



**Е. К. Хеннер,**  
Пермский государственный национальный исследовательский университет

## ТЕЛО ЗНАНИЙ ИНФОРМАТИКИ И СОДЕРЖАНИЕ ШКОЛЬНОГО ПРЕДМЕТА\*

### Аннотация

На основе анализа российских и зарубежных документов рассмотрены структура и содержание тела знаний информатики. Обсуждаются факторы, влияющие на развитие содержания школьного образования по информатике.

**Ключевые слова:** информатика, компьютеринг, тело знаний.

### 1. Содержание школьной информатики: новые вызовы

Обсуждение будущего школьной информатики не прерывалось сколь-нибудь надолго со дня ее возникновения 30 лет назад. Содержание предмета — важнейшая часть этого обсуждения.

При любом подходе к определению содержания школьного предмета первостепенным является содержание лежащей в его основе науки и ее приложений. Их проецирование на школу, с учетом общеобразовательных принципов формирования содержания образования, стратегических интересов и текущих запросов общества, допускает неоднозначные решения.

Общеобразовательные принципы формирования содержания общего образования сформулированы в работах корифеев отечественной педагогики В. С. Леднева, Ю. К. Бабанского, И. Я. Лернера, В. В. Краевского, М. Н. Скаткина и других. Однако эти принципы применительно к конкретному школьному предмету являются не столько инструментом, сколько рамочными условиями. Как показывает весь опыт школьной информатики, при определении ее содержания большое значение имеют субъективные

факторы, такие как мнения отдельных авторитетных ученых и «групп влияния».

Уже на заре школьной информатики, юбилей которой отмечается в этом году, были разные точки зрения по вопросу о том, что изучать в школе. Тогда победила позиция, сформулированная академиком А. П. Ершовым, и в школьной информатике доминировала линия алгоритмизации (и это при том, что сам А. П. Ершов определял информатику как чрезвычайно многостороннюю науку).

Через несколько лет после этого содержание школьной информатики существенно изменилось, она обогатилась другими содержательными линиями: информация и информационные процессы, моделирование, информационные технологии и др.

Следующие важные изменения в содержании школьной информатики произошли после принятия ГОС; описание и обоснование обновленной версии предмета наиболее выпукло даны в статьях А. А. Кузнецова, С. А. Бешенкова, Е. А. Ракитиной [7, 8]. Подробное описание эволюции школьной информатики в период, предшествовавший принятию ФГОС, можно найти, например, в книге М. П. Лапчика, И. Г. Семакина, Е. К. Хеннера и др. [9].

\* Работа выполнена при поддержке правительства Пермского края, грант 13-06-00180.

#### Контактная информация

**Хеннер Евгений Карлович**, доктор физ.-мат. наук, профессор, член-корреспондент РАО, зав. кафедрой информационных технологий Пермского государственного национального исследовательского университета; адрес: 614990, г. Пермь, ул. Букирева, д. 15; телефон: (342) 237-62-99; e-mail: ehenner@psu.ru

**E. K. Xenner,**  
Perm State University

#### BODY OF KNOWLEDGE FOR COMPUTING AND CONTENT OF SCHOOL SUBJECT

##### Abstract

The structure and content of education in computing are reviewed on the base of Russian and foreign documents. The factors affecting on the development of educational content of informatics in school are discussed.

**Keywords:** informatics, computing, body of knowledge.

В настоящее время содержание школьного курса информатики в очередной раз значительно трансформируется, прежде всего, за счет усиления математической и алгоритмической (программистской) линий. В силу ограниченности временных ресурсов это приведет к ослаблению изучения формализации и моделирования, информационных систем и технологий и некоторых других тем, что не соответствует доминирующим тенденциям во «взрослой» науке и, по мнению автора, не идет на пользу информатике как общеобразовательному предмету.

Вполне понятен вопрос: почему примерно раз в 10 лет содержание школьной информатики существенно изменяется? Ссылка на то, что это обусловлено быстрым развитием информатики как науки, неубедительна; биология, к примеру, за последние 30 лет развивалась очень быстро, но регулярного перекаривания школьного курса биологии при этом не происходит. Информационные технологии действительно развиваются очень быстро, но в тех направлениях (интеллектуальный анализ данных, облачные вычисления, параллельные вычисления и т. д.), которые практически не отражены в школьном курсе информатики.

На начальной стадии развития предмета ответ на этот вопрос был более понятен, чем в настоящее время, — термин «безмашинная информатика», отражающий школьные реалии того времени, говорит сам за себя. В настоящее время, когда проблемы оснащения школ компьютерами и подключения их к Интернету в основном решены, значительную роль играют субъективные факторы.

