

КОНЦЕПЦИЯ ФУНДАМЕНТАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАТИКИ И ЕЕ РЕАЛИЗАЦИЯ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Фундаментализация образования в предметной области «Информатика» (например, для педагогического университета) может быть выражена концепцией, в основе которой лежит выделение в содержании обучения мировоззренческих, философских и математических (и/или семиотических) оснований учебного предмета и обучение формализации теорий предметной области с помощью формальных языков. В рамках этой концепции предполагается построение образовательного портала фундаментальной подготовки будущего учителя информатики в предметной области «Информатика».

В настоящее время под влиянием современной государственной образовательной парадигмы (основные тенденции которой: фундаментальность, целостность и ориентация на интересы развития личности обучаемого) в рамках информатизации образования происходит смещение акцентов в сторону фундаментальной подготовки специалиста в предметной области¹⁻⁶. В связи с этим происходит переориентация целей обучения. Основными становятся цели, связанные с приобретением фундаментальных междисциплинарных знаний, наиболее стабильных и универсальных, при этом прагматические и узкоспециализированные цели становятся второстепенными. Поэтому на первое место в подготовке будущих учителей информатики должны выйти общетеоретические знания, отличающиеся многообразием внутренних и внешних связей, раскрывающие структуру содержания и определяющие методологическую базу предметной области «Информатика», а именно — проблемы теоретической информатики. Приходится констатировать, что в настоящее время в педагогических вузах практически отсутствует единое мнение о фундаментальных основах учебной дисциплины информатики, в силу чего этот курс имеет ярко выраженную технологическую и прикладную направленность. Однако известно, что углубление технологической направленности не может быть беспре-

дельным, так как неизбежно натолкнется на естественные ограничения, порожденные отсутствием или недостаточностью фундаментальной базы⁷⁻¹².

Сначала обратимся к определению понятия «фундаментальность образования» (или «фундаментализация образования»).

Весьма распространенная трактовка этого понятия (как «образование вглубь») заключается в понимании *фундаментальности образования* как более углубленной подготовки обучаемых по заданному направлению. Такое понимание (не без успеха) развивалось в рамках традиционной (классической) университетской системы образования.

Например, в рамках этой точки зрения лежит взгляд В. А. Кузнецовой¹³, по мнению которой *фундаментальность* предполагает: (1) выделение определенного достаточного круга вопросов по основополагающим областям знаний данного направления науки и общеобразовательных дисциплин, без чего немислим интеллигентный человек; (2) изучение данного круга вопросов с полным обоснованием, необходимыми ссылками, без логических пробелов; (3) выделение набора основных законов и понятий, служащего основой для изучения последующих дисциплин. Этот набор может трансформироваться, поскольку развитие науки изменяет приоритеты между отдельными ее достижениями. Более того, даже в общепризнанных фундаменталь-

ных науках далеко не все результаты являются основополагающими, необходимыми для изучения.

Другой взгляд на понятие «фундаментальность образования» (как «образование вширь») — это обеспечение разностороннего гуманитарного и естественнонаучного образования на основе овладения фундаментальными знаниями. В рамках такого понимания термина лежит следующая достаточно распространенная точка зрения: фундаментальность означает сочетание фактологической, мировоззренческой и методологической сторон изучения предмета, производимое на научной основе¹⁴. Фундаментальность подготовки предполагает овладение обобщенными видами деятельности, обеспечивающими решение множества частных задач предметной области.

В соответствии с концепцией, предлагаемой О. Н. Голубевой и А. Д. Сухановым^{15, 16}, образование может считаться фундаментальным, если оно представляет собой процесс нелинейного взаимодействия человека с интеллектуальной средой, при котором личность воспринимает ее для обогащения собственного внутреннего мира и благодаря этому созревает для умножения потенциала самой среды; задачей фундаментального образования является обеспечение оптимальных условий для воспитания гибкого и многогранного научного мышления, освоения научной информационной базы и современной методологии осмысления действительности, создания внутренней потребности в саморазвитии и самообразовании на протяжении всей жизни человека.

Г. А. Бордовский, А. С. Кондратьев и А. Д. Суханов¹⁷ трактуют фундаментальность как категорию качества образования и образованности личности. При этом данная категория должна отвечать основным положениям концепции фундаментализации образования, выдвинутой Россией в Меморандуме симпозиума ЮНЕСКО «Фундаментальное университетское образование» (см. примечание,

п. 1) и в одноименном Международном проекте. Эта концепция получила значительный резонанс на XXVIII сессии Генеральной конференции ЮНЕСКО (Париж, 1995) и нашла широкую поддержку у мирового сообщества (см. примечание, п. 2).

