



- REMOTE CONTROL OF ENERGY SAVING MODES IN THE PERSONAL COMPUTERS
- ENERGY MANAGEMENT OF PROJECTS IN ALTERA QUARTUS
- ASSESSMENT OF ENERGY CONSUMPTION DISTRIBUTION IN THE FPGA PROJECT USING POWERPLAY POWER ANALYZER
- ENERGY SAVING BY PIPING OF COMPUTATION IN FPGA PROJECTS
- MULTIPLE EFFECTS IN CASE OF
 - execution of the truncated operation
 - increasing a circuit parallelism in single-cycle floating point devices
 - increasing a resource development by multiplication operation execution



University of Ioannina



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

MSc



ЗЕЛЕНІ АППАРАТНІ СРЕДСТВА І ПРОГРАММУЄМІ СИСТЕМИ

Практикум

GREEN HARDWARE AND PROGRAMMABLE SYSTEMS



2015



**Министерство образования и науки Украины
Национальный аэрокосмический университет
им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»**

**Зеленые аппаратные средства и
программируемые системы**

Green Hardware and Programmable Systems

Практикум

Под редакцией А.В. Дрозда, В.С. Харченко

Проект

***GREENCO 530270-TEMPUS-1-2012-1-UK-TEMPUS-JPCR
Green Computing & Communications***

2015

Изложены материалы практической части учебного курса MSc2 «Зеленые аппаратные средства и программируемые системы» (Green Hardware and Programmable Systems), подготовленного в рамках проекта TEMPUS GREENCO «Green Computing & Communications» (530270-TEMPUS-1-2012-1-UK-TEMPUS-JPCR).

Курс посвящен анализу современного состояния и перспектив развития зеленых технологий в аппаратном обеспечении и программируемых средствах компьютерных систем. Приводится учебная программа курса MSc2, дается краткое изложение теоретического материала, описание лабораторных работ, а также методические рекомендации по самостоятельному изучению материала.

Предназначено для студентов, аспирантов и преподавателей университетов, специализирующихся в направлении зеленых технологий в компьютерной инженерии, а также разработчиков и исследователей в области проектирования и диагностики цифровых компонентов компьютерных систем с использованием зеленых технологий.

Рецензенты:

– начальник отдела Института кибернетики им. В.М. Глушкова Национальной Академии наук Украины, доктор технических наук, профессор Опанасенко Владимир Николаевич;

– главный инженер НТ СКБ «Полисит» (Харьков, Украина), заслуженный изобретатель Украины, кандидат технических наук, доцент Сидоренко Николай Федорович;

Коллектив авторов:

Дрозд А.В., Антонок В.В., Антошук С.Г., Горват П.П., Дрозд М.А.,

Дрозд Ю.В., Защелкин К.В., Король И.Ю., Мартынюк А.Н.,

Никул В.В., Сиора А.А., Сурков С.С., Титомир О.Я., Аль-Даби М.М.

ISBN 978-966-662-715-8

3-48 Аппаратные средства и программируемые системы. Практикум / Под ред. Дрозда А.В., Харченко В.С. – Министерство образования и науки Украины, Нац. аэрокосмический ун-т им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», 2015. – 117 с.

Викладені матеріали практичної частини навчального курсу MSc2 “Зелені апаратні засоби та програмовні системи” (Green Hardware and Programmable Systems), що підготовлено в рамках проекту TEMPUS GREENCO «Green Computing & Communications» (530270-TEMPUS-1-2012-1-UK-TEMPUS-JPCR).

Курс присвячено аналізу сучасного стану та перспектив розвитку зелених технологій в апаратному забезпеченні та програмовних засобах комп'ютерних систем. Наводиться навчальна програма модуля MSc2, стисло надається теоретичний матеріал, опис лабораторних робіт, а також методичні рекомендації для самостійного вивчення матеріалу.

Призначено для студентів, аспірантів та викладачів університетів, що спеціалізуються в напрямку зелених технологій у комп'ютерній інженерії, а також розробників та дослідників в галузі проектування та діагностики цифрових компонентів комп'ютерних систем з використанням зелених технологій.

