

ШКОЛЬНАЯ ИНФОРМАТИКА: ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

Е.К.Хеннер

Сибирские педагогические чтения

Красноярск, декабрь, 2014 г.

Информатика в школе: международные форумы

Ежегодные конференции

SIGCSE (ACM Special Interest Group on Computer Science Education),

ITiCSE (Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education),

ICER (International Computing Education and Research),

KOLI (International Conference on Computing Education Research),

ISSEP (International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution and Perspectives)

и др.

Специализированные международные журналы

Computer Science Education,

ACM Transactions on Computing Education,

Informatics in Education

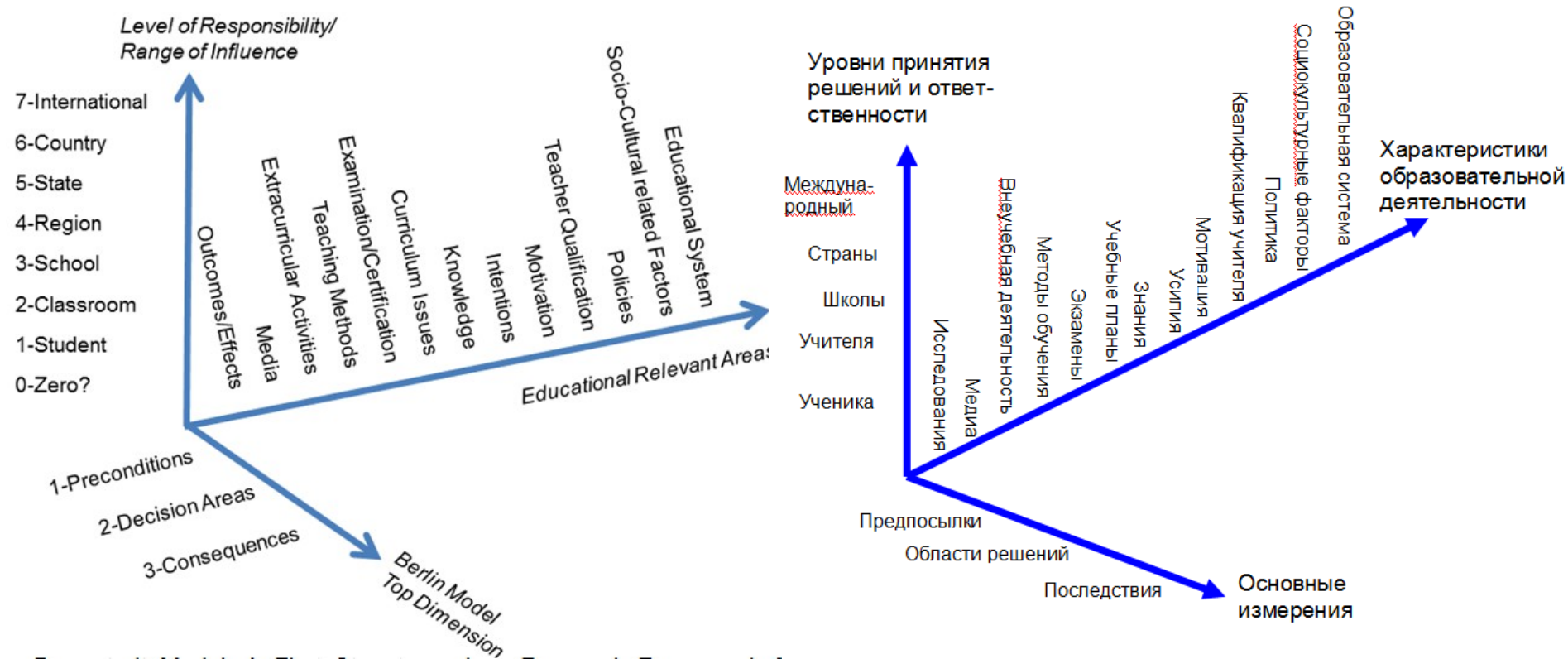
и др.

Отчеты правительственных и международных агентств

Модель для сопоставления

1. Политические: предпосылки, области принятия решений, последствия.
2. Уровни ответственности и принятия решений: международный, внутригосударственный, региональный, школьный, уровень учителя, уровень ученика.
3. Непосредственные характеристики образовательной деятельности:
 - система образования: организационные аспекты изучения предмета, типы учебных заведений, прием в школу;
 - социокультурные факторы: история информатики в школе, возрастной, гендерный, социальный состав учащихся, общественное мнение; технико-экономическое развитие;
 - образовательная политика; исследования, финансирование, управления качеством;
 - квалификация учителей: подготовка учителей, профессиональный опыт;
 - мотивация: учащиеся, учителя;
 - намерения: цели обучения, компетенции, стандарты;
 - знания (информатика, информационные технологии);
 - учебные планы;
 - экзамены/сертификаты;
 - методы обучения;
 - дополнительное образование по информатике;
 - средства обучения: техническая инфраструктура, учебники, инструментарий, дидактические программные средства, средства визуализации, тактильные средства.

