

# О реализации дидактических принципов обучения математике студентов естественнонаучного направления педагогического вуза

*В работе описаны способы реализации дидактических принципов современной математической подготовки студентов педвузов. Построены модель интеграции школы и педвуза, вертикальная модель непрерывной математической деятельности студентов, структурная модель математической подготовки, информационно-образовательная предметная среда по математике системы «школа – педвуз».*

**Ключевые слова:** математическая подготовка в педвузе, принципы обучения студентов математике, информационно-образовательная предметная среда.

## IMPLEMENTATION OF DIDACTIC PRINCIPLES IN TEACHING MATHEMATICS TO STUDENTS OF NATURAL-SCIENCE SPECIALISM IN PEDAGOGICAL UNIVERSITIES

*The current work presents description of implementation of didactic principles in teaching Mathematics to students of natural-science specialism in pedagogical universities. The model of school and pedagogical university integration, the vertical model of continuous mathematical activity of students, the structural model of mathematical training, the information and educational subject environment on mathematics of school - pedagogical university system are constructed.*

**Keywords:** mathematical preparation in pedagogical university, the principles of training of students to mathematics, the information and educational subject environment.

### Введение

Анализ состояния математической подготовки студентов педагогического вуза показал, что она не в полной мере соответствует новым тенденциям совершенствования и развития современного математического образования, отраженным в Национальной образовательной доктрине Российской Федерации (до 2025 г.), проекте «Концепции математического образования в 12-летней школе», в Национальной образовательной инициативе «Наша новая школа» (2008 г.).

Многие выпускники педвуза недостаточно владеют той частью математического содержания, которая обеспечивает уверенность в решении нестандартных задач профильных дисциплин и обучении школьников поиску подходов к решению таких задач; не имеют должного опыта применения метода математического моделирования

в профильных областях; не способны продуктивно работать в условиях новых информационно-образовательных технологий.

Существующие методические системы обучения математике учащихся и студентов педвузов не соответствуют новым требованиям информационного общества и государственных образовательных документов. В условиях информатизации общества, последних открытий в области психологии, ИКТ, искусственного интеллекта, исследований разума особенно остро ощущается необходимость определить дидактические принципы непрерывной математической подготовки в системе «школа – педвуз» и условия их реализации.

Особенно важным этот вопрос представляется для естественнонаучного образования. Необходимо внести изменения в традиционные методические системы математи-

ческой подготовки будущих учителей естественно-научных дисциплин.

На современном информационном этапе развития общества, с нашей точки зрения, целесообразно формировать дидактические принципы обучения математике с позиций информационного подхода.

Под **информационным подходом** в обучении мы понимаем совокупность положений и принципов, определяющих информационные процессы восприятия, запоминания и обработки обучающей информации [1, 2]. Подход позволяет рассмотреть процесс обучения в целом, и обучение математике в частности, на основе информационной пространственно-временной модели мышления [3]. Предложенная модель мышления позволила уточнить основные принципы обучения студентов нематематического профиля. В условиях информатизации,



**Татьяна Павловна Пушкарёва,**  
канд. физ.-мат. наук, доцент  
Тел.: 8 (913) 197-06-86  
Эл. почта: a\_tatianka@mail.ru  
Красноярский государственный  
педагогический университет  
им. В.П. Астафьева  
www.kspu.ru

**Tatyana P. Pushkaryeva,**  
Associate professor  
Тел.: 8 (913) 197-06-86  
E-mail: a\_tatianka@mail.ru  
Krasnoyarsk state  
pedagogical university  
of V.P. Astafyev  
www.kspu.ru

информационно-образовательных предметных сред возникает возможность реализовать эти уточненные принципы. Однако в настоящее время отсутствует механизм их реализации. В данной работе предлагаются способы реализации обновленных дидактических принципов обучения математике студентов естественно-научного направления педвуза.

### 1. Дидактические принципы математической подготовки

Как было показано в [3], в современных условиях к основным дидактическим принципам обучения математике студентов естественно-научного направления педвуза следует отнести следующие принципы.