Ил. 37. Табл. 3. Библиогр.: 53 назв.

Рекомендовано к изданию ученым советом Национального аэрокосмического университета имени Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт» (протокол № 1 от 2 сентября 2015 года).

УДК 004.052

ISBN 978-966-662-715-8

© Коллектив авторов, 2015

© Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.Жуковского «ХАИ», 2015

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ЕМ – естественный мир
ИК – исследовательский комплект
ИУС – информационно-управляющая система
МКП – матрица конъюнкций произведения
ОЭ – операционный элемент
ПК – персональный компьютер
ПЛИС – программируемая логическая интегральная схема
ПО – программное обеспечение
РП – решение проблемы
САПР – система автоматизированного проектирования
ЦК – цифровой компонент
ЭС – энергоэффективная система
EPES – Early Power Estimators Spreadsheets
FPGA – Field Programmable Gate Arrays
JDK – Java Development Kit
GPIO – General-Purpose Input/Output
HDMI – High-Definition Multimedia Interface
LE – Logic Element
LUT – Look-Up Table
SAF – Signal Activity File
SSH – Secure Shell
VHDL – (Very high speed integrated circuits) Hardware Description Language
WOL – Wake-On-Lan

ПРЕДИСЛОВИЕ

Данное пособие является частью учебно-методического обеспечения учебного курса по тематике MSc2: «Технологии зеленого аппаратного обеспечения» (Technologies of Green Hardware), подготовленного в рамках проекта TEMPUS GREENCO «Green Computing & Communications» (530270-TEMPUS-1-2012-1-UK-TEMPUS-JPCR), и служит дополнением к лекционному материалу, изложенному в [1].

Настоящий практикум «**Зеленые аппаратные средства и программируемые системы**» (Green Hardware and Programmable Systems) посвящен анализу современного состояния и перспектив развития зеленых технологий в аппаратных решениях компьютерной инженерии. Приводится краткое изложение теоретического материала, описание лабораторных работ и методические рекомендации по самостоятельному изучению материала курса. Приложена учебная программа курса MSc2.

Практическая часть курса содержит 7 лабораторных работ.

Лабораторные работы раскрывают энергосберегающую направленность современных САПР на примере CAD Altera Quartus II, а также возможности развития зеленых технологий методами кратного эффекта улучшения основных параметров аппаратных решений и его фокусирования на наиболее важные параметры. Лабораторные работы направлены на:

- исследование возможностей дистанционного управления энергосберегающими режимами работы персонального компьютера (ПК);

- изучение установок, используемых в CAD Altera Quartus II для оценки и оптимизации энергопотребления проектов по разработке цифровых схем;

- оценку цифровой схемы касательно распределения энергопотребления между ее узлами;

- организацию естественной конвейеризации цифровой схемы для снижения требований к продолжительности такта при понижении напряжения питания и устранения энергопотерь, возникающих вследствие состязаний сигналов;

- дистанционное управление энергосберегающими режимами работы персонального компьютера;
- оценку кратного эффекта и его фокусирования при выполнении сокращенного умножения;
- оценку снижения количества переключений сигналов в арифметическом сдвигателе мантисс при повышении уровня схемного параллелизма;
- оценку кратного эффекта и его фокусирования при повышении уровня развития ресурсов с переходом от обработки параллельных кодов чисел в одноктактных матричных устройствах к многопоточной поразрядной конвейеризации вычислений.

Каждая из лабораторных работ включает: цель, учебные, практические и исследовательские задачи; программу подготовки; краткий теоретический материал; программу проведения исследований; требования к содержанию отчета; варианты заданий; контрольные вопросы и задания.

Пособие подготовлено коллективом авторов, участниками проекта GreenCo – кафедрами Одесского национального политехнического университета (ОНПУ), Ужгородского национального университета и Национального аэрокосмического университета «ХАИ». Редактирование выполнено д.т.н., профессором Дроздом А.В. (ОНПУ) и д.т.н., профессором Харченко В.С. (ХАИ).

