

М. С. Мирзоев

Формирование математической культуры будущего учителя информатики в условиях школьных образовательных стандартов второго поколения

В статье рассматривается модернизация блока дискретно-математических дисциплин в подготовке будущих учителей информатики и формирование математической культуры личности учителя в условиях реализации школьных образовательных стандартов второго поколения.

Ключевые слова: математическая культура, школьный общеобразовательный стандарт, аспекты школьного курса информатики, электронные учебники, средства тестирования.

M. S. Mirzoev

Formation of Mathematical Culture of the Future Computer Science Teacher in the Conditions of School Educational Standards of the Second Generation

This paper deals with modernization of discrete mathematical disciplines block in aspects of training the future information science teachers and the formation of mathematical culture of the individual teachers in conditions of the second generation school education standards' implementation.

Key words: mathematical culture, the second generation of the school education standard, aspects of the school course of Computer Science, electronic textbooks, testing tools.

Одним из ключевых отличий школьных общеобразовательных стандартов второго поколения от предыдущих стандартов является развитие универсальных учебных действий, овладение метапредметными, надпредметными умениями учащихся [1, 2, 3]. В этих условиях современный курс информатики в общеобразовательной школе объективно развивается в трех основных аспектах:

- алгоритмическом и технологическом;
- естественно-научном;
- метапредметном.

С одной стороны, акцентируемые аспекты последовательно сменяются в процессе развития курса информатики. С другой стороны, предыдущий этап при этом не отменяется, так что все три аспекта существуют и развиваются одновременно. Каждый из этих аспектов отражает определенный и существенный компонент информативной реальности, при этом отвечает той или иной потребности личности учащихся, изучающих информатику.

Рассмотрим реализацию модели формирования математической культуры студентов педагогических вузов, обучающихся по направлению педагогическое образование, профиля «Информатика», квалификация «бакалавр – 050100.62».

В соответствии с синтезом аспектов общеобразовательного курса информатики нами была модернизирована структура и содержание блока дискретно-математических дисциплин, направленных на формирование математической культуры будущих учителей информатики (МК БУИ).

В рамках алгоритмического и технологического аспектов осваиваются следующие курсы: «Математическая логика», «Теория алгоритмов» и «Дискретная математика». Такие курсы уже существуют в рамках подготовки учителей информатики, однако, их содержание требует дальнейшей корректировки.

В курсе «Математическая логика» необходимы следующие корректировки: в расширенном виде представлен раздел «Системы булевых функций», так как булевы функции широко применяются почти во всех разделах информатики, в том числе в развитии и конструировании аппаратной и программной системы современных компьютеров, которые основаны на логике функциональных схем. Необходимо подчеркивать метапредметный, надпредметный характер математической логики с точки зрения информатики, включать в курс элементы логического программирования. Особое внимание мы уделя-

ем методам формализации, аксиоматическим формальным теориям (формальным доказательством, автоматическому доказательству теорем), логике предикатов, что особо важно для реализации систем искусственного интеллекта (компьютерных систем обработки данных, систем распознавания, нейронных сетей и др.). Очень важно ввести в содержание обучения элементы исчисления предикатов первого порядка, формальные теории, понятие доказательства, аксиоматизацию арифметики (аксиомы Пеано), схему доказательства теоремы Геделя о неполноте исчислений.

В курс «Теория алгоритмов» (помимо различных вариантов уточнения понятия алгоритма, рекурсивных и рекурсивно-перечислимых множеств, алгоритмических проблем, понятия сводимости) включено рассмотрение основных понятий теории сложности и некоторых методов анализа сложности алгоритмов. При изучении понятия сложности алгоритмов рассматриваются две характеристики сложности – временная и емкостная.

Единицы измерения сложности алгоритмов привязывают к классу архитектур наиболее распространенных компьютеров. Временную сложность подсчитали в исполняемых командах: количество арифметических операций, количество сравнений, пересылок (в зависимости от алгоритма). Емкостная сложность определяется количеством скалярных переменных, элементов массивов, элементов записей или просто количеством байтов данных, которым оперирует алгоритм. Опираясь на имеющиеся работы в области разработки и анализа алгоритмов, для сравнения эффективности алгоритмов используется метод выявления различий между полиномиальными и экспоненциальными алгоритмами решениями одного и того же класса задач.

