Методические особенности применения ИКТ при обучении математике педагогов-бакалавров

Предложена методика обучения математике будущих педагогов естественнонаучного профиля на основе непрерывного использования информационных технологий. Обоснована необходимость применения их для создания образов абстрактных математических понятий, повышения уровня запоминания схем вычислений, структурирования математической информации, осуществления математических расчетов.

Ключевые слова: обучение математике, естественнонаучное направление, информационные технологии, визуализация, мультимедиа средства, ментальные карты.

THE METHODOICAL FEATURES OF ICT APPLICATION FOR THE TEACHERS BACHELORS TRAINING IN MATHEMATICS

The technique of training in mathematics for the students of natural-science profile of pedagogical university on the basis of continuous using of new information and communication technologies is presented. The need of application not only mathematical software packages, but also the computer means for creation of abstract mathematical concepts images, increasing of storing level of calculations schemes, structuring mathematical information is proved.

Keywords: training in mathematics, natural-science profile, information technologies, visualization, multimedia tools.

1. Введение

В структуре общего школьного и большинства направлений профессионального образования математика является одной из важнейших дисциплин. Значимость математической подготовки студентов естественнонаучного профиля (ЕНП) в педвузе возрастает с каждым годом в связи с усилением профилизации школьного образования, внедрением математики практически во все сферы жизнедеятельности человека, необходимостью интеллектуального развития личности средствами математики.

Однако анализ работ, посвященных проблемам обучения математике будущих учителей, в том числе ЕНП, (М.И. Башмакова, В.Г. Болтянского, Н.Я. Виленкина, А.Г. Гейна, Г.Д. Глейзера, Т.А. Долматовой, Г.В. Дорофеева, И.А. Иванова, Е.Л. Макаровой, А.Г. Мордко-

вича, М.И. Рагулиной, Н.Х. Розова, Е.И. Смирнова и др.) показал, что многие выпускники педвуза недостаточно владеют той частью математического содержания, которая обеспечивает уверенность в решении нестандартных задач профильной области и обучении школьников поиску подходов к решению таких задач; не способны продуктивно работать в условиях освоения новых информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).

Основная причина заключается в абстрактности математических понятий, выраженных в основном символами и словами. Из-за отсутствия образа математического понятия, позволяющего его «материализовать», в сознании обучаемых знаки часто доминируют над их содержанием. В результате математический язык оказывается недоступным для понимания студентам нематематических специальностей,

в силу их психофизиологических особенностей восприятия информации и типа мышления.

В условиях глобальной информатизации математическая подготовка будущего учителя естественнознания представляется многослойной: кроме предметного обучения и освоения навыков математической деятельности, она включает в себя развитие качеств мышления, формирование навыков самостоятельного поиска и освоения новой информации, умений моделировать процессы и решать задачи с помощью информационно-коммуникационных технологий.

При этом в учебных программах и методиках обучения математике педагогов-бакалавров ЕНП продолжают доминировать факторы, порождающие формализм математических знаний обучаемых, заключающиеся в чрезмер-

Татьяна Павловна Пушкарёва,
д. пед. наук, профессор
Тел.: (904) 895-67-98
Эл. почта: a_tatianka@mail.ru
Сибирский федеральный университет

Tatyana P. Pushkaryeva,
Doctorate of Pedagogy, Professor
Tel.: (904) 895-67-98
E-mail: a_tatianka@mail.ru
Siberian Federal University

Владимир Иванович Темных,
к.т.н. зав. кафедрой
Тел.: (902) 940-56-92
Эл. почта: vtemnykh@sfu-kras.ru
Сибирский федеральный университет

Vladimir I. Temnykh,
PhD in Technical Science, Head of the
Department
Tel.: (902) 940-56-92
E-mail: vtemnykh@sfu-kras.ru
Siberian Federal University

ной интенсивности, недостаточной структурированности учебного математического материала, неразвитости функциональных и операционных механизмов восприятия и переработки математической информации, слабой востребованности средств ИКТ, недостатках методического обеспечения математической деятельности.

Применение ИКТ в обучении математике будущих учителей естественнонаучных дисциплин не только позволяет повысить скорость усвоения и глубину восприятия абстрактного математического материала, оно открывает для преподавателей математики уникальные возможности активизации процессов познания, реализации новых дидактических подходов, актуализирующих исследовательскую математическую деятельность и развивающих полезные практические навыки студента в условиях информационного общества.