Оно предназначено для студентов университетов, обучающихся по направлению компьютерной инженерии, а также для работающих в указанной отрасли специалистов при изучении зеленых технологий проектирования и диагностики компонентов компьютерных систем, а также может быть полезно для преподавателей, ведущих занятия по соответствующим курсам.

Авторы выражают благодарность рецензентам, коллегам по проекту, кафедрам университетов за ценную информацию, методическую помощь и конструктивные предложения, которые высказывались в процессе обсуждения практической части данного курса.

АНОТАЦІЯ

УДК 004.504(045)
3-48

Зелені апаратні засоби та програмовні системи. Практикум / За ред. Дрозда О.В., Харченка В.С. – Міністерство освіти і науки України, Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського «ХАІ», 2015. – 117 с.

ISBN 978-966-662-715-8

У посібнику викладені матеріали практичної частини навчального курсу MSc2 “Зелені апаратні засоби та програмовні системи” (Green Hardware and Programmable Systems), які підготовлено в рамках проекту TEMPUS GREENCO «Green Computing & Communications» (530270-TEMPUS-1-2012-1-UK-TEMPUS-JPCR).

Даний курс присвячено аналізу сучасного стану та перспектив розвитку зелених технологій в апаратному забезпеченні, програмовних засобах комп’ютерних систем. Надається навчальна програма курсу, теоретичний матеріал, опис лабораторних робіт, а також методичні рекомендації для самостійного вивчення матеріалу.

Посібник призначено для студентів, аспірантів та викладачів університетів, що спеціалізуються у зелених технологіях комп’ютерної інженерії, а також розробників та дослідників в галузі проектування та діагностики цифрових компонентів комп’ютерних систем.

Іл. 37. Табл. 3. Бібліогр.: 53 назв.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ	3
ПЕРЕДМОВА	4
1 ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ.....	6
1.1 Дослідження можливостей дистанційного управління енергозберігаючими режимами роботи ПК.....	6
1.2 Дослідження можливостей управління енергоспоживанням проєктів у Altera Quartus II.....	16
1.3 Дослідження можливостей оцінки розподілу енергоспоживання в FPGA проєкті за допомогою Power Play Power Analyzer.....	24
1.4 Дослідження можливостей енергозбереження шляхом конвеєризації обчислень у FPGA-проєктах	37
1.5 Дослідження кратного ефекту та можливостей його фокусування при виконанні скороченої операції	49
1.6 Дослідження кратного ефекту при підвищенні рівня схемного паралелізму однокатних пристроїв з рухомою комою	61
1.7 Дослідження кратного ефекту і можливостей його фокусування при підвищенні рівня розвитку ресурсів на прикладі виконання операції множення	73
2 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ	87
2.1 Пояснення до навчальної програми	87
2.2 Підготовка до занять та екзамену.....	90
2.3 Питання до самостійної роботи.....	91
ЛІТЕРАТУРА	92
АНОТАЦІЯ.....	97
ЗМІСТ	98
ДОДАТОК. НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА.....	101

ABSTRACT

UDC 004.052

Green hardware and programmable systems. Practicum / Drozd A., Kharchenko V. (editors). – Department of Education and Science of Ukraine, National aerospace university named after N. Zhukovsky “KhAI”, 2015. – 117 p.

ISBN 978-966-662-715-8

Practical materials of a study course of MSc2 “Green hardware and programmable systems” are expounded. This book has been prepared within the framework of project TEMPUS GREENCO "Green Computing & Communications" (530270-TEMPUS-1-2012-1-UK-TEMPUS-JPCR) project.

The course is devoted to research of power consumption assessment methods for hardware, microcontrollers and FPGA-based systems and techniques to decrease recourse and energy indicators during designing. Curriculum of the course, brief theoretical materials, description of laboratory works and also methodical recommendations for self-sufficient study are given.