Вопрос о том, чему учить в школе, в наши дни приобрел новый аспект, связанный с отказом государства от регламентирования содержания образования. Ситуация описана в статье А. А. Кузнецова и Т. Б. Захаровой [6] следующим образом: «...В настоящее время существует еще и ряд нерешенных проблем по проектированию и организации современного образовательного процесса по информатике в общеобразовательной школе... Ранее в целях сохранения единства образовательного пространства сферы общего образования Российской Федерации образовательным организациям предлагались утвержденный Министерством образования и науки РФ базисный учебный план, обязательное предметное содержание, требования к результатам обучения по каждому предмету... С введением ФГОС общего образования второго поколения ситуация кардинально меняется. Вся нормативная документация, определяющая содержание образования и образовательный процесс (в частности, учебный план, образовательная программа), разрабатывается теперь непосредственно каждой школой, на учителя возлагается обязанность по разработке и созданию всех остальных компонентов ФГОС общего образования».

Разумеется, государство предусмотрело меры по ограничению свободы формирования содержания образования. Под эгидой Минобрнауки РФ создаются так называемые примерные основные образовательные программы, статус которых определен Законом об образовании следующим образом: «Организации, осуществляющие образовательную деятельность, ... разрабатывают образовательные

программы в соответствии с ФГОС и с учетом соответствующих примерных основных образовательных программ». Понимать слово «с учетом» можно по-разному — реальное его значение определится практикой применения закона. За комментарием по этому вопросу рекомендуем обратиться к статье А. А. Кузнецова [5]; здесь ограничимся следующей цитатой из нее: «...Реальный уровень и содержание образования каждого школьника будет складываться из уровня, определяемого содержанием образования и требованиями к его освоению обязательной части основной образовательной программы, и уровня образования, достигнутого при освоении вариативной части содержания образования, формируемой участниками образовательных отношений, выбор которой осуществляется им самим (вместе с родителями) в зависимости от индивидуальных познавательных потребностей и способностей».

Отметим, что при формировании курса информатики существуют и иные ограничители (например, необходимость подготовить часть учащихся к сдаче ЕГЭ и ГИА). Тем не менее учителя, которые хотят и могут формировать собственные программы, получают больше возможностей, чем раньше, и в таких условиях вопрос о модернизации содержания школьной информатики представляется актуальным.

Указанные возможности несут в себе не только положительные моменты, но и определенные угрозы. На предшествующем этапе российского школьного образования фиксация содержания предметов в нормативных документах являлась существенным барьером для его излишне «смелой» интерпретации, препятствуя, в частности, опусканию планки содержания образования ниже минимально допустимого уровня. Размытость нижней границы содержания и внятных требований к результатам обучения может привести к ситуации, в которой информатика находится в школах США, Великобритании и многих других стран, — существенно худшей в системном плане, чем в России.

Приведем в качестве примера ситуацию с изучением информатики в школах Великобритании. Ниже — выдержка из отчета Королевской академии инженерных наук [22].

«Существующая постановка образования в сфере компьютеринга во многих школах Великобритании является крайне неудовлетворительной. Хотя действующие учебные программы по ИКТ широко охватывают предмет 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.

Это происходит, главным образом, потому, что 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».

В настоящий момент, благодаря изменениям в законодательстве, мы приблизились к тому, что учебную программу по информатике «можно трактовать очень широко». Это может как помочь неко-

торым школам сделать изучение информатики более глубоким и современным, так и снизить уровень ее изучения в большинстве школ, «догнав» таким образом многие страны, хотя и не с той стороны, с какой хотелось бы это сделать.

Независимо от того, сбудутся ли указанные опасения, одним из очевидных последствий отказа от фиксации содержания образования станет увеличение вариабельности школьного курса информатики. Право школы устанавливать содержание образования требует от учителя информатики более широкого кругозора, чем когда это содержание спущено сверху, и обзор содержания базовой области, приведенный ниже, может быть полезным.

## 2. Тело знаний информатики

Говоря об информатике, следует различать три аспекта: информатика как *научное направление*, как *сфера практической деятельности* и как *объект изучения*.

Развитие информатики как науки и ее «крупнозернистая» структура подробно описаны, например, в работах К. К. Колина [3, 4] и цитируемых в них источниках. Эта структура включает теоретическую, техническую и социальную информатику, а также несколько «предметных информатик», среди которых К. К. Колин обозначает биологическую и физическую; к ним можно добавить геоинформатику, историческую информатику, хемоинформатику, экономическую информатику, экологическую информатику и т. д.

Информатика как сфера практической деятельности (информационных технологий) присутствует в каждом новом гаджете, в новой технологии и неразрывно связана с инженерным делом, ИТ-бизнесом и т. д.

