путём присвоения наборам N^i условных номеров, формируемых из двух частей, одна из которых представляет признак функции, а другая – номер набора, на котором эта функция принимает оптимальное значение.

Выявление пересечений множеств N^i , т. е. реализация заключительной части алгоритма, сводится к сравнению кодов наборов, имеющих различные признаки.

Общий критерий состояния СУ не позволяет выявлять максимально приемлемые, в конкретных условиях, оптимальные структуры, поэтому приходится общие критерии дополнять частными критериями, при формировании которых не обязателен учет всех возможных параметров СУ.

Использование частных критериев в качестве основных при оптимизации структур СУ допустимо в тех случаях, когда на значения отдельных параметров не накладываются жесткие ограничения, а указывается лишь направление желаемого их изменения. Кроме того, они могут использоваться для предварительной оценки состояния известных или возможных структур, а также при решении частных задач синтеза СУ. Примером частного критерия могут служить соотношения $P_i \leq P_{\text{идоп}}$; $P_{2 \text{ опт}} = P_{2 \text{ мин}}$, которые, в частности, отвечают случаю выявления структуры со временем реализации алгоритма, не большем допустимого, и минимальным аппаратным составом.

К частным критериям во многих случаях решения практических задач относятся и функциональные критерии, которые при синтезе СУ используются как частные, позволяющие выявить лучшую из общеоптимальных структур, выявленных по общему критерию. Тогда система (38.6) трансформируется в

$$P_i \leq f_i^j(x), \quad (7)$$

где $j \in \{1, 2, \dots, r\}$ – номер набора условий, изменяющихся одновременно для всех функций f_i ; r – количество наборов условий.

Функциональные критерии в общем случае вводятся для определения данной структуры СУ. Она считается подходящей или лучшей, если функционал (может быть линейным или нелинейным)

$$\Phi_0 = \Phi(W_1 f_1; W_2 f_2; \dots; W_n f_n), \quad (8)$$

где W_i – некоторые коэффициенты, имеет экстремум или отличается от некоторого значения не более чем на установленную величину. При

использовании нелинейных функционалов и незначительном числе учитываемых параметров, в большей степени учитывается взаимосвязь параметров системы.

При проведении сравнительных оценок различных структур СУ нелинейные функциональные критерии строятся без учета коэффициентов W_i при сложной размерности, определяемой размерностью учитываемых параметров и видом принимаемых зависимостей.

Линейный функциональный критерий рассчитывается с учетом нормированных значений функций f_i^j , взятых с определенными весовыми коэффициентами w_i , по

$$\Phi_0 = \sum_{i=1}^n w_i F_{i0}^{-1} f_i^j(x), \quad (9)$$

где F_{i0} – нормирующий делитель.

Параметры СУ могут представляться полиномами m -й степени от x , тогда и функциональный критерий (9) представляется полиномом, степень которого определяется максимальной степенью исходных полиномов, например степенью m . Использование линейного критерия при оценке состояния СУ, т. е. и при определении строго оптимальных структур, в этих случаях сводится к решению линейных алгебраических уравнений $(m-1)$ -го порядка вида

$$\sum_{q=0}^{m-1} (q+1) a_{q+1} x^q = 0. \quad (10)$$

Одним из основных вопросов, решаемых при формировании критерия (9), является вопрос об определении или назначении величин весовых коэффициентов w_i и нормируемых делителей F_{i0} .

Если величина F_{i0} назначается только для получения безразмерных функциональных критериев без должного учета ограничений (3), то имеет место система зависимостей

$$C_i \geq f_i^j(x) / F_{i0} \geq C'_i,$$

где C_i и C'_i – некоторые постоянные величины, причем

$$C_1 \neq C_2 \neq \dots \neq C_i \neq \dots \neq C_n, \text{ и } C'_1 \neq C'_2 \neq \dots \neq C'_i \neq \dots \neq C'_n.$$

Поэтому при формировании критерия (10) отдельные параметры «взвешиваются» дважды. Устранение двойного «взвешивания» может быть обеспечено назначением таких w_i , которые дополнительно учитывают значения уже выбранных или назначенных величин F_{i0} . а так как это не всегда возможно, то значения w_i и F_{i0} определяются без использования дополнительных функциональных связей [2].

Учет требования о необходимости приведения нормируемых функций f_i^j к определенному уровню приводит к определению значений нормирующих делителей F_{i0} . При проведении расчетов по (10) принимаются во внимание только те значения функций, которые удовлетворяют условиям (4). Поэтому для их нормирования и приведения к определенному уровню необходимо выполнение условий

$$A_i \leq F_{i0} \leq B_i, \quad (11)$$

при пропорциональной связи между F_{i0} и $A_i(B_i)$, выражаемой через

$$F_{i0}:F_{20}:\dots:F_{n0}=0,5(A_1+B_1):0,5(A_2+B_2):\dots:0,5(A_n+B_n). \quad (12)$$

Если на параметры СУ заданы односторонние ограничения, то принимается $A_i=0$ или $B_i=0$ при вычислениях по (12), а если на параметры заданы двухсторонние ограничения, то значения F_{i0} определяются по (11) и (12).