При рассмотрении алгоритмов и программ нетривиальных задач исследуются вопросы, связанные с доказательством их существования и корректности. В простейших случаях такие доказательства основаны на методе математической индукции.

Изучение курса «Дискретная математика» начинается с изучения теории конечных множеств, операций над множествами, элементов комбинаторики. Во второй части курса рассматриваются различные методы исследования дискретных объектов: методы рекуррентных соотношений, метод включения и исключения, методы произ-

водящих функций, а также теория графов и ее прикладные аспекты.

В рамках естественно-научного аспекта особое значение имеет курс «Информационное моделирование» (возможное название «Компьютерное моделирование»). В этом курсе рассматриваются различные модели, их свойства и применение к изучению различных объектов и процессов. Перспективным подходом к изучению этих моделей является обсуждение исключительно важной проблемы устойчивого развития.

Будущих учителей информатики нужно знакомить с современными научными проблемами. Например, с тем, что определяющее значение в теории устойчивого развития имеет исследование глобальных тенденций и процессов. При построении модели глобальных процессов происходит осознание актуальных в настоящий момент причинно-следственных связей, определяющих пространственно-временную динамику мира в целом. Принципиально важную роль в исследовании модели информационных глобальных процессов играет качественный анализ поведения систем вблизи, так называемых, «особых точек» – точек, в которых происходит качественный скачок в поведении динамических систем.

Исследование подобных моделей необходимо для управления как на глобальном, так и на локальном уровнях. Как подчеркивал Н. Н. Моисеев, целенаправленное развитие – это развитие управляемое [4]. В свою очередь, любое управление сводится, в конечном счете, к принятию того или иного решения субъектом управления. Выбор решения основывается на информации о состоянии управляемого объекта и знании его свойств. Оно предполагает возможность оценить результаты принимаемых решений и действий по их реализации и по их соответствию целям управления. В связи с этим определяющую роль играет включение вопросов проектирования и создания модели глобальных процессов в курс «Информационное моделирование».

Возвращаясь к содержанию и структуре курсов, ориентированных на развитие МК БУИ, необходимо особо отметить модернизацию всей системы математических дисциплин, изучаемых будущими учителями информатики.

Например, при изучении теории множеств особое внимание необходимо уделять диагональному методу и элементам теории меры. В курсе теории вероятностей следует рассматривать понятие «случайности» с позиций частотного подхода Р. Э. Мизеса и энтропийного подхода

А. Н. Колмогорова. Важно специально рассмотреть принципы работы генератора «случайных чисел», принципы моделирования случайных последовательностей на компьютере.

В рамках метапредметного направления общеобразовательного курса информатики следует выделять математические понятия и структуры, которые могли бы внести свой вклад в формирование метапредметных результатов курса информатики, и которые должны быть сформированы у будущего учителя информатики. Заметим, что при определении этих результатов, мы опирались на формулировки А. Я. Хинчина [5]. Они достаточно точно отражают смысл универсальных учебных действий.

К универсальным действиям, характерным для математики, мы отнесли:

– Умение корректно осуществлять обобщение. Например, если несколько десятков (или даже несколько миллионов) наудачу выбранных объектов обладают каким-нибудь свойством, мы еще не вправе признать, что это свойство принадлежит всем существующим объектам. Только доказательство может дать уверенность в том, что этот признак, действительно, является общим свойством всех объектов.

– Умение пользоваться обоснованными аналогиями. Заключение по аналогии служат обычным и законным приемом установления новых закономерностей как в эмпирических науках, так и в обыденной жизни. Такие заключения значительно выигрывают в убедительности, если к чисто эмпирическим данным присоединяются, как это часто бывает, какие-либо теоретические соображения, заставляющие предполагать наличие такой аналогии.

– Умение осуществлять полноту и выдержанность классификации. Требование выдержанности классификации состоит в том, чтобы она проводилась по единому основанию, по единому признаку. Это требование, при строгом мышлении совершенно обязательное, очень часто нарушается не только в обывательских рассуждениях, но и в серьезной научной практике.