«Дармштадская модель»: принципы сопоставления опыта разных стран в сфере школьной информатики



Hubwieser, P. The Darmstadt Model: A First Step towards a Research Framework for Computer Science Education in Schools. 6th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives, ISSEP 2013. Oldenburg, Germany, February 26 – March 2, 2013. Proceedings.

ACM Transaction on Computing Education. Special Issue on Computing Education in K-12 Schools From a Cross-National Perspective

2014
Volume 14, Number 2

ACM Transactions on Computing Education

SPECIAL ISSUE ON COMPUTING EDUCATION IN K-12 SCHOOLS FROM A CROSS-NATIONAL PERSPECTIVE

- Article 6** (3 pages) **J. Tenenberg**
R. McCartney Editorial: Computing Education in (K-12) Schools from a Cross-National Perspective
- Article 7** (9 pages) **P. Hubwieser**
M. Armoni
M. N. Giannakos
R. T. Mittermeir Perspectives and Visions of Computer Science Education in K-12 Schools
- Article 8** (18 pages) **J. Gal-Ezer**
C. Stephenson A Tale of Two Countries: Successes and Challenges in K-12 Computer Science Education in Israel and the United States
- Article 9** (22 pages) **N. C. C. Brown**
S. Sentance
T. Crick
S. Humphreys Restart: The Resurgence of Computer Science in UK Schools
- Article 10** (31 pages) **T. Bell**
P. Andreae
A. Robins A Case Study of the Introduction of Computer Science in NZ Schools

continued on back cover

- Article 11** (27 pages) **G.-L. Baron**
B. Drot-Delange
M. Grandbastien
F. Tort Computer Science Education in French Secondary Schools: Historical and Didactical Perspectives
- Article 12** (25 pages) **L. Rolandsson**
I.-B. Skogh Programming In School: Look Back to Move Forward
- Article 13** (29 pages) **M. Guzdial**
B. Ericson
T. McKlin
S. Engelman Georgia Computes! An Intervention in a US State, with Formal and Informal Education in a Policy Context
- Article 14** (10 pages) **E. Khenner**
I. Semakin School Subject Informatics (Computer Science) in Russia: Educational Relevant Areas
- Article 15** (6 pages) **C. Bellettini**
V. Lonati
D. Malchiodi
M. Monga
A. Morpurgo
M. Torelli
L. Zecca Informatics Education In Italian Secondary Schools



Общая оценка тенденций развития школьной информатики

«В течение последних нескольких лет центр внимания школьного образования в сфере информатики переместился с пользовательских навыков применений компьютеров и информационно-коммуникационных технологий в сторону строгого изучения основных понятий информатики, такие как алгоритмы или структур данных. Во многих странах были запущены соответствующие инициативы и проекты».

В качестве примеров приводятся США, Великобритания, Новая Зеландия. Одновременно отмечается, что во многих странах Восточной Европы и Израиле систематические курсы изучения информатики существуют уже несколько десятилетий.

«Перспективы и видение школьной информатики» Hubwieser P., Armoni M., Giannakos M.N., Mittermeir R. T. Perspectives and Visions of Computer Science Education in K–12 Schools. ACM Transactions on Computing Education. – 2014. – V.14. – N.2. – P. 7:1-7:9

Информатика в школах США

Основная проблема: информатика не включена в учебный план большинства школ страны в качестве обязательного предмета.

В стране нет единого стандарта в отношении изучения информатики, равно как его нет и в большинстве штатов; есть прекрасные примеры подготовки школьников по информатике, но они не отражают общего состояния дел.

Не существует системы подготовки учителей информатики.