В данном разделе информатика рассматривается как объект изучения, без ограничения ее школьной проекцией. Главная цель — описать структуру тела знаний информатики; при этом обозначенные выше «предметные информатики» не затрагиваются. Сам термин «тело знаний» — калька с термина *body of knowledge*, используемого в англоязычной педагогической литературе.

Рассмотрение информатики как объекта изучения в отрыве от одноименного научного направления может показаться искусственным. Если соответствующее научное направление содержит, к примеру, раздел «теоретическая информатика», то он (его составляющие) и является объектом изучения. Но применительно к изучению (обучению) возникают такие проблемы, как структурирование образовательных программ, соотнесение содержания с уровнем образования, целеполаганием, распределение учебного времени между разделами, необходимость учета интересов групп влияния (например, работодателей) и др.; решение этих проблем влияет на структурирование тела знаний информатики.

### Проблемы терминологии.

Для информатики проблема использования адекватной терминологии является более острой, чем для других учебных дисциплин, учитывая иноязычное

происхождение многих базовых терминов и частое появление новых, в основном англоязычных. Можно, конечно, без долгих раздумий отождествлять «русскоязычный» (исключительно в силу привычки) термин «Информатика» с более принятым в мире англоязычным Computer Science, но факт остается — они не равнозначны. Возможно, именно поэтому одно из университетских направлений подготовки ИТ-специалистов названо его разработчиками из учебно-методического объединения по классическому университетскому образованию «Математика и компьютерные науки»; калька «компьютерные науки» по-русски звучит странно, но позволяет уйти от неоднозначно интерпретируемого термина «информатика» в пользу более однозначного Computer Science.

Эволюция представлений о содержании термина «информатика» в России описана во многих публикациях (в том числе в указанных выше работах К. К. Колина). Однако и в настоящее время многозначность этого термина существенно более высока, нежели в представлении большинства научных работников, преподавателей информатики, работников ИТ-отрасли и широкой общественности. Полисемичность — т. е. способность слова употребляться в разных значениях — в отношении информатики подробно прослеживается в статье Ю. Ю. Черного [14]. Цитируем: «В СССР/России информатика как научная дисциплина сложилась к 1966 г. и была переопределена дважды: один раз в середине 1970-х, другой — в начале 1990-х гг. При этом информатика-3 (назовем так последнюю версию) отнюдь не “отменила” информатику-2, подобно тому как информатика-2 в свое время не “отменила” информатику-1. В результате мы имеем три разных научных направления — с собственными предметными областями, лидерами, научно-исследовательскими учреждениями, периодическими изданиями, учебными курсами». Под «информатикой-3» Ю. Ю. Черный понимает фундаментальную науку об информационных процессах в природе, обществе и технических системах, под «информатикой-1» — теорию научно-информационной деятельности, а под «информатикой-2» — науку о вычислительных машинах и их применении. За более подробного ознакомления с тем, как неоднократно в относительно недолгой истории информатики происходил «перехват термина», отсылаем к статье [14].

Поскольку большинство исследователей, преподавателей, ИТ-специалистов и пользователей в настоящее время, говоря об информатике, подразумевают то, что выше названо «информатика-3», можно было бы оставить спор о терминах для узких специалистов, если бы не одно обстоятельство: и в этом суженном значении термин «информатика» остается не вполне однозначным. Эта неоднозначность усугубляется при необходимости сопоставления его со схожими по смыслу, но не вполне адекватными ему англоязычными терминами.

В последние годы ряд авторитетных российских ученых пришли к выводу, что в русский язык полезно ввести термин, параллельный термину «информатика» (в терминологии Ю. Ю. Черного —



термину «информатика-3»), в значительной мере снимающему указанную неоднозначность. Поиск «всеохватного» и согласующегося с англоязычной терминологией термина выводит на слово «компьютинг». К. К. Колин [4] пользуется им, анализируя доклад Консультативного комитета по информационным технологиям при Президенте США. В. А. Сухомлин в работе, посвященной зарубежному образованию в ИТ-сфере [13], интерпретирует термин «компьютинг» следующим образом: «Академическая дисциплина компьютеринг рассматривается как интегральная дисциплина, охватывающая широкий спектр специализированных научно-прикладных дисциплин (поддисциплин), таких, например, как компьютерные науки, искусственный интеллект, компьютерные сети, вычислительная математика, технологии баз данных, информационные системы, мультимедиа, биоинформатика и пр.».

Следует заметить, что в англоязычной литературе термин «компьютинг» может иметь и иное, более узкое значение, когда под компьютерингом в силу происхождения от слова, эквивалентного русскому слову «вычисление», понимают деятельность, связанную с расчетами и обработкой данных, но в настоящее время указанный выше расширительный смысл превалирует.

