



Подготовка специалистов по информационным и коммуникационным технологиям на базе семейства стандартов “Прикладная математика и информатика”

Ю. А. Богоявленский

Заведующий кафедрой информатики и математического обеспечения

Петрозаводский государственный университет
Information and Communication Technology

**Education Based on the Russian State
Educational Standard Family of “Applied
Mathematics and Informatics”**

Yury A. Bogoyavlenskiy

Head of the Department of Computer Science

Petrozavodsk State University

ybgv@cs.karelia.ru



Содержание Content

1. Введение
 2. Мотивация использования семейства стандартов 01050{0|1}
 3. Характеристики семейства 01050 {0|1}
 4. Сравнение Ядер Совокупностей Базовых Знаний
 5. Опыт математического факультета ПетрГУ
 6. Заключение
1. Introduction
 2. Motivation to use standards family 01050{0 | 1}
 3. Characterization of 01050{0 | 1} family
 4. Comparison of Bodies of Knowledge Cores
 5. Experience of Mathematical Faculty of the PetrSU
 6. Conclusion

Ю.А. Богоявленский

SoRuCom 2006

1



Быстрое расширение сферы ИКТ Computing (ICT) sphere fast expansion

Большие инвестиции государств и частных компаний
в развитие ИКТ.

Быстрое появление и внедрение новых парадигм,
концепций, стандартов, инструментов, прикладных
систем.

**Vast sums of money are invested by governments and
private companies in ICT development.**

**New paradigms, concepts, standards, tools and
application systems appear and are deployed very
quickly, supplementing and/or replacing each other.**

Ю.А. Богоявленский

SoRuCom 2006

2



Диверсификация ИКТ ICT diversification

ACM Computing Curricula 2005

- ⇒ ЭВМ, комплексы, системы и сети
- ⇒ **ИН** Информатика
- ⇒ **ИС** Информационные системы
- ⇒ **ИТ** Информационные технологии
- ⇒ **ТП** Технология разработки ПО

ACM Computing Curricula 2005

- ⇒ **CE** Computer Engineering
- ⇒ **CS** Computer Science
- ⇒ **IS** Information Systems
- ⇒ **IT** Information Technology
- ⇒ **SE** Software Engineering

Ю.А. Богоявленский

SoRuCom 2006

3



Образовательные стандарты ИКТ ICT Curricular guidelines

Обеспечить подготовку специалистов, способных к долговременной профессиональной работе в ИКТ (Задача).

Диверсификация значительно усложняет разработку таких стандартов.

В России: УМО, А.Н. Терехов, В.А. Сухомлин, В.В. Никитин,
<http://www.apkit.ru>

To provide educating the specialists, capable of long-term professional activity in ICT (the Task).

The diversification considerably increases both importance and complexity of adequate curricula models development and deployment problem.

In USA: Task Forces of ACM, IEEE, AIS, AITP, SIGITE
Ю.А. Богоявленский SoRuCom 2006

4



Цель исследования Purpose of the research

IEEE/AIS/ACM Joint Task Force on Computing Curricula. Computing Curricula 2005.

<http://www.computer.org/curriculum> or

<http://www.acm.org/education/curricula.html>

Отдельные стандарты для пяти областей

Подготовку по ИН, ИС, ИТ, ТП целесообразно организовать на общей базе стандарта 01050 {0|1} "Прикладная математика и информатика"

Separate Curricular Guidelines for each of the Area

It is possible (and expedient) to organize efficient education of specialist for CS, IS, IT, and SE disciplines in the framework of Russian state educational standards family "Applied Mathematics and Informatics"

Ю.А. Богоявленский

SoRuCom 2006

5



Мотивация использования 01050{0|1} Motivation to use family 01050{0|1}

Большая инерция Высшей школы.

Скорость ведения и стабилизации новых стандартов ниже, чем скорость изменений в ИКТ.

Необходимо быстро реагировать на диверсификацию ИКТ.

Потребность в России – 40 000 специалистов за 5 лет.

Адаптировать стабильные широко распространённые стандарты.

Big inertia of Higher School.

New curricular guidelines introduction and stabilization speed is lower than the speed of changes in ICT.