По мнению Н. Л. Стефановой¹⁸, фундаментальность (в педагогическом университете) заключается в том, что в содержании обучения раскрывается не только система определенной отрасли научного знания (например, математики), но и, может быть, пока не до конца сформировавшаяся система знаний о закономерностях освоения и теоретических основах построения способов передачи многовекового опыта человечества, объективированного в современной системе знаний. Фундаментальность образования в педагогическом университете предполагает, что значительную долю среди знаний будут составлять обобщенные теоретические знания, раскрывающие структуру содержания той или иной фундаментальной научной дисциплины и деятельности по обучению этому знанию, закономерности осуществления процесса обучения, а также принципы его построения.

Таким образом, мы подошли к необходимости ответа на вопрос, каким же образом можно достичь фундаментальности образования в области информатики в педагогическом вузе.

Одно из мнений — фундаментальности при обучении информатике в педагогическом вузе можно достичь с помощью сочетания в содержании обучения теории, абстракции и реализации, а именно: посредством изучения соответствующих математических теорий, алгоритмов и структур данных, реализации алгоритмов и структур данных на конкретном языке программирования¹⁹. К сожалению, такой подход отражает лишь одну сторону фундаментальности образования, не раскрывающую в полной мере философские и логико-методологические аспекты науки информатики.

Другое мнение: фундаментальность при обучении любой научной дисциплине может быть достигнута за счет включения в содержание обучения определенной формализации, которая, как правило, в процессе обучения осуществляется с помощью построения (или конструирования) языка конкретной научной дисциплины. Заметим, что такой взгляд нашел свое частичное отражение среди основных положений, опубликованных в Меморандуме (см. примечание, п. 1) и в работе Меськова, Суханова (см. примечание, п. 2). Проецируя его на обучение предметной области информатики, т. е. включая в процесс обучения элементы конструирования языка предметной области, можно будет добиться фундаментализации образования будущего учителя информатики. Но в этом случае, привнеся в содержание обучения большую долю формальной математики, опять-таки нельзя будет в полной мере осветить методологические и философские основания информатики в рамках учебной дисциплины.

Далее мы будем придерживаться мнения, что *фундаментальность образова-*

ния в любой предметной области реализуется посредством учебного предмета, в содержании которого значительная доля учебных элементов отводится фундаментальным знаниям — теоретическим знаниям, раскрывающим структуру содержания предметной области и деятельности, отражающей основной метод познания. Фундаментальные знания отражают в учебном предмете основания предметной области, к которым относят: *идеалы и нормы познания предметной области, ее философские основания и локальную картину мира*²⁰. Отсюда следует, что основания учебного предмета складываются из философских, мировоззренческих и математических оснований предметной области.

Приведем схему (рис. 1), иллюстрирующую содержание и взаимосвязь между указанными составляющими. Заметим, что *фактологическая* составляющая в основаниях учебного предмета (например, идеалы и нормы познания предметной области) присутствует во всех трех видах оснований: философских, мировоззренческих и математических.

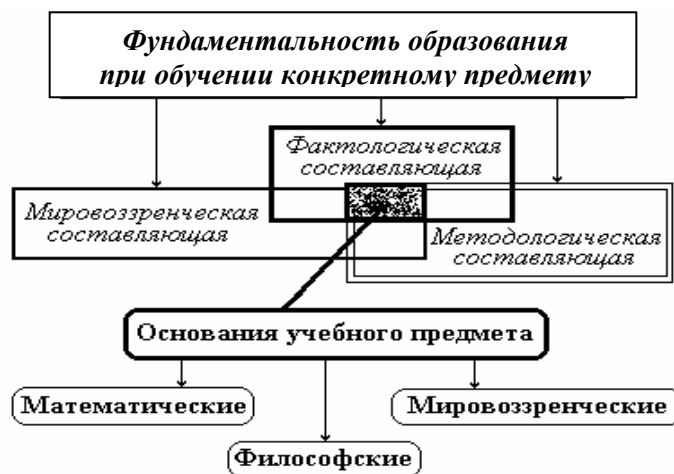


Рис. 1. Основные составляющие фундаментализации образования при обучении конкретному предмету

Философские основания представляют собой основные философские концепции и направления, в рамках которых определяется основной метод познания науки, характеризующий деятельность исследователей в данной предметной области.