#### **Составляющие компьютеринга и его тело знаний.**

Согласно [16], компьютеринг как академическая дисциплина имеет пять базовых составляющих (между которыми, однако, есть значительные пересечения):

- компьютерные науки (Computer Science);
- компьютерная инженерия (Computer Engineering);
- информационные системы (Information Systems);
- информационные технологии (Information Technology);
- программная инженерия (Software Engineering).

Эти составляющие определяют основные направления подготовки ИТ-специалистов и коррелируют с профессиями в ИТ-отрасли; этими пятью программами подготовка ИТ-специалистов на уровне бакалавриата в США и некоторых других странах в основном исчерпывается.

Для выяснения содержания и вариантов структурирования компьютеринга как академической дисциплины сопоставим ряд документов. Каждый из них описывает отдельно взятую подобласть компьютеринга как многоуровневую структуру; в приведенных ниже описаниях мы ограничимся только ее первым уровнем, поскольку некоторые из полных описаний превышают по объему всю эту статью.

Отметим, что это структурирование не противоречит взглядам на структуру информатики как предметной области, сформулированным в отечественной литературе. Оно опирается на другой принцип — как оптимально структурировать компьютеринг в различных образовательных программах. При таком подходе во многих разделах структуры сочетаются как теоретические, так и технологические элементы.

Начнем с серии трудов Computing Curricula, созданных на протяжении более 20 лет международными группами экспертов под эгидой авторитетных международных организаций — компьютерного общества Института инженеров по электротехнике и электронике (IEEE-CS) и Ассоциации по вычислительной технике (ACM). В них сформулирована структура профессиональной подготовки бакалавров по каждому из пяти базовых направлений. Например, по направлению «Компьютерные науки» выделены 18 разделов, каждый из которых может стать в университете основой для отдельного курса. В обзорах, ссылки на которые даны ниже, содержатся подробные описания содержания каждого из разделов, соображения по последовательности их изучения и иные методические материалы для университетских преподавателей, которые могут быть небезы-interесны и школьным учителям. Отметим, что два обзора из этой серии переведены на русский язык [23]: по компьютерным наукам (версия 2001 года; оригинал обновлен в 2013 году) и по программной инженерии.

Внутри каждого направления разделы упорядочены в соответствии с русским алфавитом (по аналогии с оригиналами).

#### **Компьютерные науки (Computer Science) [17]:**

1. Алгоритмы и теория сложности.
2. Архитектура и организация вычислительных систем.
3. Базы данных.
4. Графика и визуализация.
5. Дискретные структуры.
6. Интеллектуальные системы.
7. Информационная безопасность.
8. Компьютерные сети и телекоммуникации.
9. Методы вычислений.
10. Операционные системы.
11. Основы разработки программного обеспечения.
12. Основы теории систем.
13. Параллельные и распределенные вычисления.
14. Программная инженерия.
15. Разработки на базе платформ.
16. Социальные и профессиональные вопросы.
17. Человеко-машинное взаимодействие.
18. Языки программирования.

#### **Информационные технологии (Information Technologies) [18]:**

1. Базы данных.
2. Веб-системы и технологии.
3. Интегративное программирование и технологии.
4. Информационная безопасность.
5. Компьютерные сети.
6. Математика и статистика.
7. Основы информационных технологий.
8. Основы программирования.
9. Системное администрирование и поддержка.
10. Системное интегрирование и архитектура.
11. Социальные и профессиональные вопросы.
12. Технологические платформы.
13. Человеко-машинное взаимодействие.

**Программная инженерия** (Software Engineering) [23]:

1. Верификация и аттестация программного обеспечения.
2. Качество программного обеспечения.
3. Моделирование и анализ программного обеспечения.
4. Основы компьютеринга.
5. Основы математики и инженерии.
6. Проектирование программного обеспечения.
7. Профессиональная практика.
8. Процессы разработки программного обеспечения.
9. Управление программными проектами.
10. Эволюция программного обеспечения.

**Компьютерная инженерия** (Computer Engineering) [19]:

1. Алгоритмы.
2. Архитектура и организация вычислительных систем.
3. Вероятность и статистика.
4. Встраиваемые системы.
5. Дискретные структуры.
6. Инженерия компьютерных систем.
7. Компьютерные сети.
8. Обработка цифровых сигналов.
9. Операционные системы.
10. Основы программирования.
11. Программная инженерия.
12. Проектирование и изготовление.
13. Системы баз данных.
14. Социальные и профессиональные вопросы.
15. Цепи и сигналы.
16. Цифровая логика.
17. Человеко-машинное взаимодействие.
18. Электроника.