Таким образом, решение обозначенных проблем видится в необходимости включения ИКТ как неотъемлемой части, компонента содержания и структуры математической деятельности будущего педагога ЕНП.

2. Теоретические основы применения ИКТ в обучении математике студентов ЕНП педагогического вуза

Особенности применения ИКТ в учебной математической деятельности бакалавров-педагогов ЕНП должны определяться особенностями обучения их математике.

Превращение мира в единое информационное пространство, постоянное увеличение и обновление информации, представленной в разнообразных формах, дают основание рассмотреть процесс обучения вообще и математике в частности, как информационный процесс, в основе которого лежат восприятие информации, ее хранение и обработка.

Поэтому организация процесса обучения математике будущих учителей естественнонаучных дисциплин требует учета их личностных

психофизиологических особенностей восприятия, запоминания и извлечения (мышления) абстрактной математической информации.

Построение и анализ информационных моделей восприятия, памяти и мышления [1], определение информационных дидактических принципов обучения педагогов-бакалавров ЕНП [2] привели к следующим выводам.

Результатом восприятия математической информации являются образы математических понятий. При формировании понятийного образа человек связывает модельный образ, т.е. реально существующий объект, со словом. Но для большинства математических абстрактных понятий в реальной жизни не существует соответствующих им модельных образов, кроме быть может, геометрических объектов. Поэтому большинство студентов ЕНП, не обладающее математическим стилем мышления, не способны создать образ, они запоминают символ, обозначающий математический объект, а не его содержание. Для повышения уровня восприятия абстрактных математических понятий необходима их визуализация, реализовать которую позволяют средства ИКТ.

Несомненно, что качество обучения напрямую зависит от степени запоминания представленной учебной информации. И.М. Сеченов в своих исследованиях показал, что главный закон запоминания заключается в его непосредственной связи с работой мышц, с различного рода движениями, которые несут в себе многостороннюю информацию о воспринимаемом объекте. Это обуславливает необходимость применения динамической визуализации учебной математической информации для запоминания схем вычислений. Применение видео роликов, созданных с помощью средств ИКТ, и электронных таблиц обеспечивают решение этой проблемы.

С позиций информационного подхода к обучению математическое мышление представляет собой процесс извлечения математической информации из памяти человека, заключающийся в последовательной

активации цепочек математических образов. Запись информации в виде ментальных карт соответствует естественной работе мозга по восприятию и передаче математической информации. Построение ментальных карт с помощью средств ИКТ позволяет объединять зрительные и чувственные ассоциации в виде взаимосвязанных идей, с первого взгляда увидеть картину целиком и установить необходимые мысленные связи, которые помогают воспринимать и запоминать учебный материал по математике.

Таким образом, в качестве одного из направлений применения средств ИКТ при обучении математике студентов педвуза ЕНП целесообразно выделить статическую и динамическую визуализацию математической информации и знаний, что неизменно приводит к активизации процессов познания.

В современных условиях обучение методу компьютерного моделирования становится жизненной потребностью. В связи с этим второе направление применения ИКТ при обучении математике будущих учителей естественнонаучных дисциплин связано с изучением математических пакетов прикладных программ. Учитывая, что математика для них – это, прежде всего, необходимый инструмент для решения профильных задач, не менее важно изучение интегрированных математико-профильных программ, позволяющих выполнять достаточно сложные математические расчеты и строить необходимые диаграммы в области профессиональной деятельности.

3. Методика обучения математике на основе средств ИКТ

В соответствии с учебной программой процесс обучения математике педагогов-бакалавров ЕНП предполагает проведение лекций, семинаров, лабораторных работ и внеаудиторную самостоятельную работу. Весь процесс обучения построен на непрерывном использовании средств ИКТ.

Лекции. При проведении лекции главную роль в обеспечении

необходимого уровня восприятия, воображения и запоминания учебного материала играет внимание.

Внимание – это направленность психики на определенные объекты или явления, соответствующие потребностям субъекта, целям и задачам его деятельности.

Из основных свойств внимания выделим его *устойчивость, концентрацию и объем*.