В практическую часть содержания обучения математических дисциплин включены комплекс математических задач, направленных на формирование МК БУИ. Особое внимание уделено развитию показателей математического мышления, таких как:

– Вариативность. Для этого необходим широкий подбор разнообразных задач, требующих

использования как синтетического, так и аналитического методов решения.

– Гибкость. Достигается на большом объеме математических задач (в том числе задач с нестандартной формулировкой), где требуется решение задач несколькими способами и выделение наиболее рационального из них.

– Креативность. Творческие способности студента, характеризующиеся готовностью к порождению принципиально новых необычных идей, отклоняющихся от традиционных или принятых схем мышления и входящих в структуру одаренности в качестве независимого фактора, а также способность решать проблемы, возникающие внутри различных систем.

В качестве средств формирования МК БУИ используются:

– учебно-методический комплекс, который включает: учебные пособия, учебно-методические программы, электронные учебники, контролирующие и обучающие программы, математические тесты, творческо-исследовательские задачи по математическим дисциплинам дискретного блока;

– компьютерная диагностическая система, направленная на выявление уровня сформированности психолого-педагогических свойств личности обучаемых.

В исследовании формирования МК БУИ мы использовали традиционные формы обучения и формы обучения с активным применением компьютера.

В традиционных формах обучения математическим дисциплинам (лекции, семинары, лабораторные работы и др.) средства информационных технологий используются по необходимости. Как правило, особое внимание уделяется этапу проектирования учебного материала, что дает предварительные представления об изучаемом учебном материале. Это ускоряет процесс усвоения предмета. При таком подходе математические задачи разделяются по трем уровням сложности: учебные, учебно-исследовательские, творческо-исследовательские, которые ориентированы на активизацию познавательной деятельности, формирование научного мировоззрения и развитие творчества студента. Для самостоятельной работы студентов подбираются темы рефератов, курсовых работ, соответствующие математическим дисциплинам и их связи с информатикой. Значительная роль отводится студенческим творческо-исследовательским работам.

При активном использовании компьютера роль преподавателя отходит на второй план, а ведущая роль предоставляется студенту. При такой форме обучения студент самостоятельно получает учебный материал, анализирует, решает задачи и может при необходимости обращаться к другим источникам информации, находящимся в этой же среде.

На основы системно-деятельностного, компетентностного, личностно-ориентированного подходов создана функциональная модель электронных учебников «Дискретная математика», «Математическая логика», «Теория алгоритмов» как иерархических дидактических систем, состоящая из информационно-навигационной, содержательной, диагностирующей и управляющей подсистем. С точки зрения структуры, содержания и технического исполнения, каждый электронный учебник, как «учебная среда», представляют собой подсистему информационно-образовательной среды (ИОС) педагогического вуза. Программным средством разработки электронных учебников являлась среда

Macromedia Flash, Macromedia Dreamweaver, HTML, FreeBasic, JavaScript, Java, Delphi и пакет математических программ (Mathematica, MathCad, MathLab и др.). Электронные учебники по математическим дисциплинам реализованы в виде локального web-сайта (который при желании может быть легко погружен в Интернет) в среде Macromedia Dreamweaver 8 и состоят из определенного числа модулей.

Электронные учебники математических дисциплин состоят из теоретического, практического разделов и раздела тестирования. Теоретический материал каждого электронного учебника разбит на три взаимосвязанных уровня: базовый, продвинутый и углубленный. Студент вправе выбрать любой из них и по окончании пройденного теоретического материала пройти тестирование и получить информацию о своем уровне подготовленности по этому курсу.

Например, страница содержания электронного учебника «Теория алгоритмов», продвинутый уровень, имеет вид (см. рис. 1).

Теория алгоритмов

<<< на стартовую страницу

I. ТЕОРИЯ РЕКУРСИВНЫХ ФУНКЦИЙ

Введение

I.1. Примитивно рекурсивные функции. Базис элементарных функций. Операции подстановки и примитивной рекурсии.