1. *Иерархическая непрерывность обучения математике в пространстве и во времени.*

Удовлетворения этого принципа можно достичь при выполнении следующих условий:

- единство системы целей и содержания математического образования – предполагает построение единой системы целей и содержания образования на всем протяжении обучения математике от начальных классов в школе до вузовского, а затем послевузовского обучения;
- единая образовательная среда – предполагает объединение информационных, материальных, технических и интеллектуальных ресурсов школы и вуза, создание единой учебной информационной предметной среды, обеспечивающей преемственность школьных и вузовских учебников по математике; связь с научными институтами; универсальность контроля и диагностики знаний школьника и студента, организацию непрерывной исследовательской деятельности обучающихся;
- концентричность отбора содержания – предполагает ступенчатое, многоуровневое построение содержания математики, начиная с понятийного, «интуитивного» уровня с последующим углублением изучения дисциплины (базовый, про-

граммный, творческий уровень и т.д.).

2. *Профильная интегрированность и прикладная направленность содержания матподготовки.*

Для удовлетворения этого принципа необходимы:

- междисциплинарность содержания – раскрывает логико-содержательные связи математики с другими дисциплинами (например, химией);
- интегрированные с математикой профильные курсы, основанные на методе математического моделирования, – обеспечат усиление внутренней и внешней мотивации к освоению математических знаний, самостоятельность, активность, реализацию личностно ориентированных дидактических принципов.

3. *Образность восприятия математической информации и знаний в пространстве и во времени.*

Удовлетворение данного принципа возможно при условии:

- использования методов динамической визуализации математической информации и знаний (концептуальные карты, анимации, электронные учебные материалы и т.п.);
- использовании новых информационных технологий.

4. *Доминантность развития интуитивного мышления.*

Для выполнения этого принципа необходимо использование метода системной динамики в содержании и средствах обучения (подбор специальных заданий, задач, имитационное и математическое моделирование).

### 2. Способы реализации обновленных дидактических принципов

Существующие модели образовательного процесса в педагогических вузах имеют «горизонтальный формат» построения учебного процесса, слабо связаны с научно-исследовательской деятельностью студентов и с будущими работодателями – школами. Мотивацией к совместной деятельности школы и вуза являются их цели и проблемы.

Нами предложена модель интеграции школы и педагогического

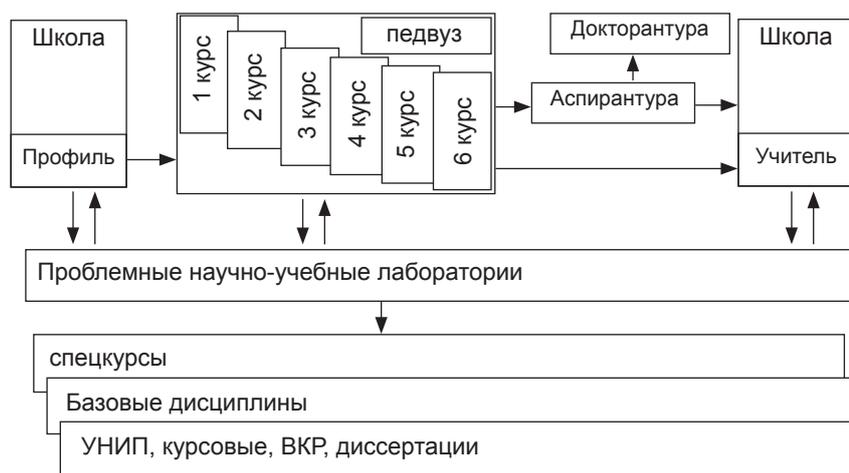


Рис. 1. Модель интеграции школы и педвуза

вуза. Основным механизмом вовлечения школьников и студентов в непрерывную учебную и научную исследовательскую деятельность являются учебные научно-исследовательские проекты.