Информатика в школах США

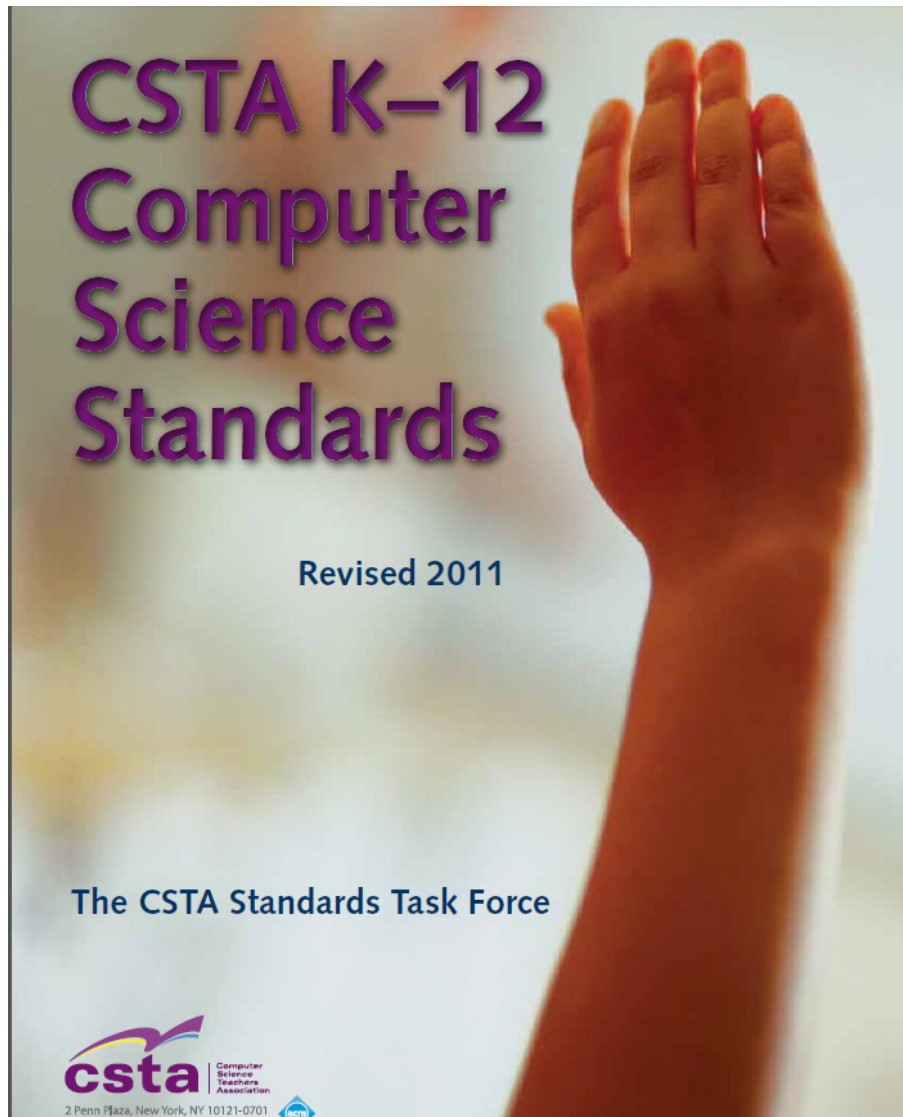
Из обзора: Wilson C. et.al. Running on Empty: The Failure to Teach K-12 Computer Science in the Digital Age. The Association for Computing Machinery. The Computer Science Teachers Association. <http://www.acm.org/runningonempty>

«Как это ни парадоксально, при том, что роль и значение вычислительной техники в обществе и экономике возрастает, образование по информатике в США вытесняется из системы K-12. Хотя есть много превосходных примеров преподавания в стране, в течение последних пяти лет наблюдается заметное снижение количества курсов информатики в средней школе».

Количество школ в США, в которых информатика изучается как самостоятельный предмет, в 2009 г. снизилось по отношению к 2005 г. на 17%, а количество изучаемых курсов информатики – на 35%.

«В нарастание кризиса вносят вклад многие факторы, но данное исследование показывает, что федеральные, штатные и местные органы управления образовательной политикой в сфере K-12 прилагают недостаточно усилий, чтобы сделать изучение информатики более привлекательным. Качество обучения всегда зависит от знающих и хорошо подготовленных учителей, тщательно разработанных учебных материалов, адекватных ресурсов и инфраструктуры для поддержки учителей и учащихся. Когда дело доходит до образования по информатике, эта структура терпит неудачу».

Видение перспектив развития школьной информатики в США



Computer Science Teacher Association
<http://csta.acm.org/>

The Computer Science Teachers Association is a membership organization that supports and promotes the teaching of computer science and other computing disciplines. CSTA provides opportunities for K–12 teachers and students to better understand the computing disciplines and to more successfully prepare themselves to teach and learn.

K-12 Computer Science Standards

K-12 Computer Science Standards. Revised 2011. The Computer Science Teacher Association Standards Task Force.

Представление Ассоциации учителей информатики США о том, каким должен в идеале уровень подготовки по информатике в американских школах

<http://csta.acm.org/Curriculum/sub/K12Standards.html>

Структурирование требований:

А. По трем возрастным категориям учащихся под условными названиями

- «Информатика и я» (до 6 класса);
- «Информатика и сообщества» (классы 6-9);
- «Прикладные концепции и креативные решения» (классы 9-12);

Б. По 5 линиям (в оригинале “strands”):

- вычислительное мышление (ВМ) – “Computational Thinking”;
- сотрудничество (С);
- практика и программирование (ПП);
- компьютеры, коммуникационные устройства и сообщество (ККС);
- глобальные и этические последствия информатизации (ГЭПИ).

Линии содержания школьной информатики

Вычислительное мышление – ключевые слова:

алгоритмизация, программирование, структуры данных, представление данных разной природы, декомпозиция проблем, моделирование, языки высокого уровня, математика и информатика, двоичные числа, логика, место информатики в системе наук, междисциплинарные приложения.

Из Wikipedia: “**Computational Thinking** – новый метод решения проблем, базирующийся на широком использовании методов Computer Science”.

Jeanette Wing, исполнительный директор Национального научного фонда США: «Вычислительное мышление является способом решения проблем людьми, а не попыткой уподобить человеческое мышление компьютерам. Компьютеры – скучные и нудные люди умны и обладают воображением. Мы, люди, делаем компьютеры эффективными. Оснащенные вычислительными устройствами, мы используем наш ум, чтобы решать проблемы, которые мы не могли решать до компьютерной эры и создавать системы, обладающие функциональностью, ограниченной только нашим воображением» (“Computational Thinking,” *Communications of the ACM*, 2006).

«Вычислительное мышление основывается на способностях и ограничениях вычислительных процессов, будь они выполнены человеком или машиной».

