

С.Г. Афанасьева, В.Н. Михелькевич

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ И ПРИЕМЫ НАГЛЯДНО-МОДЕЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ

Рассматриваются концептуальные основы использования наглядно-модельного обучения студентов технических вузов высшей математике. Показаны достоинства и сферы применения логических, реляционных, семантических, процедурных и фреймовых моделей.

В процессе математической подготовки студентов-гуманитариев, обучающихся по специальности «Связи с общественностью», была установлена целесообразность и высокая эффективность использования принципов и приемов наглядного обучения. Позитивные результаты применения наглядно-модельного обучения проявляются и в повышении уровня сформированности у студентов профессиональных математических компетенций, и в динамике роста сформированности системного и образного мышления, и в возрастании мотивации и академической активности студентов [1]. Феномен такого эффекта эмерджентности можно объяснить психолого-дидактическими возможностями используемых приемов.

При обучении высшей математике преподаватель обращается к органам чувств студентов, являющихся «окнами в мир». Слушает ли студент, читает, наблюдает ли, в работу включаются его ощущения и восприятие, затем запоминание, осмысление, творческая переработка информации. Большую часть информации студенты получают через органы чувств. Основа обучения высшей математике определяется восприятием наблюдаемых объектов. Отражение основных свойств объекта дается в восприятии. Восприятие включает в систему имеющихся знаний осознание предметов, основанное на получении новой информации. Термин «восприятие» имеет два значения: образ предмета, который возникает в процессе восприятия, и сам процесс, являющийся активным отображением действительности в чувственном образе. Чувственные образы делятся на образы восприятия и образы представления. На основе восприятия осуществляется деятельность процессов памяти, мышления, воображения. Восприятие как процесс формирования и функционирования чувственного образа сочетает различные характеристики - функциональные, операционные и мотивационные. «Восприятие представляет собой отражение предметов и явлений в совокупности их свойств и частей при непосредственном воздействии их на органы чувств». Информация рассматривается, анализируется, подвергается экспериментальной проверке, закрепляется. Действие технических аналогов органов чувств основано на моделировании операций. Распознавание входных элементов осуществляется датчиком, который преобразует математическую величину, характеризующую наблюдаемый объект реального мира, в другую величину, предназначенную для восприятия. Датчик рассматривается как согласованный фильтр. На следующем этапе распознавания образа осуществляется процедура, позволяющая разбивать множество объектов на классы:

$$X = \bigcup_{i=1}^{\infty} X_i, \quad X_i \cap X_j = 0 (i \neq j).$$

Для характеристики элементов множества могут быть использованы различные способы: количественный, вероятностный, двоичный. Процедура классификации заключается в том, чтобы приписать предъявляемый объект тому или иному классу. Заключительный этап - идентификация объекта.

Восприятие строится на ощущении и рассматривается как процесс непосредственного информационного взаимодействия человека с объектом (средой), в результате которого происходит целостное отображение объекта (среды). Объективной основой образа и детерминантом перцептивных и исполнительных действий служит объект, поэтому свойства объекта нужно всесторонне изучить. Важнейшим из них является целостность. Применительно к специфике математических объектов существенной являются проблема формирования целостного образа. Г. Гельмгольц, изучая процессы пространственного зрительного восприятия, особенно выделял роль движения. Движение субъекта вызывает постоянные изменения чувственных впечатлений, получаемых от объектов. Повторяющийся опыт обнаруживает устойчивость связей, их признаков [2].

Оперирование математическими объектами представляет собой знаково-символическую деятельность, содержание которой составляет использование и преобразование системы знаково-символических средств [3]. Трудности и проблемы при изучении высшей математики возникают от неумения декодировать информацию, представленную знаково-символическими средствами, идентифи-

цировать изображение с реальностью, наличествующей в нем, выделять в моделях закономерности, зафиксированные в них, оперировать моделями, знаково-символическими средствами. Для студентов -будущих специалистов по связям с общественностью многие трудности по усвоению математических объектов связаны с символикой, пониманием схем, видением за символами реальных объектов. Деятельность по усвоению математических знаний предполагает оперирование знаково-символическими средствами разных модальностей: визуальными (схемы, графики, формулы, карты, чертежи, модели); слуховыми (аудиоинформация, речь, музыка, язык математики).

Знаково-символические средства различаются по способам кодирования, сложности и четкости алфавита и синтаксиса. Математические знаково-символические средства входят в класс языковых и неязыковых. К первому классу относятся естественные языки, азбука Морзе, Брайля, дактиль, буквенно-цифровая символика, используемая в научном познании и учебной деятельности. В класс неязыковых, не имеющих прямой связи с естественным языком, входят пространственные и конические трехмерные, двумерные (макеты, рисунки) пространственные, произвольные двумерные (схемы, диаграммы, карты) подклассы, которые используются для выделения существенного в научном познании.