**Информационные системы** (Information Systems) [20]:

1. Алгоритмы и сложность.
2. Анализ и проектирование информационных систем.
3. Архитектура и организация вычислительных систем.
4. Архитектура предприятия.
5. Базы данных и управление информацией.
6. Графика и визуализация.
7. Интеллектуальные системы.
8. Ключевые спецификации предметной области.
9. Модели предметной области.
10. Операционные системы.
11. Опыт пользователей информационных систем.
12. Основы программирования.
13. Оценка производительности в предметной области.
14. Сетевой компьютеринг.
15. Социальные и профессиональные вопросы в информационных системах.
16. Управление информационными системами.
17. Управление проектированием информационных систем.
18. Языки программирования.

Свое видение тела знаний компьютеринга предлагают и другие группы зарубежных исследователей. Так, канадская ассоциация ИТ-профессионалов структурирует компьютеринг в целом (а не отдельные его направления, как описано выше) следующим образом (порядок следования разделов и подразделов сохранен в соответствии с оригиналом) [15]:

**Профессионализм и этика:**

- история,
- профессия,
- социальная ответственность и влияние на общество,
- влияние на окружающую среду,
- кодексы этики,
- рынок труда,
- стандарты навыков и образования,
- профессиональное признание.

**Законы и правила:**

- правонарушения и ответственности,
- договоры,
- неприкосновенность частной жизни и доступ к информации,
- право интеллектуальной собственности,
- подотчетность,
- закон, регулирующий доступ для инвалидов,
- компьютерная преступность,
- охрана здоровья и безопасности на рабочем месте.

**Математические основы:**

- булева логика,
- теория вероятностей и статистика,
- логика предикатов,
- дискретная математика,
- численные методы,
- дифференциальное и интегральное исчисление.

**Технические знания:**

- концепция системы,
- использование компьютеров и ИТ-систем,
- программное обеспечение компьютерных систем,
- аппаратные элементы компьютерных систем,
- основы программирования,
- типы языков программирования,
- структуры данных,
- алгоритмы,
- информационное моделирование,
- базы данных,
- бизнес-процессы и моделирование деятельности,
- архитектура программного обеспечения и моделирование,
- архитектура предприятия и моделирование,
- компьютерные сети,
- организация центра обработки данных,
- веб-концепции,
- концепция систем реального времени.

**Вопросы качества:**

- модели качества,
- внешняя оценка качества,
- качество человеческого фактора,
- внутренняя оценка качества,
- безопасность и конфиденциальность,
- безопасность и критические системы.

**Производство знаний:**

- типы заинтересованных сторон,
- жизненный цикл развития системы,
- категории методов развития,
- типы требований,
- комплектование и проверка требований,
- принципы проектирования,
- принципы тестирования,
- принципы контроля,
- методы принятия решений,
- процессы визуализации,
- метрики и измерение,
- версия и управление конфигурацией,
- управление рисками,
- управление информацией,
- стандарты,
- непрерывное совершенствование процессов.

**Бизнес-знания:**

- организация бизнеса с участием ИТ,
- анализ стоимости,
- программные бизнес-приложения,
- целостность бизнеса,
- аварийное восстановление,
- международный бизнес,
- электронная коммерция,
- управление обслуживанием,
- обеспечения безопасности.

**Гибкие навыки:**

- решение проблем,
- письменные коммуникации,
- устные коммуникации,
- умение вести переговоры,
- культура рабочего места,
- управление изменениями,
- лидерство,
- умение работать в команде,
- стратегическое планирование,
- управление портфолио.

В российской системе подготовки ИТ-специалистов примеры структурирования тела знаний компьютинга, увязанные с направлениями и специальными подготовками, можно найти в Государственных образовательных стандартах второго поколения (поскольку в ФГОС содержание образования не прописано). Ниже — два примера.

**Информационные технологии [2]:**

1. Алгоритмы и анализ сложности.
2. Архитектура вычислительных систем.
3. Интеллектуальные системы.
4. Компьютерная графика.
5. Компьютерные сети.
6. Математическая логика и теория алгоритмов.
7. Моделирование информационных процессов.
8. Операционные системы.
9. Основы программирования.
10. Основы дискретной математики.
11. Программная инженерия.
12. Социальные и этические вопросы.
13. Теория автоматов и формальных языков.
14. Теория конечных графов и ее приложения.
15. Технологии баз данных.
16. Языки программирования.

**Информационные системы [1]:**

1. Архитектура ЭВМ и систем.
2. Информационные сети.
3. Информационные технологии.
4. Компьютерная геометрия и графика.
5. Математика (алгебра, геометрия, дискретная математика, анализ, вероятность и статистика).
6. Метрология, стандартизация и сертификация.
7. Моделирование систем.
8. Основы теории управления.
9. Операционные системы.
10. Представление знаний в информационных системах.
11. Теория информационных процессов и систем.
12. Технология программирования.
13. Управление данными.
14. Электротехника и электроника.