Устойчивость внимания – это длительность сосредоточенности сознания. Внимание можно удерживать, только постоянно раскрывая в объекте внимания новое содержание.

Концентрация внимания означает то, насколько интенсивно человек способен сосредоточиться и отвлечься от всего, что не входит в поле внимания.

Объем – это количество несвязанных объектов, которые могут восприниматься одновременно, ясно и отчетливо. Анализ литературы по психологии показал, что у взрослого объем зрительного внимания составляет 3–5 (редко 6) объектов. Объем слухового внимания обычно на единицу меньше. Объем внимания зависит от знакомства с материалом, заинтересованности.

Внимание привлекают сильные раздражители: громкие звуки, яркий свет и краски.

Большую роль играет непосредственный *интерес*. То, что ин-

тересно, занимательно, эмоционально насыщено, увлекательно, вызывает длительное интенсивное сосредоточение.

Для обеспечения отмеченных характеристик внимания и визуализации представляемого материала все лекции по линейной алгебре оформлены в виде презентаций. При создании слайдов были учтены психофизиологические особенности восприятия информации. Особого внимания в презентации заслуживает подбор цветов. Согласно рекомендациям специалистов-психологов использованы пары взаимодополняющих цветов: красный – зеленый, желтый – фиолетовый, синий – оранжевый. При этом основные понятия выделены красным цветом, их свойства – синим, а применение – зеленым.

Более того, для облегчения создания образа математических понятий на лекциях активно используются видеоролики, созданные в программе Macromedia Flash и прикрепленные в виде гиперссылок к понятиям на слайдах.

Как установлено психологами, удерживать внимание можно не более 15 минут, затем нужен перерыв. В связи с этим после показа и комментирования презентации в течение 15 минут студенты составляют ментальную карту, отражающую представленный за это время материал. Такая форма

Рис. 1. Слайд-презентация лекции по линейной алгебре

Рис. 2. Слайд из презентации-лекции №1

проведения лекции позволяет привлечь и удержать внимание, учесть особенности личностных характеристик каждого обучаемого по восприятию информации, продемонстрировать связь математических понятий друг с другом и с профильными (рис. 1).

На первой лекции предлагается обсудить нахождение решения одной из задач профильного направления с целью объяснить важность и необходимость математических методов, в том числе метода математического моделирования, при решении таких задач (рис. 2).

Затем представляется ментальная карта, отображающая поэтапно математические разделы, знание которых необходимо для решения поставленной задачи. Это обеспечивает мотивацию изучения математики и целостность восприятия математического курса.

Все последующие лекции нацелены на усвоение математического материала, необходимого для решения представленной на первой лекции задачи – выявление особенностей протекания химических реакций. Для исследования всех возможных режимов протекания реакции необходимы практически все разделы математического курса в соответствии с учебной программой:

1 этап – построение математической модели химического процесса, определение числа стационарных состояний (ст.с.). Ст.с. определяются как решения системы алгебраических уравнений, получающейся из исходной системы дифференциальных уравнений путем приравнивания к нулю ее правых частей. На этом этапе требуются знания способов решения систем алгебраических уравнений, а, следовательно, и понятий «мат-

рица» и «определитель». На этом же этапе строятся зависимости ст.с. от различных параметров модели.

2 этап – определение типа ст.с. – требует умения вычислять производные заданных функций (правых частей математической модели). Производные и их свойства используются и для построения графиков функций при проведении аналитического исследования этих функций.

3 этап – построение временных зависимостей. На данном этапе необходимы умения и владение методами решения дифференциальных уравнений и вычисления интегралов.

Для повышения уровня понимания математического материала в качестве элементов ментальной карты используются картинки и компьютерные анимации, созданные в программе Macromedia Flash [4]. Они обеспечивают визуализацию абстрактных математических понятий, что способствует формированию их образов (рис. 3).

Семинары. Цель семинарских занятий – выявить суть представленных задач, наметить пути решения, обсудить возможные методы решения, провести вручную не сложные вычисления. Основной формой проведения семинарских занятий является работа в группах, а именно индивидуально-групповая работа. Практика показывает, что вместе учиться не только легче и интереснее, но и значительно эффективнее. Причем важно, что эта эффективность касается не только академических успехов студентов, их интеллектуального развития, но и нравственного. Главная идея обучения в сотрудничестве – учиться вместе, а не просто что-то выполнять вместе.