Под учебным научно-исследовательским проектом (УНИП) мы понимаем научную, проектную или инновационную разработку, связанную с содержанием учебного модуля. В соответствии с определением Е.Г. Одноколовой и Н.И. Пака, УНИП – это «ограниченное во времени целенаправленное изменение отдельной системы с установленными требованиями к качеству результатов, возможными рамками расхода средств и ресурсов и специфической организацией»[4].

Проектно-исследовательская деятельность осуществляется по определенной схеме, начиная с выбора темы проекта и заканчивая представлением результатов исследования в виде докладов, презентаций, веб-сайтов и т.п. во время специально выделенного занятия. Темы проектов школьники и студенты выбирают из предложенного списка в зависимости от их заинтересованности в какой-то области знаний, связанной с профильной направленностью. По направленности УНИПы разделяются:

- на проекты, направленные на обновление или углубление основного материала математического курса;
- проекты, результаты которых представляют собой методические разработки для организации «вертикальных» исследований

- (задания для младших курсов и школьников, планы на курсовые и дипломные работы);
- проекты междисциплинарного характера.

Представляются УНИПы в виде презентаций, просмотр которых осуществляется на специально выделенном для этого учебном занятии.

Предложенная модель интеграции позволяет сформировать новую методологию подготовки будущих учителей на базе интеграции научной, учебно-методической и воспитательной работы педагогического вуза и реальной практики школы, а также закономерностей информационной природы познания и эволюционного процесса формирования тезауруса специалиста. Интеграция школы и педвуза обеспечивает единую систему целей и содержания математического образования школьников и студентов естественно-научного направления в системе «школа – педвуз».



Рис. 2. Вертикальная модель непрерывной математической деятельности учащихся и студентов естественно-научного направления (на примере интеграции с химией)

В соответствии с этой моделью в Красноярском государственном педагогическом университете им. В.П. Астафьева создана межвузовская научно-образовательная лаборатория «Моделирование восприятия математической информации», возглавляемая автором, в рамках которой осуществляется работа временных творческих коллективов из числа школьников, студентов, аспирантов, учителей школ и педагогов вуза. В работе лаборатории принимают участие студенты и аспиранты различных направлений (математики, информатики, психологи, химики, биологи). Темы проектов достаточно разнообразны: от особенностей восприятия математической информации до моделирования химических процессов.

Для организации непрерывного обучения математике за основу следует брать не отбор содержания на разных ступенях, а математическую деятельность, поскольку именно она может быть вертикальной и непрерывной.

В связи с этим построена модель непрерывной математической деятельности студентов естественно-научного направления педвуза с учетом государственных образовательных документов (рис. 2).

Под деятельностью обычно понимают форму активности человека, направленную на окружающий его мир. Как показал обзор литературы, на сегодняшний день в педагогической науке нет единого определения понятия математическая деятельность.

В нашем исследовании под *математической деятельностью* учащихся и студентов мы понимаем учебную деятельность, направленную на формирование математического тезауруса, математических знаний, математического мышления и математической интуиции.

В качестве основных видов математической деятельности нами выделены познавательная, проектно-исследовательская, самостоятельная деятельность.

Познавательная математическая деятельность обучаемых имеет своей целью усвоение новых зна-

ний и умений при изучении математики. Учебно-познавательная деятельность отличается от обычной учебной деятельности. Она носит поисковый характер, в ходе ее решается несколько познавательных задач, ее результат – решение проблемных ситуаций.

Говоря о проектно-исследовательской деятельности учащихся и студентов, мы имеем в виду способ достижения дидактической цели через детальную разработку реальной проблемы, которая должна завершиться определенным практическим результатом, оформленным тем или иным способом с использованием ИКТ.

Вертикальность непрерывной математической подготовки реализуется непосредственно за счет проектно-исследовательской деятельности, так как она «снизу» опирается на уже имеющиеся знания математики и других дисциплин и направлена «вверх» на дальнейшую предметную подготовку.

Самостоятельная работа студентов при изучении математики основана на активном использовании компьютерных технологий, контекстного подхода и проектно-

исследовательской деятельности и состоит из нескольких этапов [5].

