

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ
КАК НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КЛЮЧЕВЫХ
КОМПЕТЕНЦИЙ У УЧЕНИКОВ ПРОФИЛЬНЫХ КЛАССОВ
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ

ИВАНОВ И. А.

COMPUTER MATHEMATICS
SYSTEMS APPLICATION AS MEANS
OF SCIENTIFIC PROFILE GRADES
SCHOOLCHILDREN CORE
COMPETENCES FORMATION

IVANOV I. A.

The article examines some aspects of computer mathematics systems application in algebra and analysis elements study for scientific profile grades in applied mathematics logic.

В статье рассматриваются некоторые аспекты применения систем компьютерной математики в модели обучения алгебре и началам анализа для профиль естественного направления в логике прикладной математики.

Keywords: training model, applied mathematics logic, scientific profile grade, algebra and analysis elements.

Ключевые слова: модель обучения, логика прикладной математики, профиль естественного направления, алгебра и начала анализа.

УДК 004

Современный этап развития отечественного среднего образования характеризуется *направленностью* на личностно ориентированный образовательный процесс, учитывающий и развивающий индивидуальные особенности ученика, т.е. на создание условий для его самореализации в учебном процессе и формирование готовности быть субъектом продуктивной деятельности в течение всего своего жизненного цикла на основе полученных образовательных результатов. В Федеральном государственном образовательном стандарте общего образования [1] сформулированы *принципиальные положения*, в соответствии с которыми под образовательными результатами понимаются «*приращения*» в личностных ресурсах учеников. Эти «*приращения*» должны будут использоваться ими при решении проблем, актуальных для личности, общества и государства. Если сравнить концептуальные положения нового стандарта образования с положениями, определявшими концепцию образования советского периода, то очевиден парадигмальный сдвиг от предметноцентрированной модели образования к модели вариативного, личностно ориентированного образования. В качестве цели образования в новой образовательной парадигме ставится цель «*формирования компетентности выпускников школы как интегрального качества личности*».

Одним из эффективных средств достижения целей современного образования является *профильное обучение* [2], обеспечивающее: 1) в рамках концепции личностно ориентированного обучения *построение* индивидуально окрашенного образовательного маршрута старшеклассника, реализации его учебно-познавательных интересов; 2) *реализацию* ведущей деятельности ученика (учебно-профессиональной), *выполнение* профориентационной функции, позволяющей ученику сделать выбор сферы будущей профессиональной деятельности более осознанным; 3) *выполнение* пропедевти-

ческой функции, знакомя ученика с теми знаниями по ряду предметов, которые ему предстоит осваивать в высшей школе; 4) *возможность овладения* на школьном этапе обучения некоторыми профессиональными знаниями и способами деятельности (т.к. усложнение профессиональной подготовки, увеличение информационных потоков не позволяют осуществить полную всестороннюю профессиональную подготовку только в высшей школе).

В настоящее время с точностью до названий мы можем выделить следующие профили обучения: универсальный профиль (непрофильное обучение); социально-гуманитарный, агротехнический; индустриально-технический; оборонно-спортивный; гуманитарный; художественно-эстетический, в которых математика изучается на базовом уровне, а также физико-математический; социально-экономический; информационно-технологический, физико-химический; химико-биологический; биолого-географический, где математика является профильным предметом. Под *профильными классами естественнонаучного направления* мы понимаем классы, в которых в качестве ведущего профильного предмета выступают физика, химия, биология, география, т.е. это классы физико-химического, химико-биологического, географического профиля и т.д. Важным является выделение из физико-математического профиля собственно математического, предполагающего подготовку специалистов в области математики. Математика выступает в нем как профильный учебный предмет, представляющий по классификации Л.Я. Зориной систему научных знаний, тогда как для физиков, биологов, географов в большей мере важна система научных способов действий. Аналогично и с информационно-технологическим профилем (ведущий профильный предмет – информатика). Здесь математика как профильная дисциплина выступает в большей мере как система научных знаний, чем способов действий, что не исключает необходимость последних как для математиков, так и для информатиков. Одной из приоритетных целей изучения математики на профильном уровне, кроме освоения содержания, необходимого для изучения математики и других дисциплин и ее применения в бу-

дущей профессиональной деятельности, развития ученика средствами математики, является формирование представлений об идеях и методах математики, о математике как универсальном языке науки, моделировании процессов и явлений, что в дальнейшем позволит продолжить образование в выбранной сфере и освоить избранную специальность на современном уровне.