The book is intended for university students, postgraduate students and lecturer specializing in the direction of green technologies in computer engineering, and also designers and researchers in area of co-design and testing digital components of computer systems by use of green technologies.

Ref. – 53 items, figures – 37.

CONTENT

ABBREVIATIONS	3
PREFACE	4
1 LABORATORY WORKS	6
1.1 Research of opportunities in remote control of energy saving operation modes in the PC	6
1.2 Research of opportunities in energy management of projects in Altera Quartus I.....	16
1.3 Research of opportunities in assessment of energy consumption distribution in the FPGA project by means of Power Play Power Analyzer	24
1.4 Research of opportunities in energy saving by piping of computation in FPGA projects	37
1.5 Research of the multiple effect and opportunities of its focusing in case of execution of the truncated operation	49
1.6 Research of the multiple effect in case of increasing a level of circuit parallelism in single-cycle floating point devices.....	61
1.7 Research of the multiple effect and opportunities of its focusing in case of increasing a level of resource development on the example of multiplication operation execution	73
2 THE GUIDELINES ACCORDING TO SELF-SUFFICIENT WORK	87
2.1 Explanations to the teaching program.....	87
2.2 Preparation for the lessons and examination	90
2.3 Questions for private study.....	91
REFERENCES.....	92
ABSTRACT.....	97
CONTENT.....	98
APPENDIX. TEACHING PROGRAM.....	101

ПРИЛОЖЕНИЕ. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

DESCRIPTION OF THE COURSE

TITLE OF THE COURSE	Code
MSc2. Technologies of Green Hardware Computing	

Teacher(s)	Department
Coordinating: Prof. Drozd Oleksandr Others: Dr. Martinuk Oleksandr, Dr. Zashcholkin Konstantin, Dr. Oleshchuk Oleg, MSc Antoniuk Viktor	Computer Intellectual Systems and Networks

Study cycle	Level of the module	Type of the module
Master	A	Full-time tuition

Form of delivery	Duration	Langage(s)
Full-time tuition	One semester	English

Prerequisites	
Prerequisites: Computer Systems and System Analysis; Advanced Processor Architectures, Foundations of Logic Engineering; Probability Theory; Modeling Foundation knowledge and skills in CAD.	Co-requisites (if necessary):

Credits of the module	Total student workload	Contact hours	Individual work hours
3	108	36	72

Aim of the module (course unit): competences foreseen by the study programme
The aim of module is to create a knowledge acquisition about technologies of green hardware computing. Obtaining skills in setting energy-efficient modes in operation of the computer systems and their components. Accumulation of experience in development of energy-aware methods and techniques for co-design of embedded systems on chips.

Learning outcomes of module (course unit)	Teaching/learning methods	Assessment methods
At the end of course, the successful student will be able to: 1. formulate the basic ideas of low-power hardware foundations.	Interactive lectures, Learning in laboratories, Just-in-Time Teaching	Module Evaluation Questionnaire
2. select green solutions utilized in microcontrollers and processors.	Interactive lectures, Learning in laboratories, Just-in-Time Teaching	Module Evaluation Questionnaire
3. conduct comparative analysis of throughput and power efficiency for graphical processor and CPU.	Interactive lectures, Learning in laboratories, Just-in-Time Teaching	Module Evaluation Questionnaire
4. analyze and optimize power consumption in FPGA projects developed with using CAD Altera Quartus II.	Interactive lectures, Learning in laboratories, Just-in-Time Teaching	Module Evaluation Questionnaire
5. present both power saving aspect and safety one of green testing.	Interactive lectures, Learning in laboratories, Just-in-Time Teaching	Module Evaluation Questionnaire
6. analyze the modern green technologies in hardware computing on position of resource approach	Interactive lectures, Learning in laboratories, Just-in-Time Teaching	Module Evaluation Questionnaire
7. offer the new green solutions based on the methods of multiply effect and focusing it into green values	Interactive lectures, Learning in laboratories, Just-in-Time Teaching	Module Evaluation Questionnaire