П.Я. Гальперин и Н.Г. Салмина в теории поэтапного формирования умственных действий делают вывод, что операциональное развитие влияет на символическое, но не определяет его. Работа студентов с использованием формально-логического аппарата не ведет к повышению уровня обобщения, а определяет адекватность деятельности формируемых знаний. Обобщенность, гибкость оперирования знаниями зависят от тезауруса предметных знаний, от структуры и способов их формирования.

Оперирование знаково-символическими средствами определяется моделированием. Моделирование рассматривается как метод познания, предназначенный для изучения искусственной системы, и понимается как деятельность с многокомпонентной структурой. Деятельность рассматривается как категория, имеющая методическое значение. В энциклопедическом словаре деятельность определяется как «специфически человеческая форма активного отношения к окружающему миру, содержание которого составляет его целесообразное изменение и преобразование». Оперирование знаково-символическими средствами имеет особую структуру и способы функционирования.

Салминой Н.Г. предложена следующая классификация видов знаково-символической деятельности:

- моделирование, заключающееся в получении объективно новой информации за счет оперирования знаково-символическими средствами, в которых представлены структурные, функциональные, генетические связи;
- кодирование, заключающееся в деятельности по передаче и принятию сообщения, использование любых способов работы;
- схематизация, целью которой является ориентирование реальности, структурирование, выделение связей, поэтапного построения символического и реального планов;
- замещение, целью которого является функциональное воспроизведение реальности, использование любых способов работы [4].

Кодирование предполагает умение воспроизведения содержания в знаково-символической форме. Пример кодирования в высшей математике - логическая запись определения или теоремы.

Моделирование определяется как практическое или теоретическое исследование объекта, когда изучается вспомогательная или естественная система, находящаяся в определенном отношении и дающая информацию о самом моделирующем объекте. Объектом моделирования является модель. В исследованиях Н.Г. Салминой рассматриваются понятия схемы и модели в учебной деятельности. Если модель не предполагает исследовательской функции, применяется для иллюстрации положений, выступает средством усвоения готового материала, то это схема, а вид знаково-символической деятельности -схематизация. Представление знаний связано со знаково-символической деятельностью и характеризуются структурированностью, связностью и активностью представления. Виды знаково-символической деятельности порождают разные типы моделей и варианты решений проблем искусственного интеллекта. Существуют логические, реляционные, семантические, продукционные и фреймовые модели.

Логические модели представляют математические знания посредством исчисления предикатов и иерархических деревьев. Достоинства знаково-символических средств, использующих буквенно-цифровую символику, определены фиксированностью алфавита и процедурами логического вывода. Дерево - это плоский, связный, ациклический граф. Граф, не содержащий циклов, называется лесом, компонентами леса являются деревья. В вершинах графа располагаются учебные элементы (понятия, теоремы, алгоритмы, математические методы, спирали, ребра). Это позволяет построить логическую структуру понятий и теорем учебного предмета. Глубина и ширина поиска, процедуры оптимального пути учитываются при построении деревьев.

Реляционные модели представляются разнообразными таблицами. В высшей математике таблицы являются средством представления знаний, например матрицы в линейной алгебре, таблицы производных и интегралов в математическом анализе, электронные таблицы в информатике. Таблицы легко воспринимаются, структура их доступна, данные компактно группируются.

Семантическая модель представляет ориентированный граф, в котором вершины соответствуют определенным объектам или понятиям, а дуги отражают отношения между вершинами. Семантическая модель допускает циклы, разнотипность отношений между вершинами, разнообразие видов информации о математических объектах в вершинах. Это могут быть блок-схема изучения темы, доказательства теоремы, структурная модель изучения понятий (рис 1). Требования к построению семантических моделей корректируют с основными закономерностям восприятия знаково-символических объектов.

Продукционная модель фиксирует процедуру математических действий при решении определенных задач. Например, процедуру исследования функций и построение их графиков удобно выполнять по следующей схеме.

Найти область определения функции.

Выявить особые свойства функции: четность, нечетность, периодичность.

Исследовать функцию на непрерывность, выявить точки разрыва. Сделать вывод о существовании вертикальных асимптот.

Найти горизонтальные асимптоты (если они существуют).

Найти наклонные асимптоты (если они существуют).

Исследовать функцию на монотонность и экстремум.

Исследовать функцию на вогнутость, выпуклость и точки перегиба.

Найти точки пересечения с осями координат и, если нужно, некоторые дополнительные точки, уточняющие график.