Большинство параметров, характеризующих состояние (функциональную готовность) СУ, непосредственно выражаются величинами, значения которых должны быть минимальными из возможных для оптимальных структур. При этом значения всех параметров не должны отличаться от желаемых больше, чем на заданные величины, т. е.

$$(D_i - \Delta D_i) \leq f_i^j \leq (D_i + \Delta D_i), \quad (13)$$

где D_i – желаемое значение i -го параметра, ΔD_i – допустимое отклонение значения i -го параметра от желаемого или заданного. Для упрощения последующих действий целесообразно принять

$$F_{i0}=D_i, \text{ и } \sum_{i=1}^n w_i=1. \quad (14)$$

В реальных условиях функции f_i^j принимают оптимальные значения, равные D_i , при различных значениях аргумента x , но при условии, что относительные пределы изменения значений функционала не превосходят средние допустимые пределы составляющих его функций. Тогда

$$\Delta \Phi = n^{-1} \sum_{i=1}^n (\Delta D_i / D_i), \quad (15)$$

$$(1 - \Delta \Phi) \leq |\Phi_{\text{опт}}| \leq (1 + \Delta \Phi). \quad (16)$$

Совокупность условий и ограничений (13–16) обеспечивает решение общей задачи выявления оптимальных структур СУ. Соответствующий алгоритм предусматривает такую последовательность действий:

а) определение исходных, для расчета на последующих этапах, величин $\Delta\Phi$ согласно (16) с заданием шага Δx , определяющего частоту получения решений;

б) формирование функционала вида (10) с учетом соотношений (13);

в) расчет значений функционала (10) с шагом Δx и выявление функционалов, удовлетворяющих условию (15), с фиксацией значений аргумента x_i , отвечающего выделенным значениям Φ ;

г) для каждого Φ_0 , удовлетворяющего условию (16), рассчитываются значения всех составляющих его функций f_i^j ;

д) проверка всех наборов f_i^j , найденных в г), условиям (15); и

е) выявление случаев удовлетворения условиям (14) и (16), т. е. выявление оптимальных структур СУ по

$$S_g \in S_{\text{опт}}, \text{ если } (1-\Delta\Phi) \leq |\Phi_{\text{опт}}| \leq (1+\Delta\Phi), (D_i - \Delta D_i) \leq f_i^j \leq (D_i + \Delta D_i) \quad (17)$$

для всех $i \in \{1, 2, \dots, n\}$.

Все части алгоритма последовательно реализуются для различных наборов условий j .

Если по (16) оптимальные структуры не выявлены, то, последовательно увеличивая значения $\Delta\Phi$, допустимо выявление квазиоптимальных структур различных градаций.

Выше сказанное применимо для СУ, например, летательного аппарата с управлением автопилотом, но автоматизированные системы управления, т. е. системы с человеком-оператором в контуре управления, в силу значительного объема информации о состоянии человека пока оценить предварительно и аналитически не представляется возможным. Например, при управлении летательным аппаратом пилотом оценку состояния системы производить проще, с учетом человеческого фактора, инструментально и менее инерционно. Раздельная оценка состояния технической составляющей эргатической системы управления и её биологической части позволяет минимизировать временные и инструментальные затраты и предупредить, в масштабе реального времени, выход системы из штатного состояния. Первые, пока локальные, проверки целесообразности оценки текущего состояния пилота уже подтвердили целесообразность оценки состояния пилота [3].

Таким образом, оценка текущего состояния (функциональной готовности) технического оборудования и человека-оператора, как интегрированной системы, позволяет оперативно принять адекватные меры по недопущению и/или минимизации последствий перехода системы в нештатное состояние.

Одной из наиболее сложных проблем оптимизации эргатических систем управления является задача оценки способности человеком-оператором, как звена системы человек–машина, при решении им задач управления соответствующими уровнями иерархии системы.

В самом человеке и его действиях содержатся линейные и нестационарные элементы. Перед человеком-оператором стоит задача свести сигнал рассогласования к нулю, что осуществляется методом компенсации.

Передаточная функция управляемого элемента описывается выражением вида

$$C(s)/C_q(s) = \sum_{i=0}^m a_i s^i / \sum_{j=0}^n b_j s^j,$$

где a_i и b_j могут принимать самые различные значения в зависимости от динамических свойств управляемого элемента.

А передаточная функция человека-оператора имеет вид

$$C_q(s)/E(s) = [ke^{-ts}(T_L s + 1)] / [(T_I s + 1)(T_N s + 1)] = G_q(s),$$

где s – символ преобразования Лапласа; e^{-ts} – время реакции оператора (практически постоянно); T_L – постоянная времени, верхний предел $T_L = 1$ с; T_I – постоянная времени, верхний предел $T_I = 10$ с; T_N – постоянная времени, нижний предел $T_N = 0,1$ с; T – время реакции, для большинства задач $T = 0,2$ с ($0,1 T \leq 0,4$); $(T_L s + 1)$ и $(T_I s + 1)$ – временные характеристики звеньев, отражающие процессы приспособляемости оператора, согласующего свои действия с реальными условиями и характеристиками управляемого объекта; $(T_N s + 1)$ – временная характеристика инерционного звена первого порядка, отражающая нервно-мышечную систему человека-оператора.

Существует значительное множество систем ранжирования управленческого персонала, отличающихся разной степенью автоматизации процессов принятия решений, достоверностью результатов, разрешающей способностью, степенью согласованности и т.д. [5].