Themes	Contact work hours						Time and tasks for individual work		
	Lectures	Consultations	Seminars	Practical work	Laboratory work	Placements	Total contact work	Individual work	Tasks
<p>1. Low-power hardware foundations</p> <p>1.1. Power dissipation in digital circuits.</p> <p>1.2. Clock and power gating.</p> <p>1.3. Dynamic voltage and frequency scaling.</p> <p>1.4. Energy-modulated system approach.</p> <p>1.5. Self-timed logic.</p>	2						2	4	<p>1.6. Energy-proportional and power-efficient computing.</p> <p>1.7. Power adaptive design.</p>
<p>2. Architecture- and mode-oriented green technologies for microcontrollers</p> <p>2.1. Microcontrollers of STM8L series. Features of architecture.</p> <p>2.2. Modes of lowered power consumption.</p> <p>2.3. Control of power and clock.</p> <p>2.4. Methods of power saving.</p> <p>2.5. 16-bit Microcontrollers of Microchip.</p>	2						2	4	<p>2.6. Power saving modes of Microcontrollers dsPIC33 and PIC24F/H.</p>

<p>3. Diversity in green-oriented decisions for processors</p> <p>3.1. Green features of processor architectures</p> <p>3.2. Green technology 3G of Foxconn: GoD (Green on Demand), GPS (Green Power Saving) and GSM (Green System Mode).</p> <p>3.3. Network filters GreenPower MDP 900 of Monster Cable.</p> <p>3.4. Intellectual video adapters.</p> <p>3.5. AMD Cool'n Quiet technology and processors Athlon 64, Opteron, Phenom, Phenom II.</p>	2			4		6	1 2	<p>3.6. Intel Enhanced Speed Step technology and processors Pentium 4-M, Pentium M.</p> <p>3.7. ARM big.LITTLE technology and processor Exynos S Octa.</p>
<p>4. Graphical processor and technology CUDA</p> <p>4.1. Key features of graphical processor.</p> <p>4.2. A method of power efficiency inquiry for CUDA technology.</p> <p>4.3. Implementation of test pattern on graphical processor.</p> <p>4.4. Analysis of power efficiency.</p> <p>4.5. Comparative analysis of throughput for graphical processor and CPU.</p>	2					2	4	<p>4.6. Specific power efficiency of CUDA technology.</p>
<p>5. Control of power consumption in CAD Altera</p>	2			2		4	8	<p>5.5. Control of signal</p>

<p>Quartus II 5.1. Influence of Altera Quartus II setting on power consumption. 5.2. Use of utility “PowerPlay Power Analyzer Tool” 5.3. Optimization of power consumption 5.4. Power consumption calculation.</p>									<p>activity in Altera Quartus II.</p>
<p>6. Experiments with GREEN FPGA 6.1. Analysis of signal activity in FPGA projects. 6.2. Assessment of power consumption distribution on a circuit in FPGA projects. 6.3. Green-oriented natural pipelining of calculations in FPGA projects. 6.4. Comparison of complete and truncated arithmetical operations in power consumption.</p>	2			2		4	8		<p>6.5. Comparison of iterative array and bit-series pipeline circuits in power consumption .</p>
<p>7. GREEN aspects of hardware testing 7.1. Power saving aspect of green testing. 7.2. Energy consumption in hardware testing and on-line testing. 7.3. Green approaches to testing. 7.4. Safety aspect of green testing. 7.5. A problem of the hidden faults for safety-related system components.</p>	2			2		4	8		<p>7.7. Methods for solving the problem of the hidden faults.</p>

7.6. Models of checkability for digital components.								
8. Analysis of modern green approaches to hardware computing 8.1. Resource-oriented analysis of green technologies. 8.2. Profiling the resources under features of the solved task. 8.3. Diversity of means in green hardware computing. 8.4. Mode diversity of green hardware solutions.	2			4		6	1 2	8.5. Levels of green hardware computing.
9. Development prospect of green hardware computing 9.1. Development of hardware on the natural way of growing both parallelism and fuzziness. 9.2. Elimination of traditional contradictions in requirements to hardware. 9.3. Diversity in domination spheres of hardware universalization and specialization 9.4. Development of multiply effect methods.	2			4		6	1 2	9.5. Focusing of multiply effect into green values.
Total	18			18		36	72	