Основные свойства

I.2. Примитивно рекурсивные функции относительно совокупности функций. Основные свойства

I.3. Производные операции над функциями

I.4. Операции конечного суммирования и конечного произведения

I.5. Предикат, логическая функция. Логические операции с предикатами

I.6. Операции навешивания кванторов. Операции навешивания кванторов относительно двуместных предикатов

I.7. Примитивно рекурсивный предикат

I.8. Операция навешивания ограниченного квантора над предикатами

I.9. Кусочное задание функции

I.10. Операция ограниченной минимизации

I.11. Частично рекурсивные функции

I.12. Практические задания

II. МАШИНЫ ТЬЮРИНГА И ДРУГИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

II.1. Математическое понятие машины Тьюринга. Алфавит машины Тьюринга. Основные операции над машиной Тьюринга

II.2. Понятие конфигурации машины Тьюринга (МТ)

II.3. Операции над машиной Тьюринга

II.4. Базис элементарных машин Тьюринга

II.5. Правильная вычислимость функции по Тьюрингу. Эквивалентность двух уточнений алгоритма

II.6. Машина Поста

II.7. Машина с неограниченным количеством регистров (МНР)

Практические задания

III. РЕКУРСИВНЫЕ И РЕКУРСИВНО ПЕРЕЧИСЛИМЫЕ МНОЖЕСТВА

III.1. Примитивно рекурсивная нумерация пар натуральных чисел

III.2. Рекурсивно перечислимые множества

III.3. Функции, нумерующие n-ки натуральных чисел

III.4. Универсальные функции

III.5. Иерархия множеств и структура класса вычислимых функций

III.6. Алгоритмические проблемы

III.7. Алгоритмические проблемы в других областях математики

III.8. Алгоритмическая сводимость

Практические задания

IV. СЛОЖНОСТЬ АЛГОРИТМОВ

IV.1. Задачи, алгоритмы и сложность

IV.2. Полиномиальные алгоритмы и сложнорешаемые задачи

IV.3. Задачи, труднорешаемость которых доказуема

IV.4. Теория NP-полных задач

IV.5. Машины Тьюринга и класс P

Литература

Рис. 1

В структуре электронных учебников предусмотрены такие разделы, как основные понятия, содержательно-методический анализ, структуризация учебной информации, вопросы для самоконтроля, тестовые задачи.

Формирование математической культуры студентов, будущих учителей информатики напрямую зависит от наличия у них степени сформированности математического мышления, а одним из наиболее значимых признаков, обеспечивающих развитие математического мышления личности является «гибкость мыслительных процессов», то есть способность быстро переходить от одного способа решения к другому; умение выделить наиболее рациональный вариант решения; умение довести до конечного результата нерешенные задачи и т. п. Условно в этой цепочке можно выявить наличие математической культуры личности. Для выявления степени сформированности «гибкости мыслительных процессов» была разработана тестологическая процедура, реализуемая в рамках системы тестирования «MyTest» (<http://mytest.klyaksa.net>). Тестологическая процедура включает в себя различные формы тестовых заданий. Особое место в формировании математической культуры студентов отводилось к следующим формам тестирования:

1. На экран компьютера для каждой диагностической задачи выводится 4 варианта решения; один из них является вариантом решения с ошибкой. Испытуемому предстоит выбрать все правильные варианты решения и выделить из них наиболее рациональное.

2. На экран компьютера для каждой диагностической задачи выводится 4 варианта решения, один из которых является вариантом решения с

ошибкой. Испытуемому предстоит выбрать вариант решения с ошибкой (см. рис. 2).

3. На экран компьютера выносятся решения задачи с пропущенными действиями. Требуется дописать пропущенные действия.

4. На экран компьютера выносятся неупорядоченный набор доказательств некоего математического утверждения. Требуется упорядочить логическую цепочку доказательства теоремы.

В зависимости от результатов тестирования студент занимает позицию, соответствующую уровню его подготовленности в этой системе.

Фрагмент тестологической процедуры (рис. 2). После прохождения тестологической процедуры студенту предоставляется оценка в статистической форме (см. рис. 3).

Степень сформированности компонентов математической культуры студентов Воронежского государственного педагогического университета (ВГПУ) и Московского педагогического государственного университета (МПГУ) как показал проведенный нами педагогический эксперимент (см. таб. 1) может быть распределена на 4 уровня:

I-й уровень. Студенты имеют недостаточно выраженные математические знания, не владеют необходимыми приемами и методами решения математических задач, на вопросы отвечают неправильно, не способны обосновать производимые практические действия, выполняют их неверно или с большим количеством ошибок, не готовы к решению задач разного уровня трудности.