Более предпочтительной представляется система, допускающая по каждому критерию k_i (возраст, образование, специализация, опыт, надёжность, антропометрические данные и т. д.) синтез кортежей произвольной конфигурации, т. е. как с несвязанными, так и со связанными рангами a_{ij} , а также учитывающая значимость (вес) p_i критерия k_i , а рейтинги R_i альтернативных вариантов A_j определять по формуле

$$R_j = \sum_{i=1}^m (n + 1 - a_{ij}) p_i, \quad (18)$$

где n – число альтернативных вариантов (объем выборки), a_{ij} – ранг j -го ($j=1, \dots, n$) альтернативного варианта A_j по i -му ($i=1, \dots, m$) критерию k_i , а P_i – вес, значимость, критерия k_i . Заключение принимается исходя из кортежей и только при коэффициенте конкордации $0 \leq W \leq 1$ ($W > 0,5$ – для систем с относительной значимостью и $W \geq 0,95$ – для систем особо значимых), определенному из выражения

$$W=12S/[m^2(n^3-n)+m\sum_{i=1}^m\sum_{j=1}^m(q_i^3-q_j^3)], \quad (19)$$

где m – число критериев (показателей), n – число альтернативных вариантов, q_i – число одинаковых рангов в i -м corteже, S – сумма квадратов отклонений значений рейтинга варианта, определяемая из $S = \sum_{j=1}^n (R_j - \bar{R}_j)^2$, здесь

$\bar{R}_j = (1/n) \sum_{j=1}^n R_j$ – выборочное среднее значение рейтинга варианта, причем

рейтинг r_{ij} альтернативного варианта A_j по каждому критерию k_i определяется по формуле

$$r_{ij} = [(n+1) - a_{ij}]p_i. \quad (20)$$

Полученный corteж $\langle\langle A_j \rangle\rangle$ альтернативных вариантов однозначно отражает значимость каждого из A_j , обеспечивает достоверность, пропорциональную W , и максимизацию разрешающей способности h между A_j [6].

Данный метод позволяет получать электронными средствами как абсолютные R_j численные значения альтернативных вариантов A_j , так и их относительные R_j' значения, даже если исходная информация об A_j носит качественный характер, причем, чем выше W , тем выше h , тем выше достоверность (вероятность) P результатов анализа. В частности он оказался достаточно убедительным при комплектовании СУ штатом операторов подсистем.

А оптимальная комплектация управляющих звеньев ЭСУ обеспечивает максимум её возможностей при решении функциональных стратегических задач.

В качестве примера оптимизации СУ (ЭСУ), на нижнем уровне её иерархии, уместно остановиться на транспортной задаче, где преследуется ряд явных, зачастую противоречивых, проблем. Так стремление минимизировать временные и материальные затраты на обслуживание ведет к отказу от одних в пользу других. В частности, на транспорте минимизация временных затрат влечет максимизацию расхода энергоресурса, риска генерировать нештатные ситуации и т.д.

На рис. 2 приведена схема устройства, позволяющего автоматически, вне субъективизма человека-оператора, оптимизировать функционирование СУ по совокупности задач. В системе предложено считывание информации о текущей скорости движения транспортного средства и информации с дорожных знаков об её ограничении впереди, по ходу движения транспортного средства, участке дороги, её фиксацию в памяти, сравнение значений с выхода датчика и задатчика, а по результатам сравнения приводить в действие исполнительные