Первый этап нацелен на самостоятельное изучение тех разделов математики, которые не рассматриваются на занятиях, но обязательны для изучения.

Студентам предлагается познакомиться с новым материалом с помощью удобного электронного учебника. Он включает в себя справочный материал, примеры решений задач и задачи для самостоятельного решения. Учебник не навязывает жесткой структуры и методики изучения учебного материала. К нему прилагается визуализированная электронная энциклопедия.

На втором этапе студентам, разделенным на группы, предлагается провести исследование реальных проблем, решение которых предполагает более глубокое изучение рассматриваемого раздела математики.

При организации самостоятельной работы важно использовать информационные технологии разного уровня и направленности, которые развивают такие умения, как синтез, анализ, аналогия и моделирование. На этой основе формируется активность студентов при поиске,

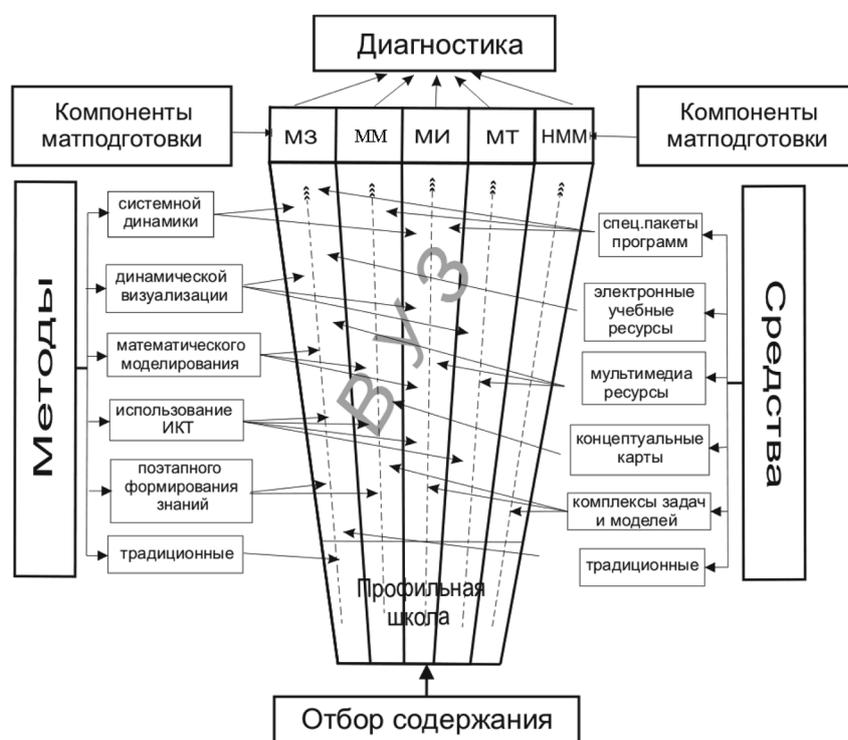


Рис. 3. Структурно-логическая модель непрерывного обучения математике: МЗ – математические знания, ММ – математическое мышление, МИ – математическая интуиция, МТ – математический тезаурус, НММ – навыки математического моделирования

отборе и структурировании информации.

Построенная вертикальная модель математической деятельности студентов естественно-научного направления педвуза послужила основой для разработки структуры непрерывной математической подготовки обучаемых выделенной категории (рис. 3).

На основе структурно-логической модели непрерывного обучения математике и результатов исследований Л.И. Гурье, В.М. Монахова, А.М. Пышкало, Г.И. Саранцева и др., посвященных проектированию методических систем, разработана структура МСНОМ студентов естественно-научного направления, содержащая следующие блоки: внешняя среда, целевой, содержательный, технологический и результативный.

**Внешняя среда** методической системы – это совокупность факторов, влияющих на ее функционирование, среди которых выделены требования современного общества, науки и государственных образовательных стандартов, субъективные составляющие (студент и преподаватель), результаты исследований в психологии, дидактике, информатике и математике.