It is necessary right now to respond to ICT diversification.

Need in Russia — 40 000 for the 5 on-coming years.

Adjustment of the existing curricular guidelines that are stable and widely spread in the Universities

Ю.А. Богоявленский

SoRuCom 2006

6



Мотивация использования 01050{0|1} Motivation to use family 01050{0|1}

Требования к стандартам ИКТ:

- Гибкость, долгий жизненный цикл.
- Постоянная и переменная части.
- Фундаментальность: теории и методы разработки средств решения задач.

Requirements to the Curricular Guidelines:

- Flexibility, long life cycle.
- Permanent and variable parts.
- Fundamentality: theories, methods and approaches using to develop means to solve particular problems.

Ю.А. Богоявленский

SoRuCom 2006

7



Мотивация использования 01050{0|1}

Motivation to use family 01050{0|1}

Математика – основа ИКТ:

- Формируется быстрое аналитическое мышление.
- Лёгкое освоение инженерных компонентов ИКТ и самообучение.
- Важность математики неоднократно подчеркнута в стандартах ACM.

Неясен прогноз диверсификации ИКТ. Вероятный сценарий - смена процесса на обратный.

Математически подготовленный Выпускник легче найдёт работу в отраслях, отличных от ИКТ

Mathematics is the basis of ICT:

- Formation of quick, flexible, strict analytical thinking .
- Quicker mastering of ICT engineering components, self-learning.
- Importance of mathematics is often stressed in the guidelines of ACM.

Forecast of ICT diversification development is not clear. A scenario is the process will be replaced by a reverse one.

Mathematically educated graduate stands a better chance to find a job in the fields different from ICT



«Обратный подход»

The "Reverse" approach

Введение инженерных компонент в математически полноценный стандарт.

- Обеспечивается фундаментальность образования.
- Позволяет решать Задачу путём адаптации стабильных широко распространённых стандартов.

Corresponding engineering components are introduced in a curricular guideline, providing full-fledged mathematical training.

- Fundamentality of education is provided .
- Allows to solve the Task by Adjustment of the existing curricular guidelines that are stable and widely spread in the Universities



«Прикладная математика и информатика»

"Applied Mathematics and Informatics"

010500 Бакалавр, 4 года

Bachelor, 4 years

010501 Специалист, 5 лет

Specialist, 5 years

010500 Магистр, 2 года после бакалавратуры

Master of Science, 2 years after baccalaureate

Введен в 1993 г., широко распространён в университетах

Accepted at 1993 and widely spread in the Universities



«Прикладная математика и информатика»

"Applied Mathematics and Informatics"

7 314 часов (hours), 132 недели (weeks) 8 семестров (terms)

Блоки (Blocks):

Гуманитарные, экономические 24% Humanitarian, economical

Естественно-научные 9% Natural Science

Общие математические 28% General Mathematics

Прикладная математика 16% Applied Mathematics

ИКТ общие 12% General Computing

ИКТ альтернативные 11% Alternative Computing

Всего для ИКТ 23% Total for Computing

часов 1700 hours

За счёт вариаций 30%, 2190 For account of variations

Пятый курс часов 2148 hours Fifth year

Магистратура часов 4100 hours Master of Science

Для обязательных курсов 27% Compulsory courses only



Преимущества стандарта 010500

Advantages of the 010500 standard

1. Математическая Культура - фундамент компетенции в ИКТ.
2. Достаточно времени для обязательных курсов по ИКТ.
3. Позволяет отражать в учебных планах текущие изменения в сфере ИКТ.
4. Процедурная простота адаптации к решению Задачи (новые специализации)
5. Хорошо апробирован. Высокое качество выпускников.