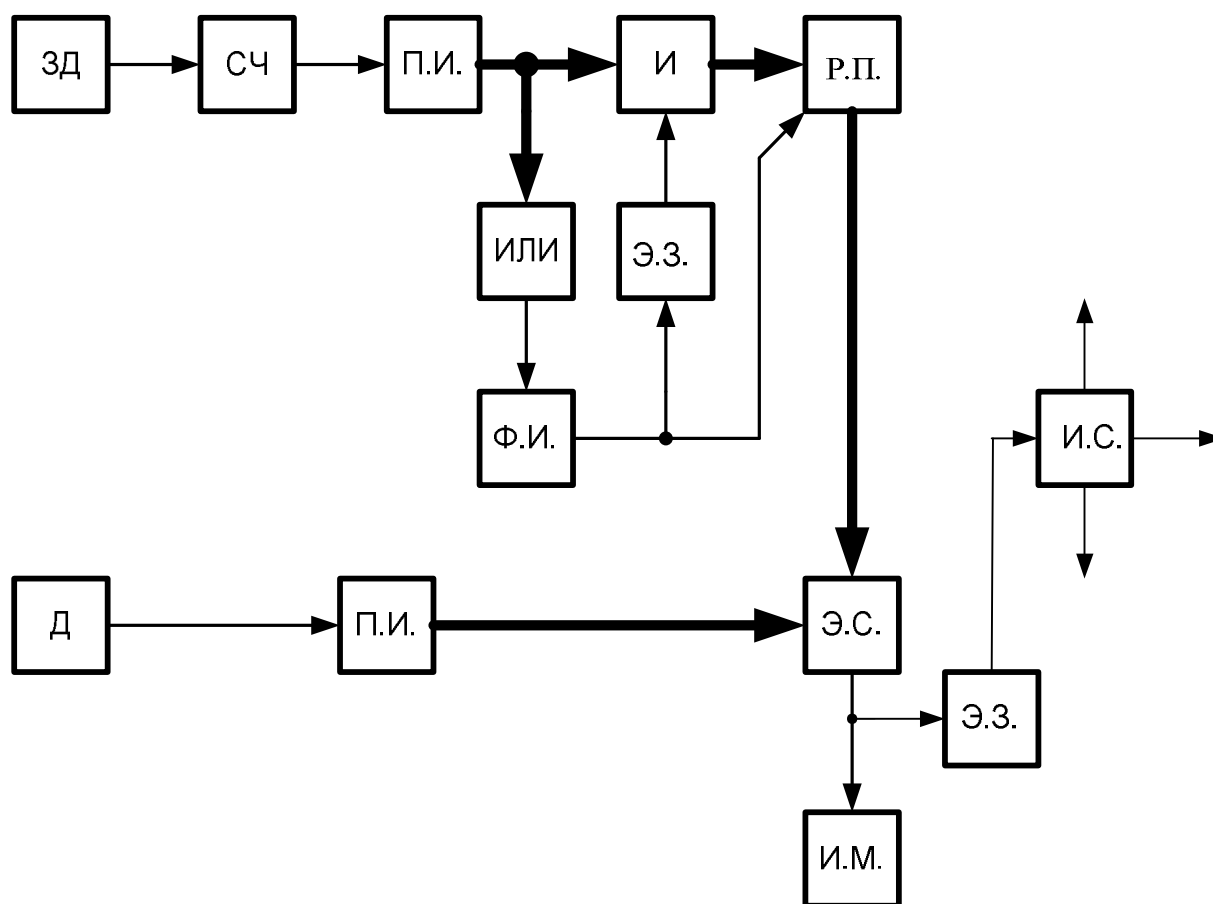


Рис. 2

механизмы, побуждающее к недопущению превышения скорости движения. Система по рис. 2 включает: задатчик (ЗД), датчик (Д), считывающее устройство (СЧ), два преобразователя информации (П.И.), группу элементов ИЛИ (ИЛИ), формирователь переднего фронта импульсов (Ф.И.), два элемента задержки (Э.З.), группу элементов И (И), регистр памяти (Р.П.), исполнительный механизм (И.М.) и индикатор-сигнализатор (И.С.) [7].

Это устройство в автоматическом режиме обеспечивает исполнение предупредительных дорожных знаков по скоростному режиму движения на дорогах и в населенных пунктах, сокращение вероятности дорожно-транспортных происшествий, экономию ресурсов транспортного средства.

Список литературы: 1. *Гурин Л.С., Дымарский Я.С., Меркулов А.Д.* Задачи и методы оптимального распределения ресурсов. – М.: Сов. радио, 1968. – 186 с. 2. *Лифшиц А.Л., Мальц Э.А.* Статистическое моделирование систем массового обслуживания. – М.: Сов. радио, 1978. – 248 с. 3. *Скубилин М.Д.* Устройство для оценки ритмичности процесса // патент RU 2133979, G06F 17/00, 17/18. Бюл. № 21, 27.07.1999. 4. *Скубилин М.Д.* Сбор и обработка информации, управление в технологических системах. – Таганрог: ТРТУ, 2006. – 468 с. 5. *Финаев В.И., Скубилин М.Д., Джавадов Н.Г.* Программа оценки способности человека-оператора // Свидетельство RU № 2009612572 о государственной

регистрации программ для ЭВМ. – М.: ФИПС, 2009. 6. Скубилин М.Д., Поляков В.В., Спиридонов Б.Г. Электронная техника: производство, применение. – Таганрог: ТТИ ЮФУ, 2010. – 320 с. 7. Скубилин М.Д. Система автоматического ограничения скорости автотранспортных средств // Патент RU 2466882, В60К 31/04. Бюл. № 32, 20.11.2012.

УДК 681.3

ПРОБЛЕМА РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЯ ЦИКЛОВ С ИЗВЕСТНЫМ КОЛИЧЕСТВОМ ИТЕРАЦИЙ

Ткачев П.Ю., Борзов Д.Б.

ЮЗГУ, г. Курск, Россия

Тел.: +7 (919) 2736700; E-mail: amdathlon64@yandex.ru, borzovdb@kursknet.ru

Abstract: In the article considered the problem of parallelization of cycles with known iteration quantity in the sequential programs, proposed method of solving this problem for the cycles with multiple nesting levels.

Key words: method, parallelization, cycle, program, multi-processor system, operator.

Распараллеливание программ это процесс адаптации алгоритмов, записанных в виде программ, для их эффективного исполнения на вычислительной системе параллельной архитектуры (в последнее время, как правило, на многопроцессорной вычислительной системе). В настоящее время, в связи с развитием многопроцессорных параллельных вычислительных систем, становится необходимым преобразование последовательных наследуемых участков программ в параллельные [1, 2].

Любую программу можно представить в виде последовательности операторов. Основной задачей при выявлении параллелизма между операторами (то есть могут ли два последовательно идущих оператора выполняться параллельно) является выявление информационной независимости, т.е. не должно одновременно происходить инициирование более чем одной операции записи в ячейку памяти, а также операции чтения и записи в одну ячейку [3].