Подведем итог. Современный компьютинг — огромная самостоятельная сфера знаний и технологий, тело знаний которой соприкасается с телами знаний математики, физики, социальных и других наук.

**3. Факторы, влияющие на содержание школьной информатики**

Эти факторы можно разбить на две группы:

1. Действующие внутри системы школьного образования, такие как необходимость достижения результатов обучения, заданных ФГОС; необходимость подготовки учащихся к ЕГЭ и ГИА; конкуренция за часы и ресурсы между школьными предметами и др.
2. Внешние, такие как пожелания потенциальных работодателей, вузов и т. д.

Система общего образования решает триединую задачу: обучение, развитие и воспитание учащихся. В процессе обучения формируются знания и умения детей в рамках школьной программы по различным учебным дисциплинам. Развитие и воспитание учеников происходят в процессе как их учебной, так и внеучебной (внеклассной) деятельности. В ФГОС цели обучения для каждой учебной дисциплины определены как предметные результаты обучения. Цели развития и воспитания сформулированы для каждой ступени общего образования как личностные и метапредметные результаты, суть которых — развитие общезначимых интеллектуальных навыков и воспитание поведенческих качеств личного и социального значения. Процесс обучения каждому учебному предмету должен вносить свой вклад в достижение личностных и метапредметных результатов.

**Необходимость достижения заданных предметных результатов.**

В настоящее время существует несколько школьных учебников информатики разных авторов, разработанных с учетом требований ФГОС. И. Г. Семакин и автор данной статьи оценили относительный вес реализации различных содержательных линий в так называемой «пермской версии» таких учебников (за деталями отсылаем к статье [12]). Результаты

**Относительный вес содержательных линий в школьном курсе информатики**

Содержательная линия	Основная школа, %	X—XI классы, базовый уровень, %	X—XI классы, профильный уровень, %
Теоретические основы	9	11	14
Компьютер	12	9	12
Информационные технологии	34	14	15
Сетевые технологии	7	12	7
Алгоритмы	9	3	5
Языки и методы программирования	17	29	19
Моделирование	5	16	22
Социальные аспекты	7	6	6

отражены в таблице 1. Предварительный анализ показывает, что относительные веса содержательных линий в учебниках разных авторов, созданных «под ФГОС», близки.

На уровне основной школы доминируют технологические компоненты (41 % курса). Это объясняется необходимостью не только достижения конкретных результатов, но и формирования общей информационной и коммуникационной компетентности учащихся. На алгоритмизацию и программирование в совокупности приходится 26 % курса, что позволяет получить основные понятия в этой области. Моделирование изучается только на концептуальном уровне, и применение компьютеров для изучения реального мира с помощью моделирования в основном откладывается до старшей школы.

**Необходимость подготовки к итоговой государственной аттестации.**

В спецификации контрольно-измерительных материалов ЕГЭ по информатике и ИКТ на 2015 год ([http://ege-go.ru/wp-content/uploads//2011/11/ИНФ\\_СПЕЦ\\_2015.pdf](http://ege-go.ru/wp-content/uploads//2011/11/ИНФ_СПЕЦ_2015.pdf)) приведена таблица распределения заданий по разделам курса информатики. В ней представлены те разделы информатики, по которым проводится экзамен, и процент максимального первичного балла за задания данного вида от максимального первичного балла за всю работу:

- Информация и ее кодирование (11 %).
- Моделирование и компьютерный эксперимент (6 %).
- Системы счисления (6 %).
- Логика и алгоритмы (23 %).
- Элементы теории алгоритмов (17 %).
- Программирование (25 %).
- Архитектура компьютеров и компьютерных сетей (3 %).
- Обработка числовой информации (3 %).
- Технологии поиска и хранения информации (6 %).

Таким образом, логика, алгоритмы и программирование составляют в совокупности 65 % «веса» экзамена. При всей значимости этих разделов они не «тянут» столько ни в общей структуре компью-

тинга, ни в курсе информатики, спроектированном в соответствии с ФГОС.

**Необходимость достижения личностных и метапредметных результатов.**

Соответствующие задачи сформулированы И. Г. Семакиным и автором в работе [12] на основе требований ФГОС следующим образом:

1. Развитие алгоритмического мышления.
2. Развитие системного мышления.
3. Формирование навыков формализации и систематизации информации.
4. Формирование коммуникативных и презентационных навыков.
5. Формирование навыка обращения к средствам ИКТ для решения проблем.
6. Формирование навыков рационального поиска информации в информационном пространстве.
7. Формирование навыков информационной защиты, правового и этического поведения в информационной сфере деятельности.
8. Формирование навыков саморазвития, самообучения, самоорганизации, самооценки.
9. Формирование целостного представления о научной картине мира и места в ней информатики.