В качестве центрального понятия, вокруг которого в настоящее время строятся разработки в сфере образования, выступает понятие *ключевых компетентностей*, личностно ориентированных по своей природе (И.А. Зимняя [3], О.Е. Лебедев [4], А.В. Хуторской [5] и др.). Основной причиной трактовки результата образования в терминах «компетенция/компетентность» и, соответственно, введения компетентного подхода в образовании, является его обусловленность мировой и, в частности, общеевропейской тенденцией интеграции и глобализации мировой экономики и неуклонно нарастающими процессами унификации архитектуры европейской системы образования во всех субъектах Евросоюза, связанных с Болонским процессом. Несмотря на достаточно расплывчатый характер, остановимся на определении *ключевых компетенций*, сформулированных А.В. Хуторским в докладе на тему «Определение общепредметного содержания и ключевых компетенций как характеристика нового подхода к конструированию образовательных стандартов» (Отделение философии образования и теоретической педагогики РАО, 23.04.2002). Предлагаемые определения ключевых компетентностей соответствуют опыту развитых стран, в которых в последние десятилетия произошла переориентация содержания образования на освоение ключевых компетентностей. Вместе с тем эти определения соответствуют и традиционным ценностям российского образования (ориентация на понимание научной картины мира, на духовность, на социальную активность). В настоящее время ключевыми образовательными компетенциями являются следующие (в «укрупненном» представлении): 1) *ценностно-смысловые компетенции* – это компетенции в сфере мировоззрения, связанные с ценностными ориентирами ученика, его способно-

стью видеть и понимать окружающий мир; 2) *общекультурные компетенции* связаны с кругом вопросов, в отношении которых ученик должен быть хорошо осведомлен, обладать познаниями и опытом деятельности, это – особенности национальной и общечеловеческой культуры, духовно-нравственные основы жизни человека и человечества; 3) *учебно-познавательные компетенции* – совокупность компетенций ученика в сфере самостоятельной познавательной деятельности, включающей элементы логической, методологической, общеучебной деятельности, соотношенной с реальными познаваемыми объектами; 4) *информационные компетенции* предполагают возможность при помощи реальных объектов (телевизор, магнитофон, телефон, факс, компьютер, принтер, модем, копир) и информационных технологий (аудио- и видеозапись, электронная почта, СМИ, Интернет), формировать умения самостоятельно искать, анализировать и отбирать необходимую информацию, организовывать, преобразовывать, сохранять и передавать ее; 5) *коммуникативные компетенции* включают знание необходимых языков, способов взаимодействия с окружающими людьми и событиями, навыки работы в группе, владение различными социальными ролями в коллективе; 6) *социокультурные и трудовые компетенции* означают владение знаниями и опытом в сфере гражданско-общественной деятельности, в социально-трудовой сфере, в сфере семейных отношений и обязанностей, в вопросах экономики и права, в области профессионального самоопределения; 7) *компетенции личностного самосовершенствования* направлены на освоение способов физического, духовного и интеллектуального саморазвития, эмоциональной саморегуляции и самоподдержки.

Анализ структурно-содержательных компонентов приведенных выше ключевых компетенций приводит к выводу о наличии потенциальных возможностей их формирования средствами курса алгебры и начал анализа. Эти возможности многократно усиливаются в профильных классах естественнонаучного направления и именно в тех моделях обучения, которые соотношены с логикой прикладной математики («рациональной логи-

кой»), допускающей ослабление требований дедуктивного метода, а также в связи с обучением учеников построению математических моделей в профильном курсе алгебры и начал анализа [6].