Математически это можно проверить, вычислив функцию:

$$F(i, k) = (I_i \wedge O_k) \vee (I_k \wedge O_i) \vee (O_i \wedge O_k), \quad (1)$$

где I_i , O_k – строки матриц входных/выходных переменных соответственно. В ячейках этих матриц ставится 1, если переменная является входной/выходной для оператора i . F – результат проверки на возможность распараллеливания.

Если $F=0$, то операторы могут выполняться параллельно, т.к. обрабатывают разные данные.

Известен метод поиска и определения информационно независимых циклов, основанный на этой методике. В этом методе находились циклы, которые можно выполнить параллельно на разных процессорах, так как они обрабатывают разные данные. Однако вопрос распараллеливания линейных участков внутри циклов в этом методе не рассматривался.

Предлагаемый метод определения параллелизма внутри циклов основан на методе раскрутки (размотки) цикла. Линейный участок внутри цикла копируется столько раз, сколько в цикле итераций. Метод применим для циклов с заранее известным количеством итераций.

Например, исходный цикл:

```
for(i=1; i<=3; i++)
{
    a=b+c;
    c=d+e;
    b=a+f;
}
```

сводится к линейному участку:

```
a=b+c;
c=d+e;
b=a+f;
a=b+c;
c=d+e;
b=a+f;
a=b+c;
c=d+e;
b=a+f;
```

Далее задача сводится к распараллеливанию линейного участка по методу, описанному в начале работы. Однако внутри циклов могут встречаться вложенные циклы, которые тоже нужно каким-то образом распараллеливать. Предлагается следующий вариант раскрутки вложенных циклов:

```
For (i=0;i<3;i++)
{
    A=B+C;
    B=C+E;
    For (i=0;i<3;i++)
    {
```

```

D=F*G;
K=L+M;
}
X=Y+5;
}

```

Вводим понятие вектора вложенности операторов. В этом векторе столько элементов, сколько в цикле операторов, а значение каждого элемента определяет уровень вложенности каждого оператора. Пробегаем по циклу и составляем этот вектор (в примере ниже он показан слева от участка программы).

```

1   For (i=0;i<3;i++)
1   {
1   A=B+C;
1   B=C+E;
2       For (j=0;j<2;j++)
2       {
2       D=F*G;
3           For (p=0;p<2;p++)
3           {
3           Z=W-1;
3           }
2       K=L+M;
2       }
1   X=Y+5;
1   }

```

Далее, пробегаем по этому вектору, и раскручиваем операторы по убыванию уровня вложенности, начиная с максимального. В нашем примере максимальный уровень вложенности имеет оператор « $Z=W-1$ ». При этом в цикле, в котором данный оператор содержится, будет 2 итерации. То есть получаем такую «линейку»:

```

Z=W-1;
Z=W-1;

```

Следующие по уровню вложенности идут операторы « $D=F*G$ » и « $K=L+M$ », подставляем их сверху и снизу от линейки, полученной на предыдущем шаге. Получим:

```

D=F*G;
Z=W-1;

```

```
Z=W-1;  
K=L+M;
```

Причем, так как в цикле 2 итерации, данный участок повторяется 2 раза:

```
D=F*G;  
Z=W-1;  
Z=W-1;  
K=L+M;  
D=F*G;  
Z=W-1;  
Z=W-1;  
K=L+M;
```

Далее, минимальный уровень вложенности имеют 3 оператора: «A=B+C», «B=C+E», «X=Y+5». Подставляем их в полученную выше линейку:

```
A=B+C;  
B=C+E;  
D=F*G;  
Z=W-1;  
Z=W-1;  
K=L+M;  
D=F*G;  
Z=W-1;  
Z=W-1;  
K=L+M;  
X=Y+5;
```

И так как этот цикл имеет 3 итерации, повторяем этот участок 3 раза. В итоге, после распараллеливания получаем следующий линейный участок:

```
A=B+C;  
B=C+E;  
D=F*G;  
Z=W-1;  
Z=W-1;  
K=L+M;  
D=F*G;  
Z=W-1;  
Z=W-1;  
K=L+M;  
X=Y+5;
```

```

A=B+C;
B=C+E;
D=F*G;
Z=W-1;
Z=W-1;
K=L+M;
D=F*G;
Z=W-1;
Z=W-1;
K=L+M;
X=Y+5;
A=B+C;
B=C+E;
D=F*G;
Z=W-1;
Z=W-1;
K=L+M;
D=F*G;
Z=W-1;
Z=W-1;
K=L+M;
X=Y+5;

```

Далее, для полученного линейного участка составляем матрицы входных и выходных переменных и выявляем параллельность по методу, приведенному в начале статьи.

Предлагаемую методику можно взять за основу при построении специализированного вычислительного устройства, обеспечивающего распараллеливание циклических участков в то время, когда основные процессоры заняты выполнением своих непосредственных задач. Таким образом получим выигрыш по времени выполнения циклов.

Список литературы: 1. Воеводин В.В. Параллельные вычисления / Вл.В. Воеводин. – СПб.: БХВ – Петербург, 2002.– 608 с. 2. Цилькер Б.Я., Орлов С.А. Организация ЭВМ и систем: учебник для вузов – СПб.: Питер, 2004. – 668 с. 3. Трахтенгерц Э.А. Введение в теорию анализа и распараллеливания программ ЭВМ в процессе трансляции. – М.: Наука, 1981. – 254 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИКРОПОЛОСКОВОЙ АНТЕННЫ НА ОСНОВЕ ПОДЛОЖКИ С НЕОДНОРОДНЫМ ЗАПОЛНЕНИЕМ

Челобитчиков М.О., Кисель Н.Н.