Линии содержания школьной информатики

Operational Definition of Computational Thinking for K–12 Education

The International Society for Technology in Education (ISTE) and the Computer Science Teachers Association (CSTA) have collaborated with leaders from higher education, industry, and K–12 education to develop an operational definition of computational thinking. The operational definition provides a framework and vocabulary for computational thinking that will resonate with all K–12 educators. ISTE and CSTA gathered feedback by survey from nearly 700 computer science teachers, researchers, and practitioners who indicated overwhelming support for the operational definition.

Линии содержания школьной информатики

Computational thinking (CT) is a problem-solving process that includes (but is not limited to) the following characteristics:

- Formulating problems in a way that enables us to use a computer and other tools to help solve them.
- Logically organizing and analyzing data
- Representing data through abstractions such as models and simulations
- Automating solutions through algorithmic thinking (a series of ordered steps)
- Identifying, analyzing, and implementing possible solutions with the goal of achieving the most efficient and effective combination of steps and resources
- Generalizing and transferring this problem solving process to a wide variety of problems

These skills are supported and enhanced by a number of dispositions or attitudes that are essential dimensions of CT. These dispositions or attitudes include:

- Confidence in dealing with complexity
- Persistence in working with difficult problems
- Tolerance for ambiguity
- The ability to deal with open ended problems
- The ability to communicate and work with others to achieve a common goal or solution

Линии содержания школьной информатики

Сотрудничество – ключевые слова:

использование широко распространенных технологий, использование сетевых ресурсов, командная работа, поддержка учебного процесса, подготовка публикаций и презентаций, групповое программирование, совместное обучение, обратная связь, взаимопонимание, социализация.

Практика и программирование – ключевые слова:

использование различных устройств и программ для поддержки обучения, использование технологий для коммуникаций, сбор и манипулирование информацией, конструирование пошаговых инструкций, использование визуального программирования, использование компьютерных устройств для доступа к информации и коммуникаций, навигация с помощью гиперссылок, виды деятельности в компьютеринге, выбор средств и технологий, поддержка обучения, разработка продуктов поддерживающих обучение, применение алгоритмов, решение задач с использованием языка программирования, защита информации, информатика в карьере, решение проблем и программирование.

Линии содержания школьной информатики

Компьютеры, коммуникационные устройства и сообщество – ключевые слова:

владение устройствами ввода-вывода, компьютеры и компьютеринг в повседневной жизни, идентификация технических и программных проблем, интеллектуальные черты компьютерных моделей, выбор устройств, необходимых для решения задачи, факторы, отличающие людей и машины, как компьютеры и устройства исполняют программы, электронные устройства и процессоры, взаимоотношения между оборудованием и программами, использование адекватной терминологии, компоненты и функции компьютеров и сетей, моделирование интеллектуального поведения.

Глобальные и этические последствия информатизации – ключевые слова:

ответственное использование информационных технологий, влияние информационных технологий на личность и общество, оценивание релевантности информации, этические аспекты информатизации, эволюция информационных технологий и их влияния, распределение информационных ресурсов и глобальная экономика.

**Оценка соответствия результатов изучения
информатики в основной школе в России требованиям
K-12 CSS
(сводные данные анализа по 69 позициям)**

Линия	Количество требований	Полностью соответствуют	Частично соответствуют	Не соответствуют
Вычислительное мышление	21	6	13	2
Сотрудничество	7	2	5	0
Практика и программирование	18	4	14	0
Компьютеры, коммуникационные устройства и сообщество	13	6	7	0
Глобальные и этические последствия	10	0	10	0

Оценка соответствия результатов изучения информатики в полной средней школе в России требованиям K-12 CSS (сводные данные по 48 позициям)

Линия	Количество требований	Полностью соответствуют	Частично соответствуют	Не соответствуют
Вычислительное мышление	11	0/7	7/3	4/1
Сотрудничество	4	0/0	3/3	1/1
Практика и программирование	12	0/5	8/7	4/0
Компьютеры, коммуникационные устройства и сообщество	10	0/5	6/5	4/0
Глобальные и этические последствия информатизации	11	1/6	8/5	2/0

Рекомендуемые K-12 CSS уровни изучения информатики в полной средней школе:

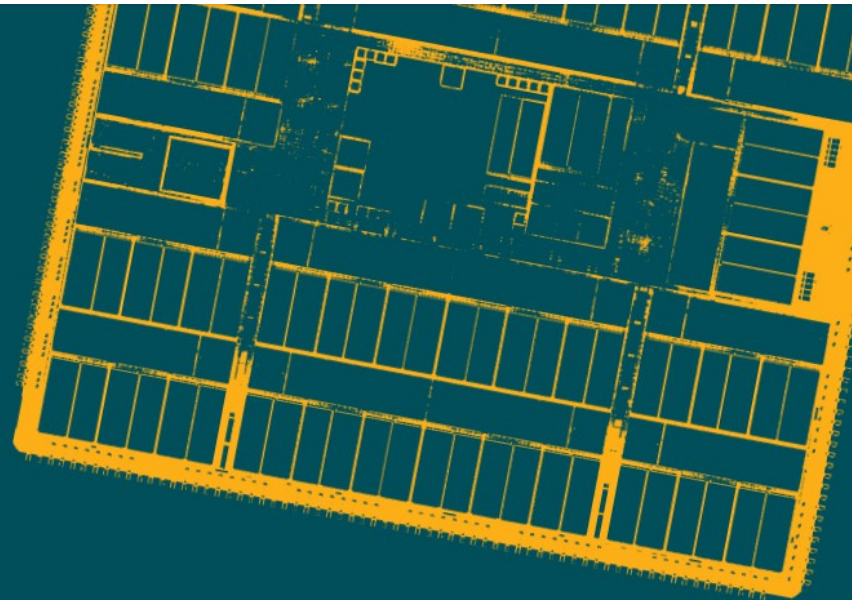
- информатика в современном мире (российский аналог – базовый уровень);
- принципы информатики (аналог – профильный уровень);
- отдельные темы информатики (аналог – элективные курсы).

Выводы из сопоставления

1. Для правильного понимания не следует забывать, что выше *фактический* уровень подготовки в области информатики в школах России сопоставляется с *идеальным представлением* о том, какой должна быть такая подготовка в школах США, описанном в документе K-12 CSS.
2. По оценке авторов, исходящей из осведомленности о школьном образовании по информатике в мире, уровень требований, задаваемый данным документом, не достигнут в полной мере ни в одной стране.
3. Уровень подготовки по информатике в России оценивался авторами работы и носит отпечаток субъективности. К сожалению, в России отсутствует достоверная статистика и аналитика *реального состояния* изучения информатики в школе. Такая статистика и аналитика необходимы для дальнейшего развития предмета.
4. В реальности ситуация со школьной информатикой в России на сегодняшний день выглядит предпочтительнее чем в США хотя бы потому, что в российской школе информатика входит в обязательное ядро образования.

Великобритания

Основа для анализа: обзор “Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools”. The Royal Academy of Engineering. January 2012. <http://www.royal.society.org/education/policy>



Shut down or restart?

The way forward for computing in UK schools

January 2012



THE ROYAL SOCIETY

Основные выводы авторов отчета

1. Существующая постановка образования в сфере компьютеринга во многих школах Великобритании является крайне неудовлетворительным. Хотя действующие учебные программы по ИКТ являются широкими и позволяют учителям вдохновить учеников и помочь им развить интересы в компьютеринге, многие учащиеся не удовлетворены тем, чему их учат, и не получают ничего, кроме базовых навыков компьютерной грамотности, таких как использование текстового процессора или баз данных.

Великобритания

Основные выводы авторов отчета (продолжение)

Это происходит главным образом потому что:

- 1.1 в настоящее время национальную учебную программу в области ИКТ можно трактовать очень широко и редуцировать до столь низкого уровня, чтобы ее мог реализовывать учитель, не являющийся специалистом;
- 1.2 есть нехватка учителей, которые в состоянии научить чему-то выходящему за рамки простой цифровой грамотности;
- 1.3 отсутствует непрерывное профессиональное развитие учителей компьютеринга;
- 1.4 особенности школьной инфраструктуры тормозят эффективное преподавание компьютеринга.

Великобритания

Основные выводы авторов отчета (продолжение)

2. Необходимо улучшение понимания в школах характера и масштабов компьютеринга. В частности, должно быть признано, что информатика является строгой академической дисциплиной и имеет большое значение для будущей карьеры многих учеников. Статус компьютеринга в школах должен быть признан и поднят со стороны правительства и руководства школами.
3. Каждый ребенок должен иметь возможность изучать компьютеринг в школе, в том числе как строгую академическую дисциплину.
4. Существует необходимость отбора тех аспектов компьютеринга, которые доступны на школьном уровне, но в настоящее время не реализуются. Существует также потребность в обновлении методов обучения.
5. Существует необходимость увеличения и координации усилий в поддержку изучения компьютеринга.
6. Понимание необходимости высокоуровневого изучения компьютеринга тормозится слабым спросом вузов.

Франция

Основа для анализа: Report of the Académie des Sciences. Teaching computer science in France. *Tomorrow can't wait*. MAY 2013.



INSTITUT DE FRANCE
Académie des sciences

<http://www.academie-sciences.fr/activite/rappo>

Существующая ситуация

- Информатика становится все более важной в создании богатства и рабочих мест по всему миру, будь то непосредственно в компьютерной индустрии или в областях, которые полагаются на нее в значительной степени, например, авиастроение, автомобильная промышленность и телекоммуникации.

Teaching computer science in France *Tomorrow can't wait*

Report of the
Académie des Sciences
(French Academy of Sciences)

May 2013

Франция

- В сфере компьютеринга Европа и Франция в частности далеко позади, как концептуально, так и промышленно, по сравнению с более динамичными странами, такими как США и некоторыми азиатскими народами. Эта ситуация отчасти объясняется недостатками в преподавании информатики, которое находится в состоянии стагнации или ограничивается обучением использованию основными продуктами.
- Во Франции осознание необходимости для преподавания информатики как научной дисциплины растет. В 2012 году обновленное обучение информатике было выборочно введено в последнем классе основной (secondary) школы, к 2014 г. оно будет распространено на остальные классы основной школы. Принятая правительством дорожная карта настаивает не только на использовании цифровых технологий, но и на изучении информатики.
- Обстоятельства для введения настоящего образования в области информатики вполне благоприятны: давление промышленности, которая испытывает недостаток персонала с соответствующими навыками, естественное влечение студентов ко всему цифровому, и т.д. Это порождает более четкое понимание того, что в программу следует включать изучение информатики.
- Высший приоритет в этом проекте – подготовка учителей.