К приведенному выше перечню целесообразно добавить задачу формирования качества, называемого в англоязычной педагогической литературе трудно переводимым термином «Computational Thinking» (буквальный перевод — «вычислительное мышление» — совершенно не передает смысла, вкладываемого в этот термин; лучше всего подошло бы сочетание слов «информатическое мышление»).

Цитируем по [21]:

«Computational Thinking — процесс решения проблем, включающий следующие характеристики (но не ограничивающийся ими):

- формулирование проблем таким образом, чтобы позволить использовать компьютер и другие инструменты для их решения;
- логическую организацию и анализ данных;
- представление данных через абстракции, такие как модели и имитации;



- автоматизацию решения посредством алгоритмического мышления (серии упорядоченных шагов);
- выявление, анализ и реализацию возможных решений с целью достижения наиболее эффективного и эффективного сочетания шагов и ресурсов;
- обобщение и перенос процесса решения данной проблемы на процесс решения широкого круга задач.

Эти навыки должны поддерживаться и усиливаться рядом качеств, которые являются необходимыми признаками Computational Thinking. Эти качества включают в себя:

- уверенность при наличии сложностей;
- стойкость в работе с трудными проблемами;
- толерантность в ситуации неопределенности;
- способность справляться с незавершенными проблемами;
- умение общаться и работать с другими людьми для достижения общей цели или решения».

Термин «информатическое мышление» (или более удачный, если его удастся найти), если бы он прижился в российской педагогической литературе, мог бы встать в один ряд с цепочкой понятий «алгоритмическая культура», «компьютерная грамотность», «ИКТ-компетентность».

#### Конкуренция между школьными предметами.

В некоторых современных тенденциях определения места информатики в школе (например, включения ее в общую предметную область с математикой, для чего нет объективных предпосылок) эта конкуренция отчетливо прослеживается.

#### Внешние влияния на содержание школьной информатики.

Как упоминалось выше, школьная информатика (прежде всего, ее содержание) формируется не толь-

ко изнутри, следуя логике развития предмета, но и под воздействием внешних по отношению к школе «групп влияния». Ведущими стейкхолдерами в этом процессе выступают:

- руководители предприятий отрасли компьютерных и информационных технологий, испытывающей постоянный дефицит кадров, которые заинтересованы в скорейшем прохождении выпускниками школы дистанции до работы в этой отрасли;
- поставщики компьютеризированных устройств и программного обеспечения, заинтересованные в обеспечении массовых закупок своей продукции школами.

Интересы ИТ-компаний отражены в профессиональных стандартах ИТ-отрасли, разработанных под эгидой Ассоциации предприятий компьютерных и информационных технологий и утвержденных Министром труда и социальной защиты РФ в 2014 году. Таблица 2 содержит список ИТ-профессий и разнесение их по уровням квалификации (данные взяты с сайта: <http://www.apkit.ru/committees/education>).

Низший (третий) квалификационный уровень, с которого может начаться карьера ИТ-специалиста, возможен лишь для профессии «программист». Подчеркнем, что это — единственный случай, когда не требуется ни среднее, ни высшее профессиональное образование. Уровни 4 и 5 требуют наличия среднего профессионального образования, уровни 6–8 — высшего (бакалавриат, магистратура), уровень 9 — аспирантуры или приравненных к ней программ.

Профессия «программист» — наиболее массовая и востребованная в ИТ-отрасли. Согласно данным рекрутингового агентства Luxoft Personnel (<http://www.luxoft-personnel.ru>), в 2013 году более одной трети от общего спроса в этой сфере приходится именно на программистов. Таким образом, нет ничего удивительного в том, что руководители ИТ-

Таблица 2

#### Профессии и уровни квалификации ИТ-специалистов

Профессия	Уровни квалификации							
	3	4	5	6	7	8	9	
Программист	×	×	×	×				
Архитектор программного обеспечения		×	×	×				
Специалист по тестированию в области ИТ		×	×	×				
Специалист по информационным ресурсам		×	×	×				
Системный аналитик		×	×	×	×			
Администратор баз данных		×	×	×	×			
Менеджер продуктов в области ИТ		×	×	×	×			
Специалист по информационным системам		×	×	×	×			
Технический писатель		×	×	×	×	×		
Руководитель разработки программного обеспечения				×	×			
Руководитель проектов в области ИТ				×	×	×		
Менеджер по информационным технологиям				×	×	×	×	



предприятий готовы брать на работу выпускников школ, равно как и в том, что они заинтересованы в более утилитарной их подготовке.

#### 4. Заключение

Главный принцип, из которого следует исходить при совершенствовании содержания школьной информатики, состоит в том, что она — общеобразовательный предмет, широко отражающий на доступном учащимся уровне состояние информатики (компьютеринга) и ее приложений — информационных технологий.