Математические основания обеспечивают обучаемых знаниями о формализации, которая достигается за счет построения формального языка предметной области и формализации существующих содержательных теорий данной предметной области. Отметим, что формализация языка — это выделение предметного языка L1 (содержательного языка науки); выделение некоторого формального языка L2, интерпретация формальной системы которого существенно связана с языком L1; выделение метаязыка ML, описывающего указанную связь. В связи с этим чрезвычайно важным фактом при обучении математическим основаниям информатики является, на наш взгляд, система формальных языков, с помощью которых производится формализация семейства языков, относящихся к конкретной предметной области.

К сказанному следует добавить, что при отборе математических оснований учебного предмета необходимо учитывать и содержание понятия «*математические основания научной дисциплины*». Отметим, что мы трактуем это понятие как совокупность, во-первых, методологических оснований — важнейших философских направлений в математике, оказывающих воздействие на приобретение научных знаний данной дисциплины, во-вторых, формально-логических концепций, на базе которых строится научная дисциплина.

Мировоззренческие основания можно охарактеризовать как умения использовать приобретенные знания о формализации (математические основания) и знания философских концепций (философские основания) для описания картины мира средствами предметной области, которые обеспечиваются конкретными знаниями

из предметной области, т. е. фактологической составляющей учебного предмета.

Заметим, что все сказанное относится к трактовке фундаментальности образования «вглубь» (другими словами, к обучению основаниям предметной области, а именно: идеалам и нормам научного познания, философским основаниям и локальной картине мира в рамках конкретной предметной области). Таким образом, наш взгляд на фундаментализацию образования выражается концепцией, в основе которой лежит выделение в содержании обучения мировоззренческих, философских и математических оснований учебного предмета и обучение формализации теорий предметной области с помощью формальных языков.

Отметим, что данная концепция была сформулирована на базе обширного анализа публикаций по указанной проблеме, а также с учетом основных положений современной государственной образовательной парадигмы и результатов, полученных нами в ходе исследований в области теории и методики обучения информатике.

Перейдем к характеристике содержания учебного предмета «Теоретические основы информатики» педагогического вуза, который представляет собой практическую реализацию концепции фундаментализации образования в области информатики.

Вначале заметим, что *методологические и философские основания информатики*: структурализм, формализм и конструктивизм (или конструктивное направление в математике и логике) позволили определить философские основания учебного предмета «Информатика». Кроме того, исходя из этих методологических и философских оснований информатики, можно рассматривать *информатику как науку о семиотике формальных языков (формальных языков со свойствами конструктивности), предназначенных для описания информационных процессов и используемых для «формализованного*

общения» с компьютером. Заметим, что именно такой подход к определению информатики как науки может служить отправной точкой и в отборе содержания обучения математическим основаниям информатики в рамках учебного предмета.

Теперь сформулируем *две формально-логические концепции*, на базе которых строится учебный предмет «Теоретические основы информатики»: *первая* — это использование аксиоматического метода для формализации содержательных теорий информатики; *вторая* — выделение определенных взаимосвязанных классов формальных языков, предназначенных для описания информационных процессов (формальных языков со свойствами конструктивности).

При этом основное содержание обучения учебному предмету в рамках концепции фундаментализации образования представляют математические основания информатики. Отметим, что *математические основания информатики* в качестве самостоятельной учебной дисциплины, на наш взгляд, следует рассматривать как ветвь конструктивной математики, созданную для описания информационных процессов и расположенную несколько в стороне от остальной части математики. Кроме того, к математическим основаниям информатики следует относить: *основы семиотики, основания математики, основания математической логики, а также иерархию (систему) формальных языков.*

Укажем *основные понятия семиотики*, которые необходимо включать в содержание обучения: знак, знаковая система, знаковые ситуации, треугольник Фреге, интерпретатор, тетраэдр семиозиса; основные аспекты изучения базовых понятий семиотики: синтаксис, семантика, прагматика; тип знаковой системы, базисный знак; письмо, типы письма; язык, метаязык, естественные и искусственные языки; исчисление, формальная система, интерпретация, формальный язык; абст-

ракция, конструктивный процесс, конструктивный объект.

Для обучения студентов элементам семиотики мы выделяем следующие классы исчислений (формальных знаковых систем): исчисления для описания языков в алфавите; ассоциативные исчисления; канонические и нормальные системы Поста; исчисления комбинаторной логики (λ -исчисление, исчисление комбинаторов); логические и логико-математические исчисления. Именно эти классы исчислений и классические алгоритмы (рекурсивные функции, машины Тьюринга и др.) учитывались нами при построении иерархии (или системы) формальных языков, которая была получена нами в процессе классифицирования указанных объектов с помощью кластерного анализа.