Израиль

Начиная с 7 класса реализуется обучение, дифференцированное как по профилям, так и по уровням. В программу включены предметы, обязательные для всех учащихся, а также дополнительные, которые изучаются по выбору. Соответственно, информатику можно изучать в нескольких версиях, но в силу глубокой профилизации образования большинство школьников ее не изучают вовсе. Более того, имеет место тенденция к снижению интереса к изучению информатики в школе: в 2003 г. экзамен по информатике сдавали 22,6% учащихся, далее этот процент неуклонно снижался и в 2011 г. дошел до 13,2 % [4]. Обучение информатике сосредоточено в старшей школе (high school), его возможность в основной школе (secondary school) только обсуждается.

Для тех, кто изучает информатику, наиболее распространенными являются программы в три блока и в пять блоков, которые отличаются количеством материала и глубиной изучения (один блок – один час в неделю, общей трудоемкостью 90 часов). Учебная программа построена из модулей «Программирование», «Техническое обеспечение», «Графика», «Веб-разработки», «Компьютерная безопасность», «Базы данных», «Компьютерные сети», «Логика» и другие. Из числа учащихся, изучающих информатику, примерно половина изучают ее в объеме 5 блоков; немало тех, кто номинально изучает информатику, ограничиваясь одним блоком. Очень приблизительно можно считать, что программа в 3 блока соответствует в российской школе изучению информатики в старших классах на базовом уровне, а в 5 блоков – на углубленном.

Для поступления в университет экзамен по информатике не нужен, хотя некоторые университеты его приветствуют, давая дополнительные баллы.

Оценка ситуации в Европе в целом

«В большинстве европейских стран образования в сфере информатики, в отличие от цифровой грамотности, катастрофически не хватает... Отсутствие предложений по должному образованию в сфере информатики означает, что Европа наносит вред новому поколению граждан, образовательный и экономический»

(из доклада «Образование в сфере информатики: Европа не может позволить себе упустить шанс», подготовленного объединенной группой «Европейская информатика» и рабочей группой ACM по образованию в сфере информатики

Informatics education: Europe cannot afford to miss the boat / Report of the joint Informatics Europe & ACM Europe Working Group on Informatics Education. April 2013. <http://europe.acm.org/iereport/ACMandIereport.pdf>

Заключение

1. Основной вывод, который можно сделать из сравнения состояния школьной информатики в США, Великобритании, Франции и Израиле с одной стороны, и России, с другой, таков: школьная информатика в России состоялась на уровне, в институциональном плане более высоком, чем в этих странах. В этой сфере российское образование имеет важное преимущество, обусловленное статусом информатики как самостоятельного предмета, входящего в обязательную часть (ядро) общего образования. Именно это является решающим обстоятельством и предопределяет многие решения на федеральном, региональном и школьном уровнях (техническое оснащение школ, подготовка учителей информатики, создание цифровых образовательных ресурсов и т.д.).
2. Это не означает, что все российские школьники получают подготовку по информатике лучше, чем их сверстники в других странах. Отсутствие достоверной (зачастую вообще какой-либо) статистики по школьному образованию не дает возможности для сопоставлений.
3. Неучастие российских специалистов в международном сотрудничестве (в экспертном сообществе) в сфере развития ИТ-образования как на уровне общего, так и профессионального образования не способствует развитию отечественного образования, его признанию международным сообществом.

Appendix 1

Assessment of correlation of Informatics training in Russian middle school with the requirements K-12 CSS

Notations:

— not executed;

* mainly executed;

** entirely executed.

Computational Thinking (CT)

<i>The student will be able to</i>	
Understand and use the basic steps in algorithmic problem solving (e.g., problem statement and exploration, examination of sample instances, design, implementation, and testing).	**
Develop a simple understanding of an algorithm (e.g., search, sequence of events, or sorting) using computer-free exercises.	**
Demonstrate how a string of bits can be used to represent alphanumeric information.	**
Describe how a simulation can be used to solve a problem.	*
Make a list of sub-problems to consider while addressing a larger problem.	*
Understand the relations between Computer Science and other fields.	*
Use the basic steps in algorithmic problem solving to design solutions (e.g., problem statement and exploration, examination of sample instances, design, implementing a solution, testing, and evaluation).	*
Describe the process of parallelization as it relates to problem solving.	—
Define an algorithm as a sequence of instructions that can be processed by a computer.	**
Evaluate ways that different algorithms may be used to solve the same problem.	*
Act out searching and sorting algorithms.	**
Describe and analyze a sequence of instructions being followed (e.g., describe a character's behavior in a video game as driven by rules and algorithms).	*
Represent data in a variety of ways including text, sounds, pictures, and numbers.	*
Use visual representations of problem states, structures, and data (e.g., graphs, charts, network diagrams, flowcharts).	*
Interact with content-specific models and simulations (e.g., ecosystems, epidemics, molecular dynamics) to support learning and research.	*
Evaluate what kinds of problems can be solved using modeling and simulation.	*
Analyze the degree to which a computer model accurately represents the real world.	*
Use abstraction to decompose a problem into subproblems.	—
Understand the concept of hierarchy and abstraction in computing including high level languages, translation, instruction set, and logic circuits.	*
Examine relations between elements of Mathematics and Computer Science including binary numbers, logic, sets and functions.	**
Provide examples of interdisciplinary applications of computational thinking.	*