Исходя из этого, целесообразно постепенно расширять содержание школьной информатики в соответствии с содержанием «взрослого» компьютеринга и смягчать те перекосы, которые сложились в настоящее время. В ходе такого процесса могут возникнуть решения, переводящие школьную информатику на новый, более высокий уровень; в этом процессе велика роль учителей, которым в настоящее время предоставлено существенно больше прав формировать предмет.

#### Литературные и интернет-источники

1. Государственный образовательный стандарт подготовки бакалавров по направлению «Информационные системы». [http://www.edu.ru/db/portal/spe/archiv\\_okso.htm](http://www.edu.ru/db/portal/spe/archiv_okso.htm)
2. Государственный образовательный стандарт подготовки бакалавров по направлению «Информационные технологии». [http://www.umo.msu.ru/index.php?file\\_name=STATIC/2ndg\\_gos.php&fgos=1&sp=0](http://www.umo.msu.ru/index.php?file_name=STATIC/2ndg_gos.php&fgos=1&sp=0)
3. Колин К. К. Информатика как фундаментальная наука // Информатика и образование. 2007. № 6.
4. Колин К. К. Становление информатики как фундаментальной науки и комплексной научной проблемы // Системы и средства информатики. 2006. № 16. Специальный выпуск, ч. 2. <http://www.mathnet.ru/links/78a5d66186286a3240dd99a8a6558700/ssi50.pdf>
5. Кузнецов А. А. Реализация требований нового ФГОС в практике школьного образования // Информатика и образование. 2014. № 5.
6. Кузнецов А. А., Захарова Т. Б. Школьная информатика: вчера, сегодня, завтра // Информатика и образование. 2014. № 10.
7. Кузнецов А. А., Бешенков С. А., Ракитина Е. А. Современный курс информатики: от элементов к системе // Информатика и образование. 2004. № 1.
8. Кузнецов А. А., Бешенков С. А., Ракитина Е. А. Современный курс информатики: от концепции к содержанию // Информатика и образование. 2004. № 2.
9. Лапчик М. П., Семакин И. Г., Хеннер Е. К. и др. Теория и методика обучения информатике. М.: Академия, 2008.
10. Профессиональный стандарт «Программист». Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты РФ № 679н от 18 ноября 2013 года. <http://www.apkit.ru/committees/education/meetings/standarts.php>
11. Об утверждении уровней квалификации в целях разработки профессиональных стандартов. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ № 148н от 12 апреля 2013 года. <http://www.rosmintrud.ru/docs/mintrud/orders/48>
12. Семакин И. Г., Хеннер Е. К. Современное состояние школьного предмета «Информатика» в России // Компьютер у школі та сім'ї. 2014. № 1.
13. Сухомлин В. А. Международные образовательные стандарты в области информационных технологий // Прикладная информатика. 2012. № 3.
14. Черный Ю. Ю. Полисемия в науке: когда она вредна? (на примере информатики) // Открытое образование. 2010. № 6. [http://www.e-joe.ru/i-joe/i-joe\\_01/files/chorniy.pdf](http://www.e-joe.ru/i-joe/i-joe_01/files/chorniy.pdf)
15. A Guide to the Common Body of Knowledge for Computing and IT (CBOK). Canadian association of IT professionals. <http://www.cips.ca/CBOK>
16. Computing Curricula 2005. The Overview Report covering undergraduate degree programs in Computer Engineering, Computer Science, Information Systems, Information Technology, Software Engineering. ACM, AIS, IEEE-CS. [http://www.acm.org/education/curric\\_vols/CC2005-March06Final.pdf](http://www.acm.org/education/curric_vols/CC2005-March06Final.pdf)
17. Computer Science Curricula 2013. Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science. ACM, IEEE-CS. <https://www.acm.org/education/CS2013-final-report.pdf>
18. Computing Curricula Information Technology Volume 2008. ACM, IEEE-CS. <https://www.acm.org/education/curricula/IT2008%20Curriculum.pdf>
19. Computer Engineering 2004. ACM, IEEE-CS. [https://www.acm.org/education/education/curric\\_vols/CE-Final-Report.pdf](https://www.acm.org/education/education/curric_vols/CE-Final-Report.pdf)
20. Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems 2010. ACM, IEEE-CS. <https://www.acm.org/education/curricula/IS%202010%20ACM%20final.pdf>
21. Operational Definition of Computational Thinking for K–12 Education. Computer Science Teachers Association. <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CompThinking.html>
22. 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>
23. Software Engineering 2004. Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering. ACM, IEEE-CS. <http://sites.computer.org/ccse/SE2004Volume.pdf> Перевод на русский язык: Рекомендации по преподаванию программной инженерии и информатики в университетах. М.: АПКИТ, 2007. <http://www.apkit.ru/committees/education/archive/engineering.php>