Assessment strategy	Weight in %	Dead lines	Assessment criteria
Lecture activity, including fulfilling special self-tasks	10	7,14	<p>85% – 100% Outstanding work, showing a full grasp of all the questions answered.</p> <p>70% – 84% Perfect or near perfect answers to a high proportion of the questions answered. There should be a thorough understanding and appreciation of the material.</p> <p>60% – 69% A very good knowledge of much of the important material, possibly excellent in places, but with a limited account of some significant topics.</p> <p>50% – 59% There should be a good grasp of several important topics, but with only a limited understanding or ability in places. There may be significant omissions.</p> <p>45% – 49% Students will show some relevant knowledge of some of the issues involved, but with a good grasp of only a minority of the material. Some topics may be answered well, but others will be either omitted or incorrect.</p> <p>40% – 44% There should be some work of some merit. There may be a few topics answered partly or there may be scattered or perfunctory knowledge across a larger range.</p>

			<p>20% – 39% There should be substantial deficiencies, or no answers, across large parts of the topics set, but with a little relevant and correct material in places.</p> <p>0% – 19% Very little or nothing that is correct and relevant.</p>
Learning in laboratories	30	7,14	<p>85% – 100% An outstanding piece of work, superbly organised and presented, excellent achievement of the objectives, evidence of original thought.</p> <p>70% – 84% Students will show a thorough understanding and appreciation of the material, producing work without significant error or omission. Objectives achieved well. Excellent organisation and presentation.</p> <p>60% – 69% Students will show a clear understanding of the issues involved and the work should be well written and well organised. Good work towards the objectives.</p> <p>The exercise should show evidence that the student has thought about the topic and has not simply reproduced standard solutions or arguments.</p> <p>50% – 59% The work should show evidence that the student has a reasonable understanding of the basic material. There may be some signs of weakness, but overall the grasp of the topic should be sound.</p>

			<p>The presentation and organisation should be reasonably clear, and the objectives should at least be partially achieved.</p> <p>45% – 49% Students will show some appreciation of the issues involved. The exercise will indicate a basic understanding of the topic, but will not have gone beyond this, and there may well be signs of confusion about more complex material. There should be fair work towards the laboratory work objectives.</p> <p>40% – 44% There should be some work towards the laboratory work objectives, but significant issues are likely to be neglected, and there will be little or no appreciation of the complexity of the problem.</p> <p>20% – 39% The work may contain some correct and relevant material, but most issues are neglected or are covered incorrectly. There should be some signs of appreciation of the laboratory work requirements.</p> <p>0% – 19% Very little or nothing that is correct and relevant and no real appreciation of the laboratory work requirements.</p>
Module Evaluation Quest	60	8,16	The score corresponds to the percentage of correct answers to the test questions

Author	Year of issue	Title	No of periodical or volume	Place of printing. Printing house or internet link
Compulsory literature				
Ed. by V. Kharchenko	2014	Green IT-Engineering. Volume 1. Principles, models, HW&SW		National Aerospace University “KhAI”
Ed. by S.Murugesan, G.Gangadharan	2012	Harnessing Green IT: Principles and Practices		J. Wiley and Sons Ltd
Ed. by A. Drozd V. Kharchenko	2012	On-Line Testing of the Safe Instrumentation and Control Systems		National Aerospace University “KhAI”
Ed. by A. Drozd V. Kharchenko	2013	Co-Design and Testing of Safety-Critical Embedded Systems		National Aerospace University “KhAI”
A.Yakovlev	2011	Energy-modulated computing		Design, Automation and Test in Europe. Conf., Grenoble, France. http://async.org.uk/tech-reports/NCL-EECE-MSD-TR-2010-167.pdf
E. Zaitseva,	2012	Importance		Springer. –