Эффективным средством реализации компетентностного подхода является использование в учебном процессе *инструментальных программных средств* – систем компьютерной математики (СКМ) – имеются в виду, прежде всего, такие среды, как *Mathematica* (Wolfram Research, Inc.), *MathCad* (MathSoft), *Maple*, *MathLAB* и др. Все типы СКМ имеют единое функциональное назначение: автоматизация процесса решения задач и получение конечного результата в числовой, формульной и графической формах. Все СКМ имеют достаточные для процесса обучения технические возможности: оснащены большим числом встроенных функций, средствами символьных преобразований, визуализации данных с помощью 2D- и 3D-графиков и анимации. Одной из СКМ, которую можно с успехом использовать на этапе школьного образования (а в дальнейшем в вузе и впоследствии в профессиональной деятельности), является система *MathCAD*, отличающаяся от других СКМ простотой, отсутствием повышенных требований к квалификации пользователя как к программисту и возможностью использования для преобразования данных различных форматов. В системе *MathCAD* может быть решено подавляющее число примеров и задач школьного курса алгебры и начал анализа за счет достаточно мощного арсенала операторов символьного преобразования математических выражений, позволяющего решать системы алгебраических и дифференциальных уравнений, неравенств, проводить вычисления первообразных и определенных интегралов, решать задачи линейной алгебры (определители, операции над матрицами, решение систем линейных уравнений), осуществлять циклические и рекуррентные процедуры и т.д.

Применение СКМ обеспечивает требуемое качество образовательного процесса в части достижения баланса таких категорий, как *знание* и *умение* (роль последней категории в современных условиях и будущем резко повышается в связи с требованиями рынка труда), т.е.

структурных компонентов компетенций. В современных моделях обучения, слабо ориентированных на применение информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в лучшем случае гарантируется достаточный уровень знаний, при этом уровень умений, а следовательно, и компетенций, достигнут не будет. Особенно это важно для выпускников школ, планирующих дальнейшее обучение в образовательных учреждениях ВПО соответствующих профилей.

В рассматриваемой нами двухъядерной модели курса алгебры и начал анализа (R_k -модель) [7] в рамках модели обучения алгебре и началам анализа для профилей естественнонаучного направления в логике прикладной математики (R -модель) применение СКМ предусматривается как при изучении общетеоретического учебного материала, так и при

изучении общепрофильного учебного материала.

При изучении учебного материала *первого ядра* – общеобразовательного блока – СКМ используется преимущественно на этапе закрепления и применения изучаемых понятий, что позволяет подготовить школьника к исследованию математических моделей различных типов и к изучению профильной части курса.

Привлечение СКМ может также осуществляться как в целях получения решения конкретных задач и обоснований ряда утверждений, так и в работе по первичному формированию у ученика понятийного аппарата профильного курса алгебры и начал анализа. Увеличение степени абстрактности понятийной системы происходит в ходе онтогенетического развития субъектного (ментального) опыта ученика.

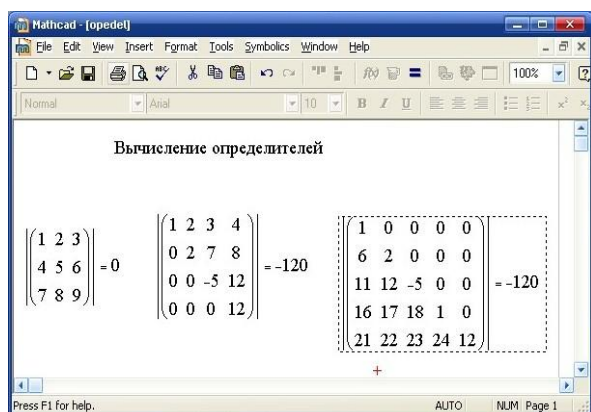
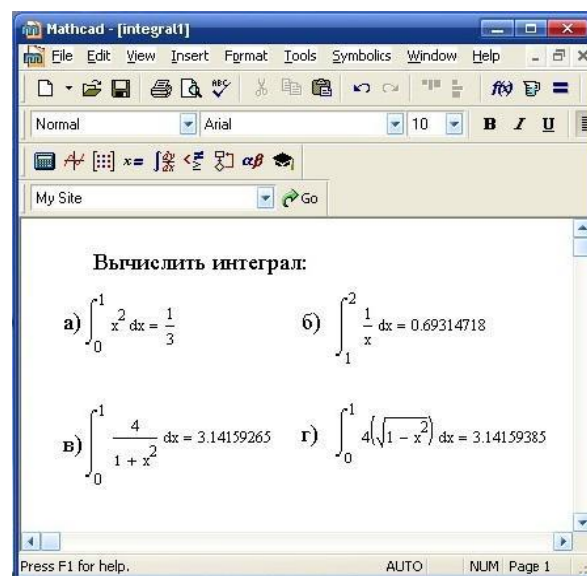


Рис. 1. Применение СКМ для изучения общетеоретического материала

Пример применения СКМ для изучения общетеоретического материала (вычисление определителей и интегралов) приведен на рисунке 1.