Collaboration (CL)

<i>The student will be able to</i>	
Use productivity technology tools (e.g., word processing, spreadsheet, presentation software) for individual and collaborative writing, communication, and publishing activities.	**
Use online resources (e.g., e-mail, online discussions, collaborative web environments) to participate in collaborative problem solving activities for the purpose of developing solutions or products.	**
Identify ways that teamwork and collaboration can support problem solving and innovation.	*
Apply productivity/multimedia tools and peripherals to group collaboration and support learning throughout the curriculum.	*
Collaboratively design, develop, publish, and present products (e.g., videos, podcasts, websites) using technology resources that demonstrate and <u>communicate curriculum concepts</u> .	*
Collaborate with peers, experts, and others using collaborative practices such as pair programming, working in project teams, and participating in group active learning activities.	*
Exhibit dispositions necessary for collaboration: providing useful feedback, integrating feedback, understanding and accepting multiple perspectives, socialization.	*

Computer Practice and Programming (CPP)

<i>The student will be able to</i>	
Use technology resources (e.g., calculators, data collection probes, mobile devices, videos, educational software, and web tools) for problem-solving and self-directed learning.	*
Use general-purpose productivity tools and peripherals to support personal productivity, remediate skill deficits, and facilitate learning.	*
Use technology tools (e.g., multimedia and text authoring, presentation, web tools, digital cameras, and scanners) for individual and collaborative writing, communication, and publishing activities.	*
Gather and manipulate data using a variety of digital tools.	*
Construct a program as a set of step-by-step instructions to be acted out (e.g., make a peanut butter and jelly sandwich activity).	**
Implement problem solutions using a block based visual programming language.	*
Use computing devices to access remote information, communicate with others in support of direct and independent learning, and pursue personal interests.	*
Navigate between web pages using hyperlinks and conduct simple searches using search engines.	**
Identify a wide range of jobs that require knowledge or use of computing. Gather and manipulate data using a variety of digital tools.	*
Select appropriate tools and technology resources to accomplish a variety of tasks and solve problems.	*
Use a variety of multimedia tools and peripherals to support personal productivity and learning throughout the curriculum.	*
Design, develop, publish, and present products (e.g., webpages, mobile applications, animations) using technology resources that demonstrate and communicate curriculum concepts.	*
Demonstrate an understanding of algorithms and their practical application.	**
Implement problem solutions using a programming language, including: looping behavior, conditional statements, logic, expressions, variables, and functions.	**
Demonstrate good practices in personal information security, using passwords, encryption, and secure transactions.	*
Identify interdisciplinary careers that are enhanced by computer science.	*
Demonstrate dispositions amenable to open ended problem solving and programming (e.g., comfort with complexity, persistence, brainstorming, adaptability, patience, propensity to tinker, creativity, accepting challenge).	*
Collect and analyze data that is output from multiple runs of a computer program.	*

Computers and Communication Devices (CD)

<i>The student will be able to</i>	
Demonstrate an appropriate level of proficiency with keyboards and other input and output devices.	**
Understand the pervasiveness of computers and computing in daily life (e.g., voice mail, downloading videos and audio files, microwave ovens, thermostats, wireless Internet, mobile computing devices, GPS systems).	**
Apply strategies for identifying simple hardware and software problems that may occur during use.	*
Identify that information is coming to the computer from many sources over a network.	*
Identify factors that distinguish humans from machines.	*
Recognize that computers model intelligent behavior (as found in robotics, speech and language recognition, and computer animation).	*
Recognize that computers are devices that execute programs.	**
Identify a variety of electronic devices that contain computational processors.	**
Demonstrate an understanding of the relationship between hardware and software.	**
Use developmentally appropriate, accurate terminology when communicating about technology.	*
Apply strategies for identifying and solving routine hardware problems that occur during everyday computer use.	*
Describe the major components and functions of computer systems and networks.	**
Describe what distinguishes humans from machines focusing on human intelligence versus machine intelligence and ways we can communicate.	*
Describe ways in which computers use models of intelligent behavior (e.g., robot motion, speech and language understanding, and computer vision).	*

Community, Global and Ethics Impacts (CI)