ЮФУ, г. Таганрог, Россия

Тел. +7 (8634) 371634; E-mail: m.c.t.Maks@mail.ru, nnkisel@sfsedu.ru

Abstract: Recently extensive studies of metamaterials and metamaterial based devices are emerged. Metamaterials are used for solving a problem of antenna miniaturization. The review article is dedicated to metamaterial based small sized antennas development.

Key words: metamaterial, small sized antenna, electromagnetic bandgap structure.

Разработка современных радиотехнических систем, используемых в технике радиосвязи, требует новых принципов в построении функциональных устройств и антенн, уменьшения их массогабаритных параметров, обеспечения широкополосности. Одним из способов реализации этого использование так называемых метаматериалов. Такие материалы относят к композитным средам, обладающим дисперсионными и анизотропными свойствами. Предельно достижимый минимальный размер антенных устройств, реализованных на обычных материалах, в большинстве случаев определяется соотношением

$$ka = 0,6,$$

где k – волновое число свободного пространства ($k = 2\pi/\lambda$, λ – длина волны в свободном пространстве); a – характерный размер антенны. Дальнейшее уменьшение габаритов антенн, выполненных на обычных материалах, приводит к падению КПД и существенному сужению рабочей полосы частот.

В работе исследована эффективность использования метаматериала как элемента подложки микрополосковой антенны. Аналог антенны приведен в [1].

Микрополосковая path-антенна нагружена элементарной ячейкой из метаматериала, представляющей разомкнутый кольцевой резонатор (рис. 1). Моделирование выполнялось с использованием пакета электродинамического моделирования FEKO [2]. Ниже приведены результаты расчета КСВН антенны при различных размерах кольцевого резонатора. Базовая антенна стандартная, подложка однородная (рис. 2). Рабочая частота 4,5 – 4,75 ГГц. Переход к подложке с неоднородным заполнением (наличие разомкнутого кольцевого резонатора) приводит к смещению резонансной частоты антенны в стороны более низких частот с 4,6 ГГц до 3,6 ГГц. Замечено, что рабочий диапазон частот антенны напрямую связан с резонансной частотой кольцевого резонатора (рис. 3). Направленные свойства антенны и коэффициент направленного действия практически не меняется.



Рис. 1. Модель микрополосковой антенны с неоднородной подложкой

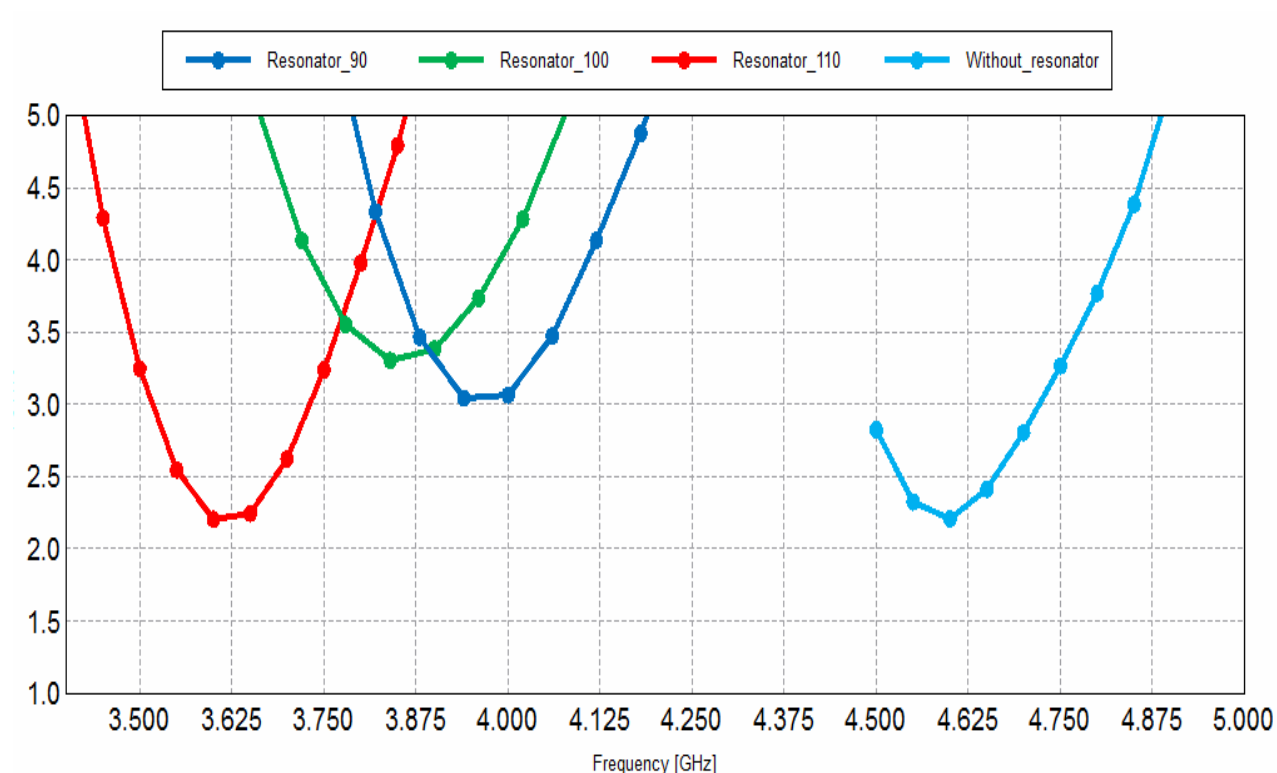


Рис. 2. Частотная зависимость КСВН антенны при различных размерах кольцевого разомкнутого резонатора