Перечислим основные классы формальных языков, начиная с самого широкого класса: *простейшие формальные языки, или языки в алфавите; языки комбинаторной логики; логические порядковые языки; логико-математические языки (языки математических теорий); алгоритмические языки; языки программирования.*

Обучая основным понятиям семиотики и этим классам формальных языков, возможно достичь *основной цели* обучения математическим основаниям информатики, которая заключается в выработке строгого толкования природы информационных процессов, изучаемых информатикой, что включает в себя формальное определение или представление информационных процессов с помощью конструктивных математических объектов, в результате чего проясняются их взаимосвязи и становятся понятнее их свойства. Заметим, что эту цель (исходя из методических соображений) можно условно разбить на несколько подцелей, которые мы считаем основными целями учебного предмета «Теоретические основы информатики»:

• формирование представлений об идеях и методах формальной математики и семиотики;

• формирование представлений о формализации, основным средством которой является построение формального языка и формализация содержательных теорий;

• овладение конкретными математическими понятиями («формальный язык», «формальное доказательство», «формальная теория», «формализация»), необходимыми специалисту в области информатики для применения их в практической деятельности, для изучения смежных с информатикой учебных дисциплин и для продолжения образования.

Учитывая все сказанное, нами были сформулированы *семь концептуальных линий* содержания обучения математическим основам информатики в рамках учебного предмета «Теоретические основы информатики». Охарактеризуем каждую из них, указав конкретные учебные элементы содержания обучения:

1) *линия метаязыков*, предназначенных для описания формальных языков (*базовая линия*): язык канторовской теории множеств → язык λ -исчисления → язык теории категорий;

2) *линия формальных языков (базовая линия)*: языки в алфавите → языки комбинаторной логики → язык нулевого и первого порядка → язык со сложными термами → язык второго порядка → язык динамической логики;

3) *линия формального синтаксиса*: слова в алфавите → порождающие грамматики → автоматы Рабина—Скотта, магазинные автоматы, машины Тьюринга → БНФ (МБНФ);

4) *линия подстановок (вспомогательная линия)*: подстановка в языках в алфавите → подстановка в комбинаторной логике → подстановка в языке формальной системы первого порядка → подстановка в языке со сложными термами;

5) *линия формальной операционной семантики*: содержательная операцион-

ная семантика → машины Тьюринга → МНР;

6) *линия формальной денотационной семантики*: обобщение грамматик для формализации семантики → гёделева нумерация → семантика языка первого порядка → денотационная семантика императивного языка программирования;

7) *линия формальной дедуктивной семантики*: система Хоара → система Дейкстры → дедуктивная семантика функционального языка программирования.

Указанные концептуальные линии позволяют:

во-первых, при обучении фундаментальным аспектам курса информатики придерживаться формально-семиотического взгляда на науку информатику и на ее математические основания;

во-вторых, в качестве метаязыка для описания формальных языков выбрать язык канторовской теории множеств (альтернативой ему может служить язык теории категорий, или язык комбинаторного исчисления);

в-третьих, в содержание обучения включить не один, а целый ряд формальных языков: языки в алфавите (для описания которых используются формальные грамматики и автоматы, как метаязыки), языки λ -исчисления и исчисления комбинаторов, языки формальных систем первого порядка, языки со сложными термами, многосортные логистические языки;

в-четвертых, особо выделить вопросы, относящиеся к формальным языкам математической логики, интерес к которой в последние годы значительно возрос в силу бурного развития информатики, в частности, исследований по проблеме искусственного интеллекта. Здесь важно отметить, что математическая логика представляет собой обширный и разветвленный раздел математики, объектом изучения которой является понятие «математическое доказательство», которое в своем современном и наиболее завершенном виде воплощается в формальных ак-

сиоматических теориях. Изучая формальные аксиоматические теории методами самой математики, математическая логика моделирует их с помощью понятия «исчисление», которое включает такие основные компоненты, как язык исчисления, аксиомы и правила вывода исчисления, а также определение понятия «доказательство»;

в-пятых, в содержание обучения включить вопросы по формальной семантике языков программирования, которые демонстрируют тот факт, что программирование выросло из математики и является ее областью. Взаимосвязь между математикой и информатикой здесь проявляется через дискретные объекты, имеющие возможность планомерно меняться во времени и непосредственно использоваться информатикой. Эти объекты представляют собой новый, необычный для математики предмет исследования. Заметим, что установление соответствий между свойствами дискретных объектов и традиционных математических конструкций привело, например, к возникновению теории доказательства утверждений о правильности программ, которая способствует лучшему пониманию природы программы как математического объекта.