Lisniansky A., Frenkel I. et al.		Analysis of a Multi-State System Based on Multiple-Valued Logic Methods in Recent Advances in System Reliability: Signatures, Multi-state and Statistical Inference		London, UK.
J. Drozd, A. Drozd	2015	A Resource-based Approach and Methods of Multiply Effects in Computer World	Vol. 1, Issue 1.	Central European Researchers Journal (CERes Journal)
J. Drozd, A. Drozd, S. Antoshchuk, A. Kushnerov, V. Nikul	2015	Effectiveness of Matrix and Pipeline FPGA-Based Arithmetic Components of Safety-Related Systems		8th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications. – Warsaw, Poland
A. P. Chandracsan, R. Sheng, S. Brodersen	1992	Low-Power CMOS Digital Design	Vol. 27, No 4, pp. 473 – 484	IEEE Journal of solid-state circuits
	2010	STMicroelectronics STM8L	AN314 7	http://www.bdtic.com/DownLoad

		family power management		/ST/AN3147.pdf
	2013	16-bit Microcontrollers of Microchip		http://www.pic24.ru/doku.php/articles/mchp/16_bit_mcu
	2004	Cool'n'Quiet™ Technology Installation Guide for AMD Athlon™ 64 Processor Based Systems	Advanced Micro Devices, Inc	http://www.amd.com/us-en/assets/content_type/DownloadableAssets/Cool_N_Quiet_Installation_Guide3.pdf
M. Larabel	2006	Intel EIST SpeedStep	Phoronix	http://www.phoronix.com/scan.php?page=article&item=397&num=1
P. Greenhalgh	2011	big.LITTLE Processing with ARM Cortex-A15 & Cortex-A7	White paper ARM,	http://www.arm.com/files/downloads/big_LITTLE_Final_Final.pdf
	2007	NVIDIA CUDA Compute Unified Device Architecture. Programming Guide	Version 1.0.	NVIDIA Corporation
	2004	Netlist Optimizations and Physical Synthesis. Qii52007-2.0	Quartus II Handbook. Vol. 2.	Altera Corporation
	2013	PowerPlay Early Power		Altera Corporation

		Estimator. User Guide.		
A. Drozd, S. Mileiko, V. Kalinichenko, N. Ulchenko	2014	Estimation of power consumption distribution in a FPGA project	No 1 (89)	Electrotechnic and Computer Systems
Additional literature				
A. Shen, A. Ghosh, S. Devadas, K. Keutzer	1992	An Average Power Dissipation and Random Pattern Testability of CMOS Combinational Logic Networks		IEEE International Conference on Computer-Aided Design
J. Drozd, A. Drozd, M. Al-dhabi	2015	A resource approach to on-line testing of computing circuits		IEEE East-West Design & Test Symposium. Batumi, Georgia
M. Drozd, A. Drozd	2014	Safety-Related Instrumentation and Control Systems and a Problem of the Hidden Faults	pp. 137 – 140	The 10 th International Conference on Digital Technologies, Zhilina, Slovak Republic
J. Drozd, A. Drozd, S. Antoshchuk, V. Kharchenko	2013	Natural development of the resources in design and testing of the computer systems and their components	pp. 233 – 237	7th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications,

				Berlin, Germany
L. A. Barroso U. Hölzle	2007	The case for energy-proportional computing	Vol. 40, Dec., pp. 33 – 37	Computer
O. Oleshchuk, O. Popel, M. Kopitchuk	2012	Simulation full-connected neural net with use of technology CUDA	Vistnik № 747, 131-139.	National University "Lvivska Politehnika"
J. Drozd, A. Drozd, D. Maevsky, L. Shapa	2014	The Levels of Target Resources Development in Computer Systems	pp. 185 – 189	IEEE East-West Design & Test Symposium, Kiev, Ukraine
	2004	Design Optimization for Altera Devices. Qii52005-2.0	Quartus II Handbo ok. Vol. 2.	Altera Corporation
	2013	PowerPlay Power Analysis. Qii53013. Quartus II Handbook		Altera Corporation
A. Drozd, K. Zashcholkin	2014	Green-oriented natural pipelining of digital circuits in FPGA-projects	Vol. 1 (43). – pp. 162 – 168.	Odessa, Odessa polytechnic university
D. Ivanov	2010	Genetic algorithm of power	No 18 (169), pp. 206	Serie: "Computer technology and