Рис. 3. Визуализация понятия «матрица»: а) примеры из жизни; б) фрагмент видеоролика

Для проведения семинаров предлагается следующая схема. Студенты разбиваются на две-три группы по уровню знаний на основе результатов проведенного тестирования. Каждой группе предлагается список задач соответствующего уровня для решения. В связи с этим построена база проблемных задач профильного направления, решение которых требует знания определенных разделов математики. Одну часть семинара каждый решает задачи самостоятельно. Далее студенты объединяются в группы и обсуждают решения. Решивший задачу объясняет ее решение тем, кто не справился с ней. За правильное решение задачи студенту ставится один балл, за объяснение студентам своей группы – 2. В конце изучения каждой темы баллы суммируются и происходят передвижки из одной группы в другую (либо в более сильную, либо в слабую). Итоговая сумма баллов влияет на получение зачета или экзаменационной оценки по математике. Основным стимулом здесь является получение определенной суммы баллов, на основании которой студент автоматически получает зачет, либо, в зависимости от суммы, соответствующую оценку за экзамен.

Ниже приведены примеры задач, решаемых на семинарах.

Пример 1. Вычислить определитель матрицы третьего порядка:

$$A = \begin{pmatrix} 5 & -6 & -3 \\ -4 & 2 & 1 \\ 2 & -1 & -4 \end{pmatrix}.$$

Студенты в группах производят вычисления, затем представляют друг другу свой способ решения, проверяют правильность полученного ответа, обсуждают способы вычисления и выявляют наиболее эффективный. Процедуру вычисления определителей матриц четвертого и более порядка следует показать для примера и предложить выполнить эти действия с помощью электронных таблиц на лабораторных занятиях.

На рисунке 4 продемонстрированы представленные студентами способы вычисления (первый способ – вычисление по правилу диагоналей, второй – с помощью разложения по элементам первой строки, третий – использовано правило треугольников):

Проведенное обсуждение способов вычисления данного определителя выявило, что наиболее эффективным является первый, т.к. он легче запоминается и требует менее сложных вычислений.

Пример 2. Построить математическую модель реакции образования сульфата железа (III):

На первом шаге студенты вводят обозначения:

и переписывают схему реакции в новых обозначениях:

Далее анализируют, как изменяются концентрации веществ A ,

B и *C*. Вещество *A* расходуется в прямой стадии (поэтому перед константой скорости прямой стадии ставится «минус») вместе с веществом *B* (поэтому записывается произведение концентраций веществ). В обратной стадии образуется вещество *A* из молекул вещества *C* и *D* (поэтому пишется со знаком плюс произведение концентраций веществ *C* и *D*).

Для концентрации вещества C процесс изменения заключается в образовании вещества C в прямой стадии из веществ A и B (поэтому в уравнении перед константой скорости прямой стадии пишется знак плюс и произведение концентраций веществ A и B) и расходовании вещества C в обратной стадии вместе с веществом D (перед константой скорости обратной стадии пишется знак минус и произведение концентраций вещества C и D).

В результате соответствующая математическая модель будет иметь вид:

$$\frac{dc_A}{dt} = -k_1 \cdot c_A \cdot c_B + k_{-1} c_C c_D,$$

$$\frac{dc_C}{dt} = \frac{dc_D}{dt} k_1 \cdot c_A \cdot c_B - k_{-1} c_C c_D.$$

Концентрацию вещества B студенты определяют из закона сохранения масс:

$$c_B = const - c_A - c_C = 1 - c_A - c_C.$$

Пример 3. Провести параметрический анализ автоколебательной каталитической реакции [3]:

1)
$$\begin{aligned} & \left[\underbrace{\{5 \cdot 2 \cdot (-4)\}}_{-40} + \underbrace{\{(-6) \cdot 1 \cdot 2\}}_{-12} + \underbrace{\{(-3) \cdot (-4) \cdot (-1)\}}_{-12} \right] - \left[\underbrace{\{(-3) \cdot 2 \cdot 2\}}_{-12} + \underbrace{\{5 \cdot 1 \cdot (-1)\}}_{-5} + \underbrace{\{(-6) \cdot (-4) \cdot (-4)\}}_{-96} \right] \\ & = (-40 + (-12) + (-12)) - (12 + (-5) + (-96)) \\ & |A| = \begin{vmatrix} 5 & -6 & -3 \\ -4 & 2 & 1 \\ 2 & -1 & -4 \end{vmatrix} = -64 - (-113) = 49 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} |A| &= 5 \cdot \begin{vmatrix} 2 & 1 \\ -1 & -4 \end{vmatrix} - 6 \cdot \begin{vmatrix} -4 & 1 \\ 2 & -4 \end{vmatrix} + (-3) \cdot \begin{vmatrix} -4 & 2 \\ 2 & -1 \end{vmatrix} = \\ &= 5 \cdot (2 \cdot (-4) - 1(-1)) - 6((-4) \cdot (-4) - 1 \cdot 2) + (-3) \cdot \\ &\cdot ((-4) \cdot (-1) - 2 \cdot 2) = 5 \cdot (-7) - 6 \cdot 14 + (-3) \cdot 0 = \\ 2) \quad &= -35 + 84 = 49. \end{aligned}$$

$$3) \quad |A| = \begin{vmatrix} 5 & -6 & -3 \\ -4 & 2 & 1 \\ 2 & -1 & -4 \end{vmatrix} = +[5 \times 2 \times (-4)] + (-6) \times 1 \times 2 + (-3) \times (-4) \times (-4) - [5 \times (-1) \times 1] + (-4) \times (-6) \times (-4) + (-3) \times 2 \times 2 = 49$$

Рис. 4. Многовариантность решения задачи

Ирифт	Г	Выравнивание	Г	Числ	
f_x	$=R[-2]C[-3]*R[1]C[-3]-R[-1]C[-3]*RC[-3]$				
3	4	5	6	7	8

Вычисление определителя второго порядка				
a_{11}	3			
a_{12}	-2,3			
a_{21}	3,7		det(A)	-3,85
a_{22}	-4,12			

Рис. 5. Фрагмент лабораторной работы по математике

Рис. 6. Построение графика в программе Excel

$$2) X + 2Z \rightarrow 3Z,$$

$$3) 2Z \leftrightarrow 2Y.$$

Освоив ранее методы построения математических моделей, студенты без особого труда записывают модель, отвечающую данной совокупности стадий:

$$\dot{z} = k_{-1}x - k_1z + k_2xz^2 - 2k_3z^2 + 2k_{-3}y^2 = P(z, y),$$

$$\dot{y} = 2k_3z^2 - 2k_{-3}y^2 = Q(z, y),$$

где $x = 1 - y - z$, y , z – концентрации веществ X , Y , Z соответственно; $k_i > 0$ – константы скорости реакции в стадиях 1–3.

Следующий шаг – получение формул для вычисления стационарных состояний (ст.с.). Ст. с. модели определяются как решения системы двух нелинейных алгебраических уравнений $P(z, y) = Q(z, y) = 0$ [2]:

$$y = \frac{k_{-1}(1-z) - k_1z + k_2z^2(1-z)}{k_{-1} + k_2z^2} = f(z)$$

$$y = z \sqrt{k_3 / k_{-1}} = g(z),$$

Точки пересечения кривой $f(z)$ и прямой $g(z)$ и есть ст. с..

Для построения параметрических зависимостей студентам следует выделить два каких-либо параметра, например, k_1 и k_{-1} , а остальные параметры (k_2 , k_3 , k_{-3}) – считать фиксированными.

Выражения для $k_1(z)$, $k_{-1}(z)$ полученные из системы выше, имеют вид:

$$k_1 = \frac{(k_{-1} + k_2z^2)(1-z) - (k_3 / k_{-3})^{1/2} (k_{-1}z + k_2z^3)}{z},$$

$$k_{-1} = \frac{k_2z^3(k_3 / k_{-3})^{1/2} + k_1z - k_2z^2(1-z)}{1-z-z \cdot (k_3 / k_{-3})^{1/2}},$$

$$0 < z < 1.$$

Действуя аналогичным образом, можно получить зависимость ст. с. от k_3 .