<i>The student will be able to</i>	
Discuss basic issues related to responsible use of technology and information, and the consequences of inappropriate use.	*
Identify the impact of technology (e.g., social networking, cyber bullying, mobile computing and communication, web technologies, cyber security, and virtualization) on personal life and society.	*
Evaluate the accuracy, relevance, appropriateness, comprehensiveness, and biases that occur in electronic information sources.	*
Understand ethical issues that relate to computers and networks (e.g., equity of access, security, privacy, copyright, and intellectual property).	*
Exhibit legal and ethical behaviors when using information and technology and discuss the consequences of misuse.	*
Demonstrate knowledge of changes in information technologies over time and the effects those changes have on education, the workplace, and society.	*
Analyze the positive and negative impacts of computing on human culture.	*
Evaluate the accuracy, relevance, appropriateness, comprehensiveness, and bias of electronic information sources concerning real-world problems.	*
Describe ethical issues that relate to computers and networks (e.g., security, privacy, ownership, and information sharing).	*
Discuss how the unequal distribution of computing resources in a global economy raises issues of equity, access, and power.	*

Appendix 2

Assessment of correlation of education in Informatics in Russian high school with the requirements K-12 CSS

The second column – assessment of Informatics at the basic level, the third – at the advanced level.

Notations:

— not executed;

* mainly executed;

** entirely executed.

Computational Thinking (CT)

<i>The student will be able to</i>		
Use predefined functions and parameters, classes and methods to divide a complex problem into simpler parts.	*	**
Describe a software development process used to solve software problems (e.g., design, coding, testing, verification).	*	**
Explain how sequence, selection, iteration, and recursion are building blocks of algorithms.	*	**
Compare techniques for analyzing massive data collections.	—	*
Describe the relationship between binary and hexadecimal representations.	*	**
Analyze the representation and trade-offs among various forms of digital information.	*	**
Describe how various types of data are stored in a computer system.	*	**
Use modeling and simulation to represent and understand natural phenomena.	*	**
Discuss the value of abstraction to manage problem complexity.	—	*
Describe the concept of parallel processing as a strategy to solve large problems	—	*
Describe how computation shares features with art and music by translating human intention into an artifact.	—	—

Collaboration (CL)

<i>The student will be able to</i>		
Work in a team to design and develop a software artifact.	*	*
Use collaborative tools to communicate with project team members (e.g., discussion threads, wikis, blogs, version control, etc.).	*	*
Describe how computing enhances traditional forms and enables new forms of experience, expression, communication, and collaboration.	*	*
Identify how collaboration influences the design and development of software products.	—	—

Computer Practice and Programming (CPP)

<i>The student will be able to</i>		
Create and organize Web pages through the use of a variety of web programming design tools.	*	*
Use mobile devices/emulators to design, develop, and implement mobile computing applications.	—	—
Use various debugging and testing methods to ensure program correctness (e.g., test cases, unit testing, white box, black box, integration testing).	*	*
Apply analysis, design, and implementation techniques to solve problems (e.g., use one or more software lifecycle models).	—	*
Use Application Program Interfaces (APIs) and libraries to facilitate programming solutions.	—	*
Select appropriate file formats for various types and uses of data.	*	**
Describe a variety of programming languages available to solve problems and develop systems.	*	**
Explain the program execution process.	*	**
Explain the principles of security by examining encryption, cryptography, and authentication techniques.	*	*
Explore a variety of careers to which computing is central.	*	**
Describe techniques for locating and collecting small and large-scale data sets.	—	*
Describe how mathematical and statistical functions, sets, and logic are used in computation.	*	**

Computers and Communication Devices (CD)

<i>The student will be able to</i>		
Describe the unique features of computers embedded in mobile devices and vehicles (e.g., cell phones, automobiles, airplanes).	—	*
Develop criteria for purchasing or upgrading computer system hardware.	—	*
Describe the principal components of computer organization (e.g., input, output, processing, and storage).	*	**
Compare various forms of input and output.	*	**
Explain the multiple levels of hardware and software that support program execution (e.g., compilers, interpreters, operating systems, networks).	*	**
Apply strategies for identifying and solving routine hardware and software problems that occur in everyday life.	*	*
Compare and contrast client-server and peer-to-peer network strategies.	—	*
Explain the basic components of computer networks (e.g., servers, file protection, routing, spoolers and queues, shared resources, and fault-tolerance).	*	**
Describe how the Internet facilitates global communication.	*	**
Describe the major applications of artificial intelligence and robotics.	—	*

Community, Global and Ethics Impacts (CI)

<i>The student will be able to</i>		
Compare appropriate and inappropriate social networking behaviors.	**	**
Discuss the impact of computing technology on business and commerce (e.g., automated tracking of goods, automated financial transactions, e-commerce, cloud computing).	—	*
Describe the role that adaptive technology can play in the lives of people with special needs.	*	*
Compare the positive and negative impacts of technology on culture (e.g., social networking, delivery of news and other public media, and intercultural communication).	*	**
Describe strategies for determining the reliability of information found on the Internet.	*	**
Differentiate between information access and information distribution rights.	*	*
Describe how different kinds of software licenses can be used to share and protect intellectual property.	—	*
Discuss the social and economic implications associated with hacking and software piracy.	*	**
Describe different ways in which software is created and shared and their benefits and drawbacks (commercial software, public domain software, open source development).	*	*
Describe security and privacy issues that relate to computer networks.	*	**
Explain the impact of the digital divide on access to critical information.	*	**