		dissipation optimisation for input test sequences	– 215	automation”, Donetsk, DonNTU
J. Drozd, A Drozd. K.Zashcholkin, V. Antonyuk, N. Kuznetsov, V.Kalinichenko	2013	A Concept of Computing Based on Resources Development Analysis		IEEE East-West Design & Test Symposium, Rostov-on-Don, Russia

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	3
ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
1 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ.....	6
1.1 ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИМИ РЕЖИМАМИ РАБОТЫ ПК.....	6
1.2 ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ ПРОЕКТА В ALTERA QUARTUS II.....	16
1.3 ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОЦЕНКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В FPGA ПРОЕКТЕ ПРИ ПОМОЩИ POWER PLAY POWER ANALYZER	24
1.4 ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПУТЕМ КОНВЕЙЕРИЗАЦИИ ВЫЧИСЛЕНИЙ В FPGA-ПРОЕКТАХ	37
1.5 ИССЛЕДОВАНИЕ КРАТНОГО ЭФФЕКТА И ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЕГО ФОКУСИРОВАНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СОКРАЩЕННОЙ ОПЕРАЦИИ	49
1.6 ИССЛЕДОВАНИЕ КРАТНОГО ЭФФЕКТА ПРИ ПОВЫШЕНИИ УРОВНЯ СХЕМНОГО ПАРАЛЛЕЛИЗМА ОДНОТАКТНЫХ УСТРОЙСТВ С ПЛАВАЮЩЕЙ ТОЧКОЙ.....	61
1.7 ИССЛЕДОВАНИЕ КРАТНОГО ЭФФЕКТА И ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЕГО ФОКУСИРОВАНИЯ ПРИ ПОВЫШЕНИИ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ РЕСУРСОВ НА ПРИМЕРЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИИ УМНОЖЕНИЯ.....	73
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ	87
2.1 Пояснения к учебной программе.....	87
2.2 Подготовка к занятиям и экзамену.....	88
2.3 Вопросы для самостоятельной работы.....	89
ЛИТЕРАТУРА.....	90
АНОТАЦІЯ.....	95
ЗМІСТ	96
ABSTRACT.....	97
CONTENT.....	98
ПРИЛОЖЕНИЕ. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА	99

Дрозд Олександр Валентинович
Антонюк Віктор Вікторович
Антощук Світлана Григорівна,
Горват Петро Петрович
Дрозд Мирослав Олександрович
Дрозд Юлія Володимирівна
Защолкін Костянтин Вячеславович
Король Іван Юрійович
Мартинюк Олександр Миколайович
Нікул Валерія Володимирівна
Сіора Олександр Андрійович
Сурков Сергій Сергійович
Титомир Олег Ярославович
Аль-Дабі Мохаммед Мохаммед

ЗЕЛЕНІ АПАРАТНІ ЗАСОБИ ТА ПРОГРАМОВНІ СИСТЕМИ

Практикум
(російською мовою)

Редактори Дрозд О.В., Харченко В.С.

Комп'ютерна верстка
Харченко Л.Д.

Зв. план, 2015

Підписаний до друку 21.12.2015

Формат 60x84 1/16. Папір офс. №2. Офс. друк.

Умов. друк. арк. 6,8. Уч.-вид. л. 6,47. Наклад 200 прим.

Замовлення 44. Ціна вільна

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
"Харківський авіаційний інститут"

61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17

<http://www.khai.edu>

Віддруковано ФОП Лисенко І. Б.

61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17, моторний корпус, к. 147

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи в державний реєстр
видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК №2607 от 11.09.06 р.