Таким образом, на семинарских занятиях студенты проводят несложные вычисления и выводят формулы, которые далее используются на лабораторных занятиях для построения изоклин и параметрических зависимостей с помощью компьютерных программ.

Лабораторные работы. Лабораторные работы проводятся с использованием компьютеров и программного обеспечения в зависимости от целей занятия (электронные таблицы Excel, математические и интегрированные прикладные программы MathCAD и Step, программа для построения ментальных карт FreeMind, использование электронных учебников и энциклопедии).

Электронные таблицы, как правило, используются для повышения уровня запоминания математических формул. Студенты набирают формулы, например, для вычисления определителей матриц разных порядков. Затем, подставляя конкретные значения элементов определителя, получают его значение (рис. 5).

Не менее важным является использование электронных таблиц при построении графиков функций для проверки правильности полу-

ченного аналитически с помощью производных функции графика.

Пример 4. Построить зависимость ст.с. математической модели от параметра k_1 :

$$\dot{z} = k_{-1}x - k_1z + k_2xz^2 - 2k_3z^2 + 2k_{-3}y^2 = P(z, y)$$

$$\dot{y} = 2k_3z^2 - 2k_{-3}y^2 = Q(z, y).$$

Используя полученные на семинарах формулы зависимостей студенты строят графики с помощью электронных таблиц Excel (рис. 6).

Программа MathCAD используется в тех случаях, когда математическая модель состоит более чем из двух дифференциальных уравнений.

На рис. 7 приведены примеры решения системы уравнений в программе MathCad и построения графика функции.

Среди интегрированных математико-профильных программ нами выбрана программа STEP, разработанная в Институте математики им. С.Л. Соболева СО РАН. Используемые в программе вычислительные алгоритмы учитывают возможность проявления нелинейных эффектов, которые, как правило, присутствуют в математических моделях, описывающих «нелинейные» процессы, в том числе химические и биологические (гистерезис, сильная параметрическая чувствительность, возникновение автоколебаний и т.д.).

Применение программы STEP при обучении математике студентов естественнонаучного направления позволит строить и визуализировать параметрические и

Рис.7. Пример решения системы уравнений и построения графика в программе MathCad

временные зависимости математических моделей химических и биологических процессов.

Рассмотрим пример исследования математической модели экзотермической необратимой реакции первого порядка в реакторе идеального смешения.

Имея навыки построения математических моделей простейших реакций, студенты с пониманием строят модель этой реакции, которая представляет собой систему трех обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\frac{dx_1}{d\tau} = Da \cdot \exp(\gamma(1 - 1/x_3))(1 - x_1)(1 - x_2) - x_1,$$

$$\frac{dx_2}{d\tau} = a \cdot Da \cdot \exp(\gamma(1 - 1/x_3))(1 - x_1)(1 - x_2) - x_1,$$

$$\frac{dx_3}{d\tau} = \beta \cdot Da \cdot \exp(\gamma(1 - 1/x_3))(1 - x_1)(1 - x_2) + 1 - x_3 - s(x_3 - x_3).$$

На этом этапе изучается раздел математического курса – дифференциальные уравнения. Студенты знакомятся с основными понятиями этого раздела, методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем. К этому времени уже пройдены темы дифференциальное и интегральное исчисление, имеются навыки ис-

следования математических моделей с использованием компьютерных программ.

Уравнения для построения параметрических зависимостей выводятся аналитически из уравнений системы. Задав значения параметров модели, введя уравнения в программу, студенты получают на экране графики параметрических, временных зависимостей и фазовые портреты (рис. 8).

Для повышения уровня запоминания схем вычислений студентам рекомендуется электронная энциклопедия [3]. На рис. 9 приведены фрагменты видеоролика, визуализирующие схему вычисления определителя третьего порядка.

Рис. 8. Примеры полученных в программе STEP зависимостей:

а) зависимость $y(Da)$, б) фазовый портрет системы, в) динамика изменения концентрации вещества y

$$\det A = |A| = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} = a_{11} \begin{vmatrix} a_{22} & a_{23} \\ a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} - a_{12} \begin{vmatrix} a_{21} & a_{23} \\ a_{31} & a_{33} \end{vmatrix} + a_{13} \begin{vmatrix} a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \end{vmatrix}$$

Рис. 9. Два фрагмента видеоролика энциклопедии

Рис. 10. Фрагменты а) учебника со всплывающими подсказками; визуализированного учебника; в) электронной энциклопедии

Построение ментальных карт с помощью программы FreeMind осуществляется в основном самостоятельно вне занятий. В начале изучения курса на лабораторных занятиях создается основа ментальной карты, которая пополняется далее студентами индивидуально по своему усмотрению [5].