Наиболее эффективным является применение СКМ в рамках *второго ядра* R_k -модели, – общепрофильного блока, в частности, при изучении *метода математического моделирования*.

Математическому моделированию как одному из ведущих методов познания окружающей действительности в R -модели отводится одно из центральных мест [8]. Можно показать, что процесс построения, исследования и интерпретации математи-



ческих моделей реализует компетентностный подход. В этом смысле введение в содержание курса алгебры и начал анализа элементов математического моделирования как отдельного раздела содержания обучения как в базовой, так и профильной школах полностью соответствует целям общего образования в контексте стратегии модернизации содержания российского образования вообще и математического в частности. Процесс построения математических моделей, их изучения и интерпретации ведут к развитию у учащихся всех мыслительных операций, что, несомненно, содействует их личностному росту и

развитию различных компетенций. Умение осуществлять математическое моделирование в современных условиях развития общества можно отнести к общеучеб-

ным умениям, которые по результатам исследований Т.В. Шамардиной, составляют ядро учебно-познавательной компетентности [9].

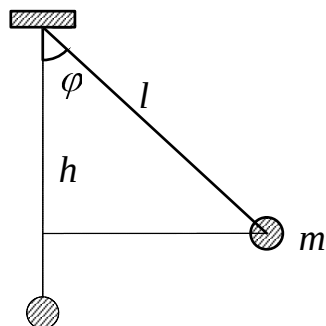


Рис. 2. Чертеж колебательной системы

В качестве примера применения СКМ при изучении общепрофильного блока рассмотрим составление математической модели колебаний математического и пружинного маятников (задача, которая решается учениками в курсе физики 9–11 с помощью II закона Ньютона). Для составления математической модели предлагаем ученикам воспользоваться уравнением Лагранжа второго рода (примечательно то, что для получения уравнений движения используется только одна операция – операция дифференцирования функции по разным переменным. И это несмотря на то, что изучение частных производных не предусмотрено программой – рациональная логика (формально) вместе с СКМ (технически) помогают «обойти» этот момент.

Сделав чертеж колебательной системы (Рис. 2) и выбрав в качестве координаты угол отклонения маятника от положения равновесия – φ , запишем выражение кинетической энергии

математического маятника $T = \frac{m \cdot v^2}{2}$

(при $v = \omega \cdot l$, $\omega = \dot{\varphi}$, получим

$T = \frac{m}{2} \omega \cdot l^2$) и потенциальной энергии

математического маятника

$$U = mgh = mgl(1 - \cos \varphi).$$

Функция Лагранжа $L(\varphi, \omega)$ тогда будет иметь следующий вид:

$$L(\varphi, \omega) = T - U = \frac{m}{2} \omega \cdot l^2 - mgl(1 - \cos \varphi).$$

В соответствии с уравнением Лагранжа

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \omega} \right) - \frac{\partial L}{\partial \varphi} = 0$$

составляем выражения для производных функции

$$\text{Лагранжа:} \quad \frac{\partial L}{\partial \varphi} = -mgl \sin \varphi,$$

$$\frac{\partial L}{\partial \omega} = ml^2 \omega, \quad \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \omega} \right) = ml^2 \ddot{\varphi}.$$

Окончательно уравнение движения маятника будет иметь вид:

$$\ddot{\varphi} + \frac{g}{l} \sin \varphi = 0.$$

$$\text{Вводя обозначение } \frac{g}{l} = \omega_0^2, \text{ получим } \ddot{\varphi} + \omega_0^2 \sin \varphi = 0.$$

Для малых углов получаем известное ученикам уравнение $\ddot{\varphi} + \omega_0^2 \varphi = 0$.