Приведем схему (рис. 2), отражающую наш взгляд на содержание математических оснований информатики и иллюстрирующую связь между семиотикой языков программирования, простейшими формальными и логическими языками.

Остановимся на программе курса «Теоретические основы информатики», при составлении которой нами были учтены не только основные государственные образовательные программы^{21–23}, но и основные положения многочисленных работ по фундаментальным аспектам информатики академика А. П. Ершова²⁴, а также: основные положения программы курса лекций «Методы формальной семиотики в информатике», указанной в

работе²⁵; содержание раздела «Математические основы информатики и программирования» для факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ²⁶; содержание межправительственной модульной программы по обучению компьютерной науке отделения высшего образования Международной федерации по обработке информации (IFIP)²⁷.

Теперь укажем перечень тем учебного предмета «Теоретические основы информатики», последовательность которых была получена в результате оптимизации учебной программы курса по содержанию и по времени с использованием методов теории графов. В содержании обучения мы выделяем две части (первая — «Математические основания информатики: формальные языки» и вторая — «Математические основания информатики: формальная семантика языков программирования»), каждая из них состоит из совокупности модулей. Под *модулем* мы понимаем последовательность тем курса, которую можно либо переместить, либо вынести на самостоятельное изучение студентами, либо удалить из содержания обучения вообще, если студенты уже изучали понятия данного модуля в других курсах.

Каждая тема курса, входящая в состав того или иного модуля, рассматривается как единица учебного материала (другими словами, как учебная единица содержания обучения), которая, *во-первых*, позволяет раскрыть логическую организацию и трактовку взаимосвязанных между собой вопросов (основных понятий темы) с позиций математики, семиотики и информатики, а также выявить уровень строгости рассматриваемых фактов; *во-вторых*, позволяет выделить и сформулировать цели изучения основных понятий, очертить возможные варианты средств и методов обучения этим понятиям, продумать систему контроля и оценки системы знаний и умений.



Рис. 2. Связь семиотики языков программирования с семиотикой простейших формальных языков и семиотикой логических языков

Исходя из целей обучения теоретическим основам информатики, а также принципов отбора содержания обучения, продиктованных концептуальными линиями обучения математическим основаниям информатики, приведем перечень модулей и тем курса «Теоретические основы информатики», в которых упор сделан на рассмотрение только вопросов математических оснований информатики, причем с позиций семиотики формальных языков. Заметим, что указанная дисциплина может включать и другие вопросы, относящиеся к теоретической информатике, например, вопросы теории информации, физические основы организации компьютера и т. д. Их содержание может быть добавлено в содержание обучения данной дисциплине в качестве дополнительных частей и модулей. Итак, приведем программу курса.

Первая часть курса «Теоретические основы информатики» — «Математические основания информатики: формальные языки».

Модуль 0. Предварительные сведения.
1.0. Элементы семиотики.

Модуль 1. Метаязыки. 1.1. Элементы содержательной теории множеств (язык канторовской теории множеств). 1.2. Элементы теории категорий. Понятие «категория».

Модуль 2. Языки в алфавите. 1.3. Слова в алфавите. 1.4. Языки в алфавите. Операции над языками в алфавите. Перевод языков. 1.5. Исчисления на словах в алфавите. Формальные доказательства в исчислениях на словах в алфавите. Ассоциативные исчисления в алфавите. Канонические и нормальные системы Поста.

Модуль 3. Методы задания языков в алфавите. 1.6. Регулярные языки в алфавите. Регулярные выражения над алфавитом. 1.7. Формальные грамматики. Классификация формальных грамматик и языков. Классификация КС-грамматик. 1.8. Обобщение КС-грамматик для увеличения детерминированности процесса вывода и для формализации семантики. Синтаксически управляемый перевод. 1.9. Алгоритмы преобразования КС-грамматик. 1.10. Конечные автоматы Рабина—Скотта. 1.11. Автоматы с магазинной памятью как распознаватели.

1.12. Автоматы как преобразователи. Элементы алгебраической теории автоматов.

Модуль 4. Языки комбинаторной логики.