**Целевой блок**, кроме традиционных целей обучения математике студентов естественно-научного направления педагогического вуза, содержит цели, связанные с организацией обучения в течение всей жизни, формированием выделенных компонентов математической подготовки, изучением методов математического моделирования, применением графических, математических и интегрированных (математико-профильных) пакетов программ, непрерывным использованием ИКТ.

Построенная структура интегрированного тезауруса (рис. 1б) обусловила выделение в **содержательном блоке** двух частей: инвариантной, включающей общий курс высшей математики в соответствии с ФГОС ВПО третьего поколения, и вариативной, включающей элементы математического моделирования профильных объектов и процессов.

Содержание математического курса сформировано на базе модели непрерывной математической деятельности студентов. Для отбора содержания использован сравнительно-тезаурусный подход. Это позволило выделить группы основных понятий математики, необходимых при изучении профильных дисциплин. Структура содержания имеет иерархически-концентрическую форму.

Вариативная часть содержательного блока состоит из системы интегрированных математико-профильных курсов «Математические методы в химии» на основе проектно-исследовательской деятельности. Система интегрированных курсов включает в себя: предпрофильный элективный курс «Введение в математическую химию», в котором даются общие представления об использовании математики при решении химических задач; профильный элективный курс «Введение в математическое моделирование химических процессов»; факультативный курс «Математика. Подготовка к ЕГЭ»; курс по выбору для студентов «Математическое моделирование химических процессов», которые способствуют развитию осознания ключевых понятий математики и химии, предусматривают формирование знаний и умений применять методы математического моделирования химических процессов в решении профильных задач.

Изучение метода математического моделирования происходит поэтапно и непрерывно с использованием реальных профильных задач и ИКТ.

**В технологическом компоненте**, предложенной МСНОМ, выбраны методы и соответствующие им формы и средства обучения.

Наряду с традиционными **методами обучения**, в исследовании определены метод системной динамики, методы динамической визуализации информации и знаний, математическое моделирование, метод поэтапного формирования умственных действий, проектно-исследовательский метод, непрерывное использование ИКТ.

Суть *метода системной динамики* в обучении заключается в создании в сознании человека интуитивных картин поведения объектов или систем реального мира. Применение данного метода способствует развитию чувственной памяти и математической интуиции. Основным средством метода системной динамики является визуализация.

*Технология визуализации* учебной информации – это система, включающая в себя следующие слагаемые: комплекс учебной информации, визуальные способы ее предъявления, визуально-технические средства передачи информации, набор психологических приемов использования и развития визуального мышления в процессе обучения. Для визуализации математической информации наиболее эффективными, с позиций информационного подхода, являются построение концептуальных карт и использование анимаций. Визуализация учебного материала позволяет сформировать образы абстрактных математических понятий, повысить степень запоминания на интуитивном уровне, представить целостную картину применения математических методов в профильной деятельности.

*Математическое моделирование* используется для обеспечения профильной интегрированности и прикладной направленности процесса обучения математике, снижения уровня математических абстракций. Введение метода математического моделирования способствует развитию системного стиля мышлений и математической интуиции. Основные средства данного метода – программы для компьютерного моделирования объектов и явлений.

Теория *поэтапного формирования умственных действий* П.Я. Гальперина на первое место ставит анализ усвоения действий, рассматривая знания как образования, производные от действий и их усвоения. Этот метод способствует формированию у студентов системных знаний и начальных навыков системного мышления.

В зависимости от цели занятия и формы организации в учебном

процессе непрерывно используются программы для построения концептуальных карт, специализированные математические и профильно-математические пакеты программ, электронные таблицы, электронные обучающие программы и учебники, интернет-технологии.

К особенностям используемых **форм обучения** относятся: лекции по линейной алгебре (представлены в виде концептуальных карт и оформлены в виде презентаций); на семинарах и лекциях используются видеоролики, созданные в программе Macromedia Flash и прикрепленные в виде гиперссылок к понятиям на концептуальных картах; концептуальные карты непрерывно дополняются изученным материалом; самостоятельная работа организована с использованием контекстного подхода, проектно-исследовательской деятельности и непрерывного использования ИКТ.