Для проведения промежуточного и итогового контроля знаний по математике разработан комплекс электронных тестов. Уровень обучения математике определяется исходя из суммы баллов, полученных при прохождении тестов.

При прохождении теста студент может воспользоваться подсказками трех уровней. Подсказка первого уровня содержит определение математического понятия, на втором уровне даются свойства этого понятия, третья подсказка поясняет, как используется это понятие. Студенту стоит обращать

внимание на информацию, находящуюся в подсказках, так как это поможет наиболее полно усвоить материал.

После того как студент выполнил тест, преподаватель может посмотреть не только количество баллов, которое набрал обучающийся, но и то, какими подсказками и на каких вопросах он воспользовался.

Время для решения теста каждый преподаватель устанавливает самостоятельно, независимо от программной оболочки теста. Количество испытуемых не ограничено и зависит только от оснащенности аудитории компьютерами и выходом в Интернет.

Построенные электронные тесты используются на лабораторных занятиях и при внеаудиторной самостоятельной работе по изучению математических разделов, как в качестве тренажера, так и для проведения диа-

гностики уровня математической подготовки.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов организована на основе проектно-исследовательской методики и применении средств ИКТ. Обучаемые выполняют учебно-научные исследовательские проекты (УНИПы), представление которых в виде презентаций, буклетов и веб-сайтов осуществляется на запланированном семинаре-конференции.

Для подготовки к занятиям, во время занятий и при выполнении УНИПов студенты пользуются электронным учебником и электронной энциклопедией. Причем, учитывая, что студенты ЕНП обладают различными стилями мышления (как гуманитарным, так и математическим) им предлагается на выбор один из двух электронных учебников: визуализированный учебник на основе ментальных карт и учебник со всплывающими подсказками (рис. 10).

Вывод

Особенности применения ИКТ в учебной математической деятельности будущих педагогов-бакалавров ЕНП определяются особенностями обучения их математике. В связи с этим следует выделить два аспекта. Первый связан с высоким уровнем абстрактности математической информации, что затрудняет изучение математики студентами естественнонаучного профиля, большинство из которых имеет гуманитарный склад ума. Второй за-

ключается в том, что в условиях глобальной информатизации будущий учитель естественнонаучных дисциплин должен уметь использовать в своей профессиональной деятельности различные программные продукты, в том числе математические и интегрированные программы.

Решение первой проблемы достигается за счет применения средств ИКТ для статической и динамической визуализации математической информации и знаний.

Применение математических и интегрированных (математи-

ко-профильных) компьютерных программ, создание учебно-методических ресурсов нового поколения, учитывающих особенности когнитивных способностей обучаемых, на основе средств ИКТ обеспечивает решение второй проблемы.

Важно отметить, что используемые средства ИКТ не должны превращать студентов в пассивных наблюдателей, т.е. результат их применения должен быть итогом мыслительной деятельности обучаемых.

Литература

1. *Пушкарева Т.П.* Научно-методические основы обучения математике будущих учителей естествознания с позиций информационного подхода: монография. Красноярск: РИО КГПУ, 2013. – 265 с.
2. *Пак Н.И., Пушкарева Т.П.* Принципы математической подготовки студентов с позиций информационной модели мышления // *Открытое образование*. – 2012. – № 5(94). – С. 4–11.
3. *Пушкарева, Т.П., Перегудов А.В.* Математическое моделирование химических процессов : учеб.-метод. пособие. – Красноярск, 2011. – 116 с.
4. *Пушкарева Т.П., Калинина В.В.* Визуализация математической информации // Омский межвузовский сборник научных трудов «Математика и информатика: наука и образование». – 2010. – № 9. – С. 100–104.
5. *Пушкарева, Т.П.* Применение карт знаний для систематизации математической информации // *Мир науки, культуры, образования*. – 2011. – № 2 (27). – С. 139–144.