1. In the permanent part integral Mathematical Culture formation is provided, which is the ICT competence basis.
2. Sufficient time is provided for obligatory ICT courses.
3. Special and elective discipline range entirely enables the faculties to reflect current ICT changes in curricula.
4. Standard adjustment to the Task accomplishment can be implemented due to the new specialization creation. (Procedural simplicity).
5. The standard has proved itself well in Russia. Trained on its basis graduates, working in ICT, possess high professional skills

Ю.А. Боговяленский

SoRuCom 2006

12



Временное сравнение Ядер СБЗ

Comparison of Bodies of Knowledge Cores

Общие части Common parts

CS. Информатика		IS ИС	IT ИТ	SE ТП
№	темы	час	час	час
1	DS. Дискретные структуры	43	43	43
2	PF. Основы программирования	38	38	38
3	AL. Алгоритмы и теория сложности	31	31	0
4	AR. Архитектура ЭВМ	36	36	3
5	OS. Операционные системы	18	18	15
6	NC. Сети ЭВМ	15	15	16
7	PL. Языки программирования	23	23	0
8	HC. Интерфейс человек ЭВМ	8	8	9
9	GV. Графика и визуализация	3	3	0
10	IS. Интеллектуальные системы	10	10	0
11	IM. Управление информацией	10	10	8
12	SP. Профессионал и общество	16	16	11
13	SE. Технология разработки ПО	35	27	0
Итого лекций в общей части Ядер		286	278	143
Without Math. Area DS. Без математической темы DS				
Common Lectures. Общих лекций.		243	235	100
Special Lectures. Специальных лекц.		нет	245	181
Lectures in a Core. Лекций в Ядре		243	480	281
Time in a special part. Спец. времени		нет	980	724
Time in a Core. Учебного времени в Ядре		972	1920	1124

Ю.А. Боговяленский

SoRuCom 2006

13



Временное сравнение Ядер СБЗ

Comparison of Bodies of Knowledge Cores

Специальные части Ядер совокупностей базовых знаний

Special parts of the Bodies of Knowledge Cores

IT. Информационные технологии		SE. Технология разработки программного обеспечения	
темы	часы	темы	часы
ITF. Основы ИТ (33)	33	СМР. Основы ИКТ (172)	17
HCI. Интерфейс человек ЭВМ (20)	11	FND. Математические и технологические основы (89)	46
IM. Управление информацией (34)	26	PRF. Практика в профессии (35)	19
IAS. Достоверность и безопасность данных (23)	21	MAA. Моделирование и анализ ПО (53)	49
IPT. Интегрирующие технологии программирования (23)	23	DES. Проектирование ПО (45)	28
NET. Сети ЭВМ (20)	9	VAV. Верификация и проверка соответствия ПО (42)	37
PT. Технологии платформ (14)	0	EVO. Эволюция ПО (10)	7
SA. Администрирование и эксплуатация систем (11)	7	PRO. Процесс разработки ПО (13)	10
SIA. Системная интеграция и архитектура (21)	21	QUA. Качество ПО (16)	16
SP. Профессионал и общество (23)	12	MGT. Управление ПО (19)	15
WS. Web системы и технологии (21)	18		
Total. Итого		181	244

Ю.А. Боговяленский

SoRuCom 2006

14



Результаты сравнения Ядер СБЗ

Results of the Comparison of BK Cores

Стандарт бакалавриата 010500 -> «стандарт Б».

Учебное время стандарта Б на ИКТ = 1920 ч. -> Б-икт

Знания Ядра ИН в основном входят в Ядра ИС, ИТ и ТП.

Общий объем Ядра ИТ меньше (нет областей AL, PL, GV, IS ..)

Если давать DS в математическом блоке стандарта Б, то:

Общий объем времени Ядер СБЗ ИН, ИС, ИТ и ТП СВОБОДНО РАЗМЕЩАЕТСЯ В Б-икт (1920 часов)

"B standard" term for the phrase "010500 Bachelor standard"

Total study hours extent of B standard for ICT study = 1 920 hours -> B-ICT.

CS Core knowledge are almost entirely included in IS, SE, and IT Cores.

IT Core common Areas extent is less due to absence of AL, PL, GV, IS, SE ...

Giving DS Area in mathematics courses block of B standard:

Total study hours extent of BK Cores of CS, IS, IT, and SE disciplines is freely accommodated in B-ICT (1920 h.)

Ю.А. Боговяленский

SoRuCom 2006

15



Результаты сравнения Ядер СБЗ Results of the Comparison of BK Cores

Основополагающее заключение:

Знания Ядра Информатики – фундаментальные знания сферы ИКТ в целом.

Дисциплины ИС, ИТ и ТП – прикладные дисциплины Информатики.