Уравнение колебаний математического маятника

$$L := (\omega \cdot l)^2 \cdot \frac{m}{2} - g \cdot l \cdot (1 - \cos(\phi))$$

$$\frac{d}{d\omega} \left[(\omega \cdot l)^2 \cdot \frac{m}{2} \right] \rightarrow \omega \cdot l^2 \cdot m$$

$$\frac{d}{d\phi} [-m \cdot g \cdot l \cdot (1 - \cos(\phi))] \rightarrow (-m) \cdot g \cdot l \cdot \sin(\phi)$$

$$\frac{d}{dt} (\omega \cdot l^2 \cdot m) + m \cdot g \cdot l \cdot \sin(\phi) = 0$$

Рис. 3. Решение задачи

В СКМ решение задачи имеет вид, приведенный на рис. 3.

Для пружинного маятника с жесткостью пружины k и телом массой m и при обобщенной координате x (смещение от положения равновесия при горизонтальном движении) кинетическая и потенциальная энергии соответственно имеют вид

$$T = \frac{m}{2} v^2 \text{ и } U = \frac{k}{2} x^2, \text{ тогда функция Лагранжа для этой системы}$$

$$L = T - U = \frac{m}{2} v^2 - \frac{k}{2} x^2. \text{ Вычисляя требуемые производные, получаем искомое}$$

уравнение $\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$, т.е. получение уравнения движения в этом случае оказывается наиболее «эффективным». Аналогично получают уравнения движения тела

по наклонной плоскости и, как частный случай, уравнение свободного падения.

В рамках *R-модели* возможно формирование учебно-познавательных компетенций и при изучении, например, узко-профильного модуля «Элементы операционного исчисления»: система *Mathcad* позволяет находить прямое и обратное преобразование Лапласа, что дает возможность ученику развивать исследовательские умения [10].

Как видно, при обучении алгебре и началам анализа в профилях ЕНН формирование ценностно-смысловых компетенций и, прежде всего, учебно-познавательных и информационных компетенций, а также компетенций личностного самосовершенствования необходимо должно осуществляться с применением СКМ.

Литература

1. Федеральный компонент государственного стандарта общего образования. Часть II. Среднее (полное) общее образование / Министерство образования Российской Федерации. М., 2004. 266 с.
2. Иванов И.А. Некоторые теоретические аспекты проблемы профильного обучения // Проблемы теории и практики обучения математике: Сборник научных работ, представленных на международную научную конференцию «59 Герценовские чтения». СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2006. С. 191–192.
3. Зимняя И.А. Компетентный подход. Каково его место в системе современных подходов к проблемам образования? (теоретико-методологический аспект) /

И.А. Зимняя // Высш. образование сегодня: реформы, нововведения, опыт: журнал. 2006. № 8. С. 20–26.

4. Лебедев О.Е. Компетентностный подход в образовании // Школьные технологии. 2004. № 5. С. 5–12.

5. Компетенции в образовании: опыт проектирования / Сб. науч. тр. // Под ред. А.В. Хуторского. М.: Научно-внедренческое предприятие «ИНЭК», 2007. 327 с.

6. Иванов И.А. Использование рациональной логики при решении задач в курсе математики в профильной средней школе // Наука и высшая школа – профильному обучению (материалы Всероссийской научно-практической конференции 17–18 октября 2006 года): В 2 ч. Часть 2. СПб., 2007. С. 264–271.

7. Иванов И.А. Модель курса алгебры и начал анализа для классов естественнонаучного направления // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. 2010. № 136.

8. Иванов И.А. Концепция построения курса алгебры и начал анализа в классах естественнонаучного профиля в личностно ориентированном обучении // Известия Волгоградского государственного педагогического университета: научный журнал. № 6 (24). 2007. Серия Естественные и физико-математические науки. С. 64–68.

9. Шамардина Т.В. Формирование учебно-познавательной компетентности старшеклассника в образовательном процессе гимназии: Дис... канд. пед. наук: 13.00.01: Оренбург, 2003. 256 с.

10. Иванов И.А., Коноплева Л.П. Элементы операционного исчисления в курсе математики средней школы для классов инженерно-физического профиля / Прикладная математика (вопросы теории и методики преподавания). Сборник научных трудов. Сочи, 1996. С. 72–75.

Сведения об авторе:

Иванов Игорь Анатольевич, канд. пед. наук, доцент кафедры общей математики СГУТиКД (г. Сочи).

E-mail: ivigan@mail.ru