Традиционные **средства обучения** дополняются электронными мультимедиа-ресурсами, концептуальными картами, тренажерами и интерактивными тестами. В качестве основных средств обучения математике используются система интегрированных курсов «Математические методы в химии» в бумажном и электронном виде, электронный учебник по линейной и векторной алгебрам, электронная энциклопедия по линейной и векторной алгебре, учебное пособие по линейной и векторной алгебре, набор электронных тестов по линейной и векторной алгебре и математическому моделированию.

Результаты проведенного анализа существующих форм представления учебной информации показали, что необходимо строить электронные учебные материалы с использованием визуализации математических понятий, динамических образов для формул и вычислений, многоуровневых подсказок, концептуальных карт.

**Результативный блок** включает критерии и показатели уровня математической подготовки учащихся. Для оценки уровня математической подготовки при итоговом контроле выделены три уровня:

1) базовый – соответствует тому, что у студента сформирован математический тезаурус;

2) компетентностный – студент обладает математическими знаниями;

3) творческий – у студента сформировано математическое мышление, развита математическая интуиция, сформированы навыки математического моделирования.

Уровень обучения математике определяется исходя из суммы баллов, полученных при прохождении тестов, выявляющих уровни сформированности выделенных компонентов математической подготовки.

Для реализации МСНОМ спроектирована информационно-образовательная предметная среда математической подготовки в системе «школа – педвуз» (рис. 4).

Под **информационно-образовательной предметной средой** (ИОПС) по математике будем подразумевать совокупность педагогических, информационно-коммуникационных и материально-технических условий, необходимых для организации учебного информационного взаимодействия между обучаемым(и), преподавателями и ИКТ, а также для формирования

знаний, умений и навыков применения математических методов при решении профессиональных задач.

Так как ИОПС по математике является составной частью педагогической системы педвуза, ее цели и содержание определяются требованиями современного общества и государственными образовательными документами.

В соответствие с целями и содержанием ИОПС математической подготовки студентов естественнонаучного направления в системе «школа-педвуз» в ней выделены информационно-коммуникационный, ресурсный и технологический компоненты.

Информационно-коммуникационный компонент определяет взаимоотношения между участниками образовательного процесса. Согласно И.В. Роберт, данные взаимоотношения предполагают взаимодействия обучающихся с преподавателем, между собой и ресурсами с помощью ИКТ [6]. Такая организация взаимоотношений обеспечивает активность студентов в учебном процессе и осуществление влияния каждого из компонентов ИОПС и ИКТ на другие компоненты.