Это заключение хорошо согласуется с отчетами ACM

Mainframe conclusion:

CS Core knowledge is basic for ICT sphere in general.

IS, IT and SE disciplines are applied disciplines concerning CS.

This conclusion agrees well with last ACM Reports.

Ю.А. Богоявленский

SoRuCom 2006

16



Результаты сравнения Ядер СБЗ: ИН Results of the Comparison of BK Cores:CS

В руководствах ACM в учебный план по ИН рекомендуется
включать как углублённые курсы математических блоков стандарта Б и курсы других его блоков

Стандарт Б можно считать эквивалентным руководству ACM по ИН как по содержанию так и по объему знаний по Информатике

Mathematical blocks of B standard that in ACM CS guideline are recommended as advanced ones.

Thus B standard can be thought to be ACM CS guideline equivalent in both content and extent of CS knowledge.

Ю.А. Богоявленский

SoRuCom 2006

17



Результаты сравнения Ядер СБЗ: ИТ, ИС, ТП Results of the Comparison of BK Cores: IT, IS, SE

ИТ - Весь объем учебного времени полностью размещается в Б-ИКТ + рекомендуемая математика + продвинутые курсы.

ИС и ТП – Ядра полностью размещаются в Б-ИКТ.

Размещение полного учебного времени в стандарте Б нужно исследовать.

Гарантированно можно разместить полное учебное время ИС и ТП в стандарте 010501 (специалист, 5 лет обучения)

ИТ - total IT study are entirely accommodated in B-ICT + math courses + advanced courses.

IS and SE – Cores are entirely accommodated in B-ICT.

Accommodation of full study time in B standard is subject of research.

With no doubt full study time of IS and SE can be accommodated in the 010501 standard (specialist, 5 year study)

Ю.А. Богоявленский

SoRuCom 2006

18



Адаптация стандарта Б для ИН, ИТ, ИС и ТП B standard adaptation for CS, IT, IS, SE

Фиксация 3 профессиональных блоков:

Математическое Ядро

Ядро ИКТ

Специальный блок дисциплины

Содержание блоков известно, нужно установить взаимосвязи.

Fixation of 3 professional blocks:

Mathematical Core

ICT Core

Special block of a discipline.

Blocks content is formed, and the task is to develop rational connections between them.

Ю.А. Богоявленский

SoRuCom 2006

19



Опыт: стандарт Б на МФ ПетрГУ

Experience: B standard at Math F of PetrSU

Бакалавратура с 1993 г, магистратура с 1997 г.

Учебный план с учетом Computing Curricula 1991.

Выпуск:

- бакалавров 269
- специалистов 191
- магистров 73

Многие магистры поступали в аспирантуру

Baccalaureate since 1993, Magistracy since 1997

Curriculum using Computing Curricula 1991

➤ Graduates:

- Bachelors 269
- Specialists 191
- Masters 73

Many Masters of Sciences became postgraduate students

Ю.А. Богоявленский

SoRuCom 2006

20



Опыт: стандарт Б на МФ ПетрГУ

Experience: B standard at Math F of PetrSU

Flexibility.

New courses:

Гибкость.

Введены курсы:

- Введение в процессоры
- Компьютерные сети
- Операционные системы
- Технология разработки ПО
- Язык процессов shell
- ООП в средах Java и .NET
- Технологии Web
- Групповой проект по ТП

Общее Ядро учебного плана с университетом Хельсинки

- Introduction to Processors
- Computer Networks
- Operating Systems
- Software Engineering
- Shell Language
- OOP in Java and .NET
- Web Technologies
- SE Team Project

Common Curricula Core with the University of Helsinki

Ю.А. Богоявленский

SoRuCom 2006

21



Опыт: стандарт Б на МФ ПетрГУ

Experience: B standard at Math F of PetrSU

Вводные курсы:

Introduction courses:

1st term

Introduction to ICT	Shell Language
Introduction to Processors (Assembly Language)	Introduction to Processors (Assembly Language)
Programming and Algorithms (C Language)	Data Structures
Discrete Mathematics	Mathematical Logic