II-й уровень. Студенты обладают достаточно прочной базой математических знаний, осознанно выполняют и обосновывают практические приемы работы, но знания и умения реализуются

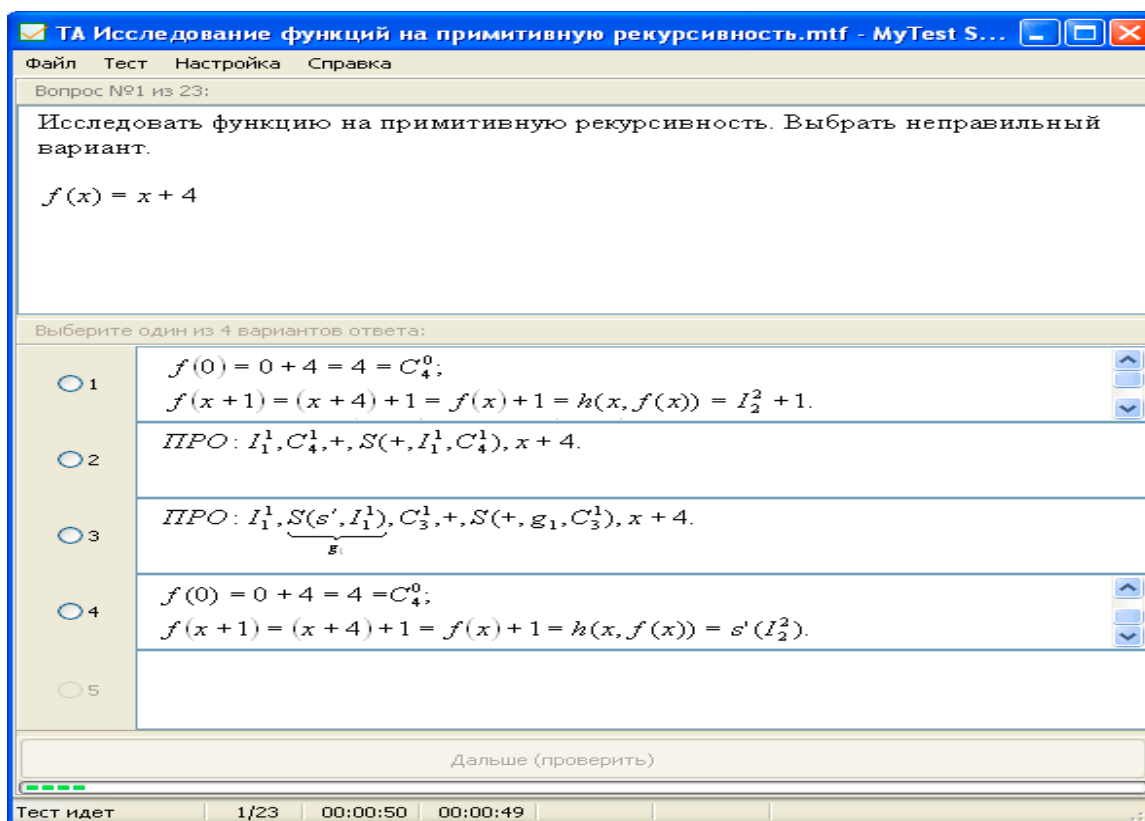


Рис. 2

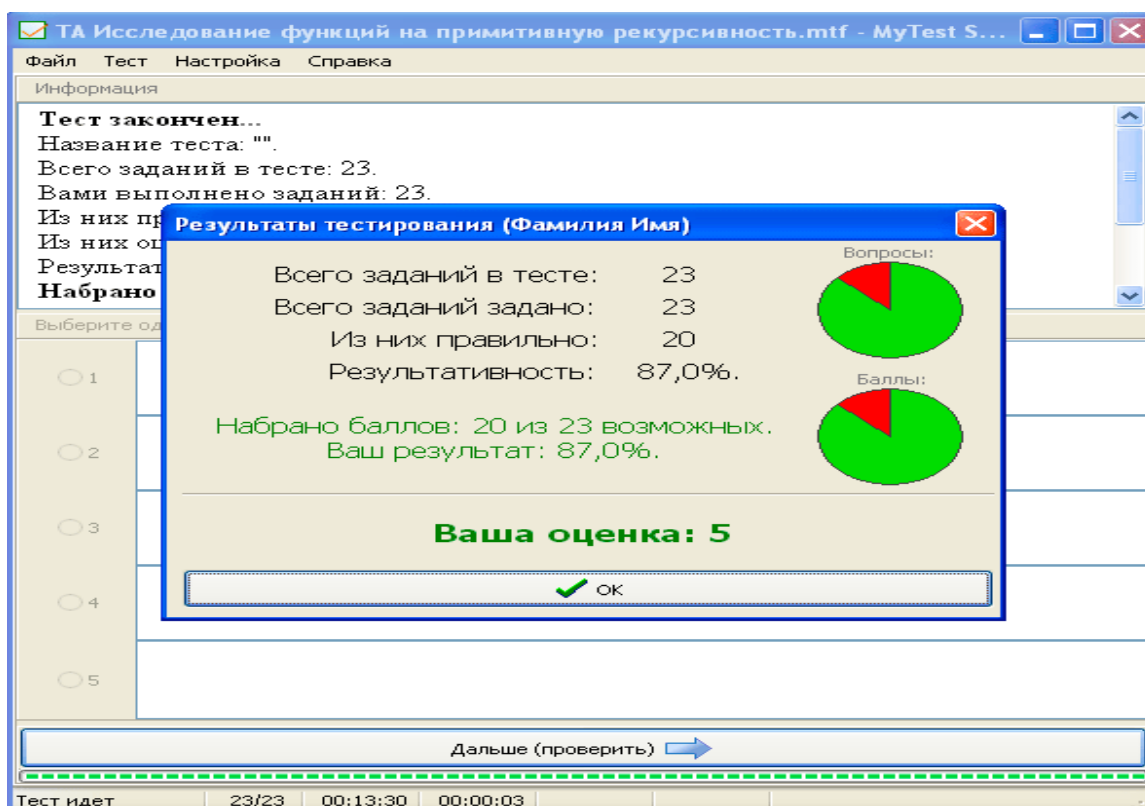


Рис. 3

в практической работе незначительно, наблюдается необходимость в консультации, не могут анализировать и прогнозировать результаты своей деятельности.

III-й уровень. Студенты владеют отдельными знаниями, умениями по математическим дисциплинам, планированием и организацией деятельности, знают о сущности и содержании предстоящей работы, осознанно решают математиче-

ские задачи, умеют применять знания по образцу, но изменение условий работы затрудняет исполнение практических действий.

IV-й уровень. Студенты обладают устойчивыми математическими знаниями, умениями и навыками (ЗУН), способны сформированные в процессе обучения знания, умения успешно применять в других условиях.

Таблица 1

	МПГУ	ВГПУ
1 уровень	9 %	25 %
2 уровень	32 %	58 %
3 уровень	41 %	11 %
4 уровень	18 %	6 %

Таким образом, проведенное нами исследование подтвердило эффективность формирования математической культуры будущих учителей информатики в условиях использования средства ИКТ в обучении.

Библиографический список:

1. Как проектировать универсальные учебные действия в начальной школе: от действия к мысли [Текст] : пособие для учителя / А. Г. Асмолов и др. ; под ред. А. Г. Асмолова. – М. : Просвещение, 2008. – 152 с.
2. Концепция федеральных государственных образовательных стандартов общего образования [Текст] :

проект / под ред. А. М. Кондакова, А. А. Кузнецова. – М. : Просвещение, 2008. – 36 с.

3. Моисеев, Н. Н. Теория управления и проблема «человек – окружающая среда» [Текст] / Н. Н. Моисеев // Вестник АН СССР. – 1980. – № 1. – С. 62–73.

4. Фундаментальное ядро содержания общего образования [Текст] : проект / под ред. В. В. Козлова, А. М. Кондакова. – М. : Просвещение, 2009. – 44 с.

5. Хинчин, А. Я. Педагогические статьи [Текст] / А. Я. Хинчин // Вопросы преподавания математики. Борьба с методическими штампами. Серия «Психология, педагогика, технология обучения». – 2-е изд. – М. : КомКнига, 2006. – 208 с.