1.13. Элементы λ -исчисления. 1.14. Элементы комбинаторного исчисления.

Модуль 5. Логические языки первого порядка. 1.15. Синтаксис языка первого порядка. 1.16. Гильбертовское исчисление первого порядка. Построение доказательств и выводов с использованием основных правил вывода. 1.17. Гильбертовское исчисление первого порядка. Установление существования доказательств и выводов с помощью допустимых правил вывода. 1.18. Семантика языка первого порядка.

Модуль 6. Логико-математические языки. 1.19. Формальная арифметика первого порядка (теория S). 1.20. Формальная арифметика второго порядка (теория S2). 1.21. Формальная канторовская (наивная) теория множеств (теория M+).

Вторая часть курса «Теоретические основы информатики» — «Математические основания информатики: формальная семантика языков программирования».

Модуль 1. Формальный синтаксис языков программирования. 2.1. Формальный синтаксис модельных языков.

Модуль 2. Операционная семантика языков программирования. 2.2. Содержательная (интуитивная) операционная семантика модельных языков D и H. 2.3. Машина с неограниченными регистрами (MHP).

Модуль 3. Дедуктивная семантика языков программирования. 2.4. Дедуктивная семантика языка H (система Хоара). 2.5. Преобразователь предикатов wr . 2.6. Простейшие команды. Команда присваивания. Композиция команд. 2.7. Команда выбора Дейкстры. 2.8. Команда цикла Дейкстры. 2.9. Процедуры в системе Дейкстры. 2.10. Синтез команд присваивания. Синтез команд выбора. Синтез команд цикла. 2.11. Построение инвариантов. 2.12. Представление функций языка программирования M в виде λ -термов

и CL-термов. Доказательство правильности функциональных программ.

Модуль 4. Денотационная семантика языков программирования. 2.13. Денотационная семантика модельного языка.

Модуль 5. Элементы компьютерной логики. 2.14. Алгоритмы распознавания типа формул языка нулевого порядка. 2.15. Алгоритмы распознавания типа формул языка первого порядка. 2.16. Семантическая резолюция. ЛОК-резолюция. 2.17. Линейная резолюция.

Приведем логическую структуру содержания обучения математическим основаниям информатики в рамках курса «Теоретические основы информатики», где укажем взаимосвязи между темами (рис. 3).

Заметим, что такое графическое представление может помочь в создании множества учебных предметов, предназначенных для обучения математическим основаниям информатики в рамках реального учебного процесса.

При задании порядка тем в схеме нами учитывались не только результаты анкетирования и интервьюирования педагогов и специалистов в предметной области «Информатика» и «Прикладная математика», но и приоритет рекомендуемого изложения вопросов по разделам теоретической информатики, математической логики и дискретной математики, входящим в обязательный материал обучения в соответствии с государственными стандартами высшего образования за 1994, 1995 и 2000 годы.

Прокомментируем условные обозначения, используемые нами в графическом представлении логической структуры (рис. 3). Темы, которые мы предлагаем обязательно включать в содержание обучения, а также последовательность их изложения обведены одинарной рамкой. Тема 1.2 обведена рамкой с тенью, что обозначает альтернативное начало для обучения математическим основаниям информатики, т. е. позволит преподавателю осуществить выбор другого метаязыка

для изложения всех остальных вопросов. «Жирными» цифрами выделены темы, которые можно вынести на спецкурсы или изучать параллельно. Темы, вопросы которых в той или иной мере учтены действующими государственными стандартами высшего профессионального образования, выделены двойной рамкой. Пунктирными стрелками показаны дополнительные связи, с помощью которых можно варьировать содержание обучения в зависимости от реальных условий учебного процесса. Содержание ряда тем (учитывая эти дополнительные связи) можно объединить или вынести для изучения в рамках спецкурса или другой учебной дисциплины. Тогда за счет освобожденного времени в содержании обучения могут быть включены новые темы с сохранением их связей. Некоторые темы с более простым содержанием могут быть предложены студентам для самостоятельного изучения.

Таким образом, опираясь на предложенную модель содержания обучения математическим основам информатики, можно построить различные учебные дисциплины путем выбора ряда тем в зависимости от реальных условий учебного процесса.