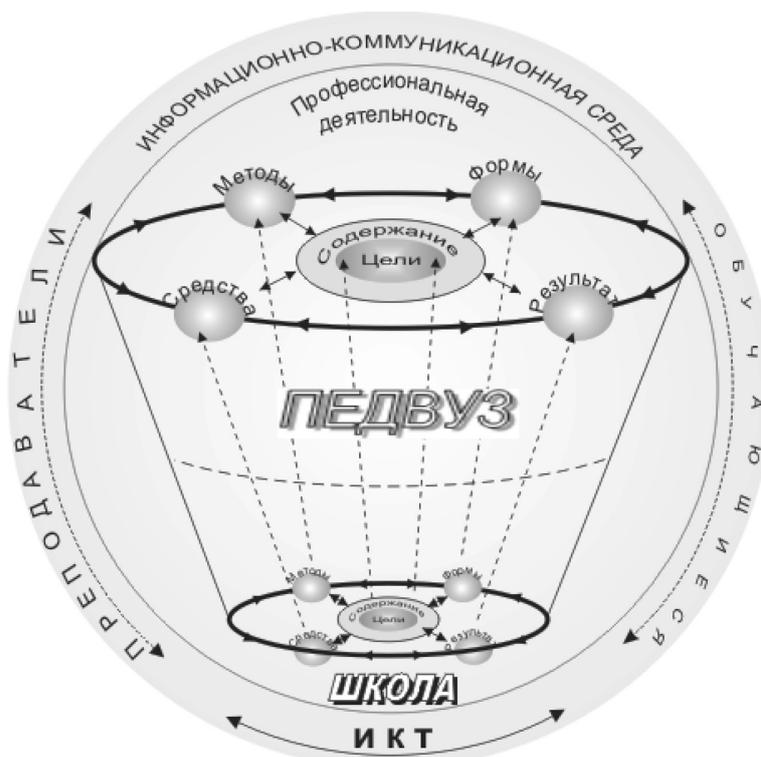


Рис. 4. Информационно-образовательная предметная среда по математике

Ресурсный компонент включает: а) систему интегрированных курсов «Математические методы в химии» в бумажном и электронном виде; б) электронный учебно-методический комплекс по линейной алгебре для студентов факультета естественных педагогических вузов, содержащий электронный учебник по линейной алгебре, основанный на трехмерном тексте и использующий уровневые подсказки; электронную энциклопедию по линейной и векторной алгебрам, состоящую из видеороликов, позволяющих визуализировать математическую информацию, включая понятия и вычисления; компьютерные тесты по линейной, векторной алгебре и математическому моделированию, основанные на тезаурусном подходе; построенные концептуальные карты по математике, химии и интегрированные карты «математика – химия», показывающие связь математики с профильными дисциплинами, в частности химией, и осуществляющие динамическую визуализацию интегрированного тезауруса.

Ресурсный компонент включает также материальное обеспечение учебного процесса.

Технологический компонент объединяет методы, средства и фор-

мы обучения математике студентов естественнонаучного направления в системе «школа – педвуз».

К основным методам обучения относятся: методы визуализации для создания образов математических понятий, метод системной динамики для повышения уровня запоминания математических вычислений, динамическая визуализация формирования интегрированного тезауруса, формы «сжатия» информации для повышения уровня запоминания и охвата целостности всего объема учебного материала, интеграция математики с химией для снижения уровня абстрактности математических понятий и формирования интегрированного тезауруса.

В качестве основных методов визуализации и сжатия информации, а также представления учебного материала как единого интегрированного контента используются концептуальные карты и Flash-анимации.

### Выводы

Создание специальной информационно-образовательной предметной среды обеспечивает возможность реализовать обновленные дидактические принципы

обучения математике студентов естественно-научного направления педагогического вуза.

А именно:

- вертикальная интеграция школы и педвуза, единая информационно-образовательная предметная среда по математике, концентричность отбора содержания обеспечивают реализацию принципа преемственности и иерархической непрерывности обучения математике в пространстве и во времени;
- междисциплинарность содержания и интегрированные математико-профильные курсы обеспечивают удовлетворение принципа профильной интегрированности и прикладной направленности;
- использование методов динамической визуализации и знаний и ИКТ приводят к удовлетворению принципа образности восприятия математической информации и знаний в пространстве и во времени;
- применение метода системной динамики в содержании и средствах обучения обеспечивают реализацию принципа доминантности развития математической интуиции.

### Литература

1. Колин К.К. Информационный подход в методологии познания [Электронный ресурс] / К.К. Колин // Философский портал. – Режим доступа: <http://www.philosophy.ru/scm/TEZ/25.doc>
2. Пак Н.И. О концепции информационного подхода в обучении // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. – Красноярск, 2011 (1). – С. 91–98.
3. Пак Н.И., Пушкарева Т.П. Принципы математической подготовки студентов с позиций информационной модели мышления // Открытое образование. – 2012. – № 5(94). – С. 4–11.
4. Одноколова Е.Г., Пак Н.И. Организация проектно-исследовательской деятельности студентов в курсе «Теоретические основы информатики» // Педагогическая информатика. – 2008. – № 6.
5. Пушкарева Т.П. Использование информационных технологий в организации внеаудиторной самостоятельной работы студентов // Вестник РУДН «Информатизация образования». – 2009. – № 3. – С. 87–95.
6. Роберт И.В. О понятийном аппарате информатизации образования // Информатика и образование. – 2003. – № 1. – С. 8–15.