2nd term

3rd term

Combinatorial Algorithms	Combinatorial Algorithms
Data Bases	Operating Systems
Computer Networks	OOP in .NET Environment
OOP in Java Environment	

4th term

Ю.А. Богоявленский

SoRuCom 2006

22



Опыт: стандарт Б на МФ ПетрГУ

Experience: B standard at Math F of PetrSU

Идея вводной последовательности:

Параллельное введение в:

- Архитектуру процессора
- Язык C
- ОС - shell

Idea of the Introduction sequence:

Parallel introduction into:

- Processor architecture
- C language
- OS - shell

Ю.А. Богоявленский

SoRuCom 2006

23



Заклучение Conclusion

Преимущества адаптации семейства 01050{0|1} к современному состоянию сферы ИКТ:

- направленное формирование математической культуры;
 - апробированная двухступенчатая схема "бакалавр — магистр";
 - гибкая структура, обеспечивающая реакцию на изменения;
 - легкая адаптация к международным требованиям;
 - процедурная простота по сравнению с введением новых стандартов.
- 13-летний опыт МФ ПетрГУ подтверждает наши тезисы.

Advantages of 01050 {0|1} standard family adjustment approach to contemporary ICT sphere state:

- directed integral Mathematical Culture formation;
 - approved two stage schema Bachelor of Science, Master of Science;
 - flexible structure providing easy reaction to ICT changes;
 - easy international requirements adjustment;
 - procedural simplicity compared to development of new standards;
- 13 years experience of Mathematical Faculty of Petrozavodsk State University justifies our theses.

Ю.А. Богоявленский

SoRuCom 2006

24



Благодарности

Автор признателен администрации ПетрГУ в лице долгое время возглавлявшего ПетрГУ ректора В. Н. Васильева и действующего ректора А. В. Воронина, проректора Н. С. Рузановой и бывшего первого проректора А. А. Печникова, декана В. А. Шестакова за постоянное внимание к проблемам, рассмотренным в статье и неизменную поддержку.

Написание этой статьи было бы невозможно без крайне полезных и заинтересованных обсуждений, в которых участвовали мои коллеги Т. Аланко, О. Ю. Богоявленская, А. Г. Варфоломеев, В. Т. Вдовицын, А. В. Воронин, А. В. Иванов, Джон Импальяццо, С. Т. Коржов, Д. Ж. Корзун, В. А. Кузнецов, А. А. Печников, В. В. Поляков, В. А. Пономарев, А. А. Рогов, Г. С. Сиговцев, А. В. Соколов, В. В. Старков, Л. В. Щеголева.

Всем им автор выражает глубокую благодарность

Ю.А. Богоявленский

SoRuCom 2006

25



Acknowledgments

The author appreciates PetrSU administration in the person of former Rector Victor Vasiliev, having been the Head of the University for a long time and acting Rector Anatoly Voronin, Vice-Rector Natalia Ruzanova and former Vice-Rector Andrey Pechnikov, Dean Vladimir Shestakov for the permanent attention to the problems examined in the article and invariable support.

This presentation wouldn't have seen the light of the day without extremely useful discussions with the assistance of my colleagues Timo Alanko, Olga Bogoiavlenskaia, John Impagliazzo, Alexandr Ivanov, Sergey Korzhov, Dimitry Korzun, Vladimir Kuznetsov, Andrey Pechnikov, Vladimir Poljakov, Vadim Ponomarev, Alexandr Rogov, Gennady Sigovtsev, Andrey Sokolov, Victor Starkov, Liudmila Schegoleva, Alexey Varfolomeev, Vladimir Vdovicyn, Anatoly Voronin,.

The author kindly thanks all of them.

Ю.А. Богоявленский

SoRuCom 2006

26



Эпиграф Motto

Говорят: "Будут гурии, мёд и вино —
Все улады в раю нам вкусить суждено".
Потому я повсюду с любимой и с чашей, —
Ведь в итоге к тому же придем всё равно.
Омар Хайам, Рубай

We strive in life so in the end
Paradise attain, to heavens ascend.
It is better our ways amend
This moment now, joyously spend.
Rubaiyat of Omar Khayyam
English translation by Shahriar
Shahriari

Ю.А. Богоявленский

SoRuCom 2006

27