Номер модели	Радиус r , мм	Ширина кольца c , мм	Расстояние между кольцами d , мм	Ширина зазора l , мм
1	2,25	1,8	1,35	0,9
2	2,5	2	1,5	1
3	2,75	2,2	1,65	1,1

Таким образом, показана возможность использования неоднородной подложки для микрополосковой антенны с целью смещения рабочей полосы с 4,6 ГГц до 3,6 ГГц при тех же габаритах антенны. Печатные антенны, выполненные на подложке из метаматериала, используются в основном для расширения рабочей полосы частот.

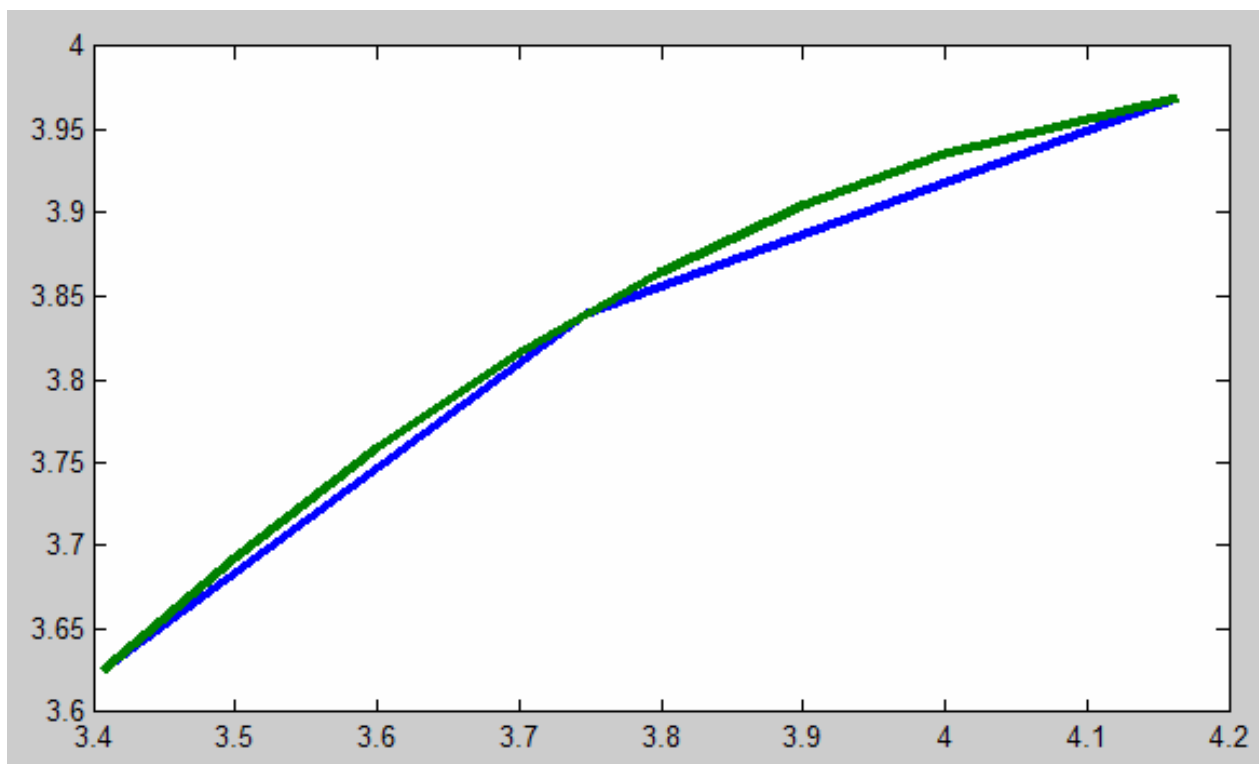


Рис. 3. Зависимость рабочей частоты антенны от резонансной частоты разомкнутого резонатора

Список литературы: 1. Hybrid mode wideband patch antenna loaded with a planar metamaterial unit cell // IEEE Transactions on Antennas and propagation. 2012. Vol. 60, № 2, p. 1143–1147. 2. Кисель Н.Н. Моделирование прикладных задач электродинамики и антенн на супервычислительной системе в пакете FEKO: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2013. – 326 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

Krasnoshchekova Galina A. (Engineering and Technological Academy, Southern Federal University, Taganrog, Russia) Competency-based models of foreign language training.....	4
Левченко Г.Г., Агеева Ж.А. (ДонНТУ, г. Донецк, Украина) Закономерность кредитно-модульного обучения как глобальной учебной технологии.....	6
Левшов А.В., Джура С.Г., Чурсинов В.И., Якимишина В.В. (ДонНТУ, г. Донецк, Украина) Педагогические аналогии на пути постижения истины.....	11
Михайлов А.Н., Михайлов Д.А. (ДонНТУ, г. Донецк, Украина) Принципы создания технологических систем высокой и сверхвысокой производительности с 2-D и 3-D компоновками.....	29
Панычев А.И. (Институт радиотехнических систем и управления ЮФУ, г. Таганрог, Россия), Грубка Р.М. (ДонНТУ, г. Донецк, Украина), Грищенко С.Г. (Институт радиотехнических систем и управления ЮФУ, г. Таганрог, Россия) Опыт российско-украинского партнерства в инженерном образовании.....	45

СЕКЦИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ, КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ, ТЕХНИЧЕСКОЙ КИБЕРНЕТИКИ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Бажанов И.Н., Бажанов Н.Н. (ЮФУ, г. Таганрог, Россия) Об одной математической модели оценки сегмента рынка.....	49
Борзов Д.Б., Гуляев К.А. (ЮЗГУ, г. Курск, Россия) Алгоритм сжатия видеопотока с использованием RGB-модели и его аппаратная реализация.....	58
Васюхін М.І., Ткаченко О.М. (ІЕБ НАУ, м. Київ, Україна) Методи трансформації символів динамічних об'єктів на картографічному фоні при формуванні зображень наземної та повітряної обстановки у реальному часі.....	63

Геложё Ю.А., Клименко П.П., Максимов А.В. (ЮФУ, г. Таганрог, Россия) Исследование переходных процессов в системе ФАПЧ ЦСЧ в критических режимах	73
Гузик В.Ф., Гушанский С.М., Левицкий А.А. (ИТА ЮФУ, г. Таганрог, Россия) Эмулятор квантовых вычислений на основе ПЛИС	81
Гузик В.Ф., Самойленко А.П., Панычев С.А. (ИТА ЮФУ, г. Таганрог, Россия) Логический синтез контроллера доступа к канальным ресурсам терминалов промышленной локальной сети	85
Заграй Н.П. (ЮФУ, г. Таганрог, Россия) Нелинейное отражение акустических волн на границах упругих сред во втором приближении	89
Захарченко А.Д. (Инженерно-технологическая академия ЮФУ, г. Таганрог, Россия) Синтез рычажных механизмов с применением компьютерного моделирования	95
Зеленова Н.А., Паслен В.В. (ДонНТУ, г. Донецк, Украина) Создание устройства, подобного слуховому аппарату кошки	101
Карташов М.В., Касьянов А.О. (кафедра Антенн и радиопередающих устройств, ЮФУ, г. Таганрог, Россия) Моделирование отражательной антенной решетки анизотропно проводящих микрополосковых элементов	109
Ковалев С.А., Кривошеев С.В., Горбунов Д.С., Хулуп И.С. (Кафедра Компьютерной Инженерии, ДонНТУ, г. Донецк, Украина) Особенности применения ОС Android для симуляторов транспортных средств	115
Корниенко В.Т., Корниенко С.В. (ЮФУ, г. Таганрог, Россия) Виртуальный прибор LabView кодера Хаффмана для лабораторных экспериментов	125
Кошкидько В.Г., Алпатова О.В., Сердюк Э.С. (ЮФУ, г. Таганрог, Россия) Математическая модель и результаты численного исследования щелевой импедансной нагрузки на основе отверстия в бесконечном идеально проводящем экране	132

Кравчук Д.А. (ЮФУ, г. Таганрог, Россия) Исследование селективного возбуждения низших мод на морском шельфе с помощью параметрической антенны в мультиагентной системе мониторинга	136
Кравчук Д.А. (ЮФУ, г. Таганрог, Россия) Применение сложных сигналов гидроакустической связи в мультиагентной системе мониторинга морского шельфа.....	139
Панычев А.И. (Институт радиотехнических систем и управления ЮФУ, г. Таганрог, Россия) Базовые положения алгоритма трехмерной трассировки радиолинии в помещении.....	142
Панычев А.И., Шевченко А.В. (Институт радиотехнических систем и управления ЮФУ, г. Таганрог, Россия) Оценка канальной матрицы MIMO системы WLAN.....	148
<u>Скубилин М.Д.</u> , Спиридонов Б.Г. (ИТА ЮФУ, г. Таганрог, Россия) О ресурсосбережении в многофазных системах управления.....	153
Ткачев П.Ю., Борзов Д.Б. (ЮЗГУ, г. Курск, Россия) Проблема распараллеливания циклов с известным количеством итераций	165
Челобитчиков М.О., Кисель Н.Н. (ЮФУ, г. Таганрог, Россия) Эффективность микрополосковой антенны на основе подложки с неоднородным заполнением.....	170

МАТЕРИАЛЫ ПЯТНАДЦАТОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

«ПРАКТИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПАРТНЕРСТВА В СФЕРЕ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ»

Книга 1

Компьютерная верстка

Шаповалов Р.Г.

Печатается в авторской редакции

ЛР № 0205665 от 23.06.1997 г.

Формат 60×84¹/₁₆

Печать офсетная

Заказ №

Подписано к печати 01.06.2014 г.

Бумага офсетная

Усл. п.л. – 11,0, уч.-изд.л. – 10,8

тираж 100 экз.

«С»

Издательство Южного федерального университета
ГСП 17А, Таганрог, 28, Некрасовский, 44
Типография Южного федерального университета
ГСП 17А, Таганрог, 28, Энгельса, 1