В качестве методической поддержки данного курса была построена система упражнений по математическим основам информатики²⁸⁻³¹, позволившая изложить содержание основного теоретического материала указанных тем (кроме тем 2.14–2.17) и задачный материал, который соответствует классификации задач по информатике, относящихся к формальным языкам. В этой классификации мы выделяем четыре типа задач, а именно:

(1) задачи, относящиеся к формальным системам и их моделям (интерпретациям) (здесь очевидна важность знания классификаций формальных систем и их интерпретаций);

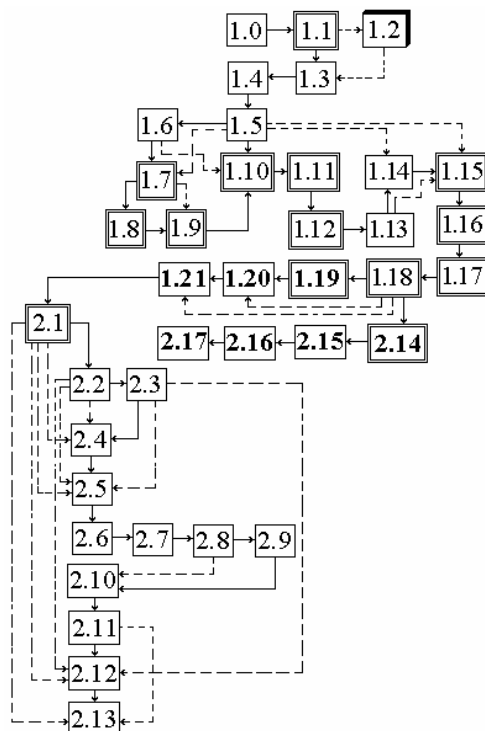


Рис. 3. Логическая структура содержания обучения математическим основам информатики

(2) задачи, относящиеся к выделению из формального языка его конструктивной части, т. е. к выделению алгоритмов из доказательств соответствующих теорем существования, принадлежащих формальной теории;

(3) задачи, относящиеся к определению сложности полученных алгоритмов;

(4) задачи, относящиеся к семиотике языков программирования, т. е. к их формальному синтаксису и формальной семантике.

Таким образом, мы охарактеризовали устойчивый относительно времени курс «Теоретические основы информатики»,

который играет, на наш взгляд, ту же роль, что и общематематические дисциплины на младших курсах математического факультета педагогического вуза. Возможность создания такого курса является следствием достаточной зрелости предмета, выраженной в существовании пользовательской семантики фундаментальных понятий. Возможность его усвоения обучаемыми во многом связана с конструктивным воплощением понятий в компьютере, что позволяет обеспечить практической деятельностью обучаемых в процессе изучения понятий теоретической информатики.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ Меморандум международного симпозиума ЮНЕСКО «Фундаментальное (естественнонаучное и гуманитарное) университетское образование» (Москва, МГУ, октябрь 1994 г.) // Высшее образование в России. 1994. № 4.

² Меськов В. С., Суханов А. Д. Долгосрочные перспективы сотрудничества России и ЮНЕСКО по трансдисциплинарному проекту «Фундаментальное университетское образование» // Международное сотрудничество. 1997. № 1.

³ Политика в области образования и новые информационные технологии: Национальный доклад России. II Международный конгресс ЮНЕСКО «Образование и информатика». М., 1996.

⁴ Колин К. К. Информационное общество и проблема образования // Информационное общество. 1997. № 2–3.

⁵ Колин К. К. Информатизация образования как фундаментальная проблема // Дистанционное образование. 1998. № 4.

⁶ Колин К. К. Информатика на пороге XXI века: Сб. науч. тр. «Системы и средства информатики». Вып. 9. М., 1999.

⁷ Кинелев В. Г. Образование и цивилизация // Информатика и образование. 1996. № 5. С. 21–28.

⁸ Колин К. К. Фундаментальные проблемы информатики: Сб. науч. трудов. «Системы и средства информатики». Вып. 7. М., 1995.

⁹ Колин К. К. Фундаментальные основы информатики: социальная информатика: Учеб. пособ. для вузов. М.; Екатеринбург, 2000.

¹⁰ Лантев В. В., Швецкий М. В. Методическая система фундаментальной подготовки в области информатики: теория и практика многоуровневого педагогического университетского образования. СПб., 2000.

¹¹ Ланчик М. П. Структура и методическая система подготовки кадров информатизации школы в педагогических вузах: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. М., 1999.

¹² Готская И. Б. Маркетинговое проектирование методической системы обучения информатике студентов педвузов: Монография. СПб., 1999.

¹³ Кузнецова В. А. Теория и практика многоуровневого университетского педагогического образования. Ярославль, 1995.

¹⁴ Саморуков Б. Е., Тихомиров С. А. Многоуровневое образование: проблемы, сущность, перспективы // Актуальные проблемы развития высшей школы. Переход к многоуровневому образованию: Межвуз. сб. науч. трудов. СПб., 1993. С. 15–19.

¹⁵ Голубева О. Н., Суханов А. Д. Проблема целостности в образовании // Философия образования. М., 1996.

¹⁶ Голубева О. Н., Суханов А. Д. Дополнительность и целостность в современном образовании // Alma mater. 1997. № 4.

¹⁷ Бордовский Г. А., Кондратьев А. С., Суханов А. Д. Физика в системе современного образования // Образование и культура Северо-Запада России. Вестник Северо-Западного отделения РАО. Выпуск 3. СПб., 1998. С. 5–15.

¹⁸ Стефанова Н. Л. Теоретические основы развития системы методической подготовки учителя математики в педагогическом вузе: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. СПб., 1996.

¹⁹ Швецкий М. В. Методическая система фундаментальной подготовки будущих учителей информатики в педагогическом вузе в условиях двухступенчатого образования: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. СПб., 1994.

²⁰ Стетин В. С. Теоретическое знание. М., 2000.

²¹ Государственный общеобразовательный стандарт высшего профессионального образования. Государственные требования к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки специалистов по специальности 010100 — Математика (квалификация — учитель математики) (третий уровень высшего профессионального образования). М., 1994.

²² Государственный общеобразовательный стандарт высшего профессионального образования. Государственные требования к минимуму содержания и уровню подготовки выпускника по специальностям 010100 — Математика, квалификация — учитель математики; 030100 — Информатика, квалификация — учитель информатики (третий уровень высшего профессионального образования). М., 1995.

²³ Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Государственные требования к минимуму содержания и уровню подготовки выпускника по специальностям: 030100 — Информатика. Квалификация учитель информатики; 030100.00. Информатика (с дополнительной специальностью). Квалификация учитель информатики и (в соответствии с дополнительной специальностью); 030500.06 — Профессиональное обучение (информатика, вычислительная техника и компьютерные технологии). Квалификация — педагог профессионального обучения; 010100 — Математика. Квалификация — математик; 010200 — Прикладная математика и информатика. Квалификация «математик, системный программист»; по направлению 510200 — Прикладная математика и информатика. Степень «магистр прикладной математики и информатики». М., 2000.

²⁴ Избранные труды / А. П. Ершов. Новосибирск, 1994.

²⁵ Финн В. К. Логические проблемы информационного поиска. М., 1976.

²⁶ Королев Л. Н. Программа кандидатского экзамена по специальности 01.01.10 Математическое и программное обеспечение вычислительных машин и систем (физико-математические науки) // Программирование. 1995. № 3. С. 75–79.

²⁷ Aiken R., Balasubrahmanian A., Brauer W., Buckingham D., Hebenstreit J., Khvilon E., Levrat B., Lovis F., Murray-Lasso M., Turner J., Weert van T. A Modular Curriculum in Computer Science, UNESCO-IFIP, 1994. ED/94/WS/13.

²⁸ Рыжова Н. И. Развитие методической системы фундаментальной подготовки будущих учителей информатики в предметной области: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. СПб., 2000.

²⁹ Рыжова Н. И. Элементы теоретической информатики: Упражнения по математическим основаниям информатики: формальные языки. Ч. I: Учеб. пособ. для студ. СПб., 2000.

³⁰ Рыжова Н. И. Элементы теоретической информатики: Упражнения по математическим основаниям информатики: формальные языки. Ч. II: Учеб. пособ. для студ. СПб., 2000.

³¹ Рыжова Н. И. Элементы теоретической информатики: Упражнения по математическим основаниям информатики: формальная семантика языков программирования: Учеб. пособ. для студ. СПб., 2000.

V. Laptev, N. Ryjova

THE CONCEPTION OF FUNDAMENTALIZATION OF EDUCATION IN «COMPUTER SCIENCE» AND ITS IMPLEMENTATION AT A PEDAGOGICAL UNIVERSITY

Fundamental education in the subject domain «Computer Science» (for example, for a pedagogical university) can be achieved on the basis of the concept of incorporating into the content area of the course philosophical, world outlook, and mathematical (and/or semiotics) foundations of the subject and teaching students to formalize theories of the subject domain with the help of formal languages. Within the framework of these concepts the construction of an educational portal of fundamental training of the future teacher of computer science in the subject domain «Computer science» is designed.