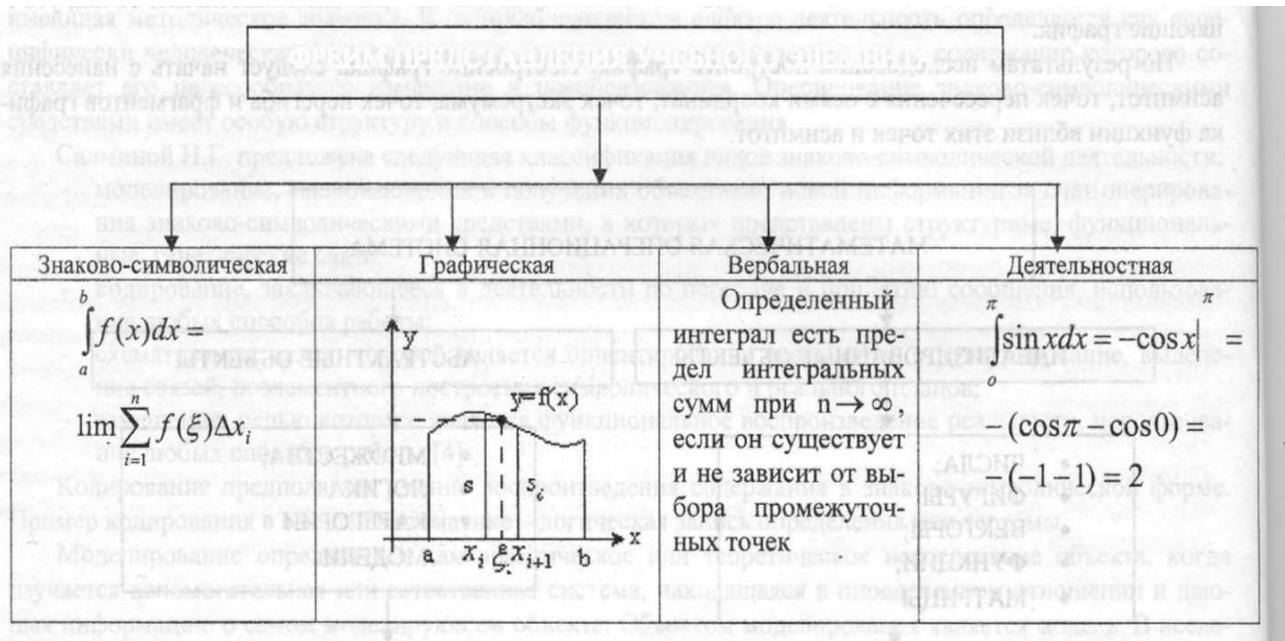
По результатам исследования построить график. Построение графика следует начать с нанесения асимптот, точек пересечения с осями координат, точек экстремума, точек перегиба и фрагментов графика функции вблизи этих точек и асимптот.



Рис. 1. Семантическая модель математической операционной системы

Фреймовые модели сменяют представления знаний в виде сетей по мере того, как математические и дидактические объекты усложняются. Основатель теории фреймов М. Минский дает следующее определение: «Фрейм (рамка) - это единица представления знаний, запомненная в прошлом, детали которой при необходимости могут быть изменены согласно текущей ситуации» [5]. В тех случаях, когда рассматривается содержимое вершины сети, целесообразен переход к фреймовому представлению, содержащему ячейки (слоты) и имена ячеек. Фрейм может иметь многоуровневую структуру. Наличие имен фреймов и имен слотов обеспечивает возможность внутренней интерпретации знаний, хранимых во фреймах, активизации фрейма за счет процедурных слотов. Фреймовые модели удовлетворяют требованиям к интерпретируемости, структурированности, связности и активности (рис. 2). Математика оперирует объектами, абстрагированными от действительного мира, обобщающими разнообразные реальные и идеальные ситуации, например, интеграл как обобщение и абстрагирование понятий длины, площади, объема и непрерывной функции, производная как обобщение и абстрагирование понятий касательной, скорости, плотности и переменной площади, заключенной под непрерывной кривой. Эти идеальные объекты являются основой для формирования других абстракций: свертка функций, обобщенная производная-распределение, числовые характеристики, математическое ожидание, дисперсия. Опору для внутренних действий студентов в процессе обучения математики следует искать в использовании остаточных фреймов, предыдущих знаний в памяти студентов

Повышение эффективности применения наглядности в обучении высшей математике достигается путем использования активных методов формирования и организации познавательной деятельности. Необходимо предварительно подготовить студентов к восприятию объекта, затем предъявить объект изучения, организовать деятельность при работе с объектом, адекватную знаково-символическим средствам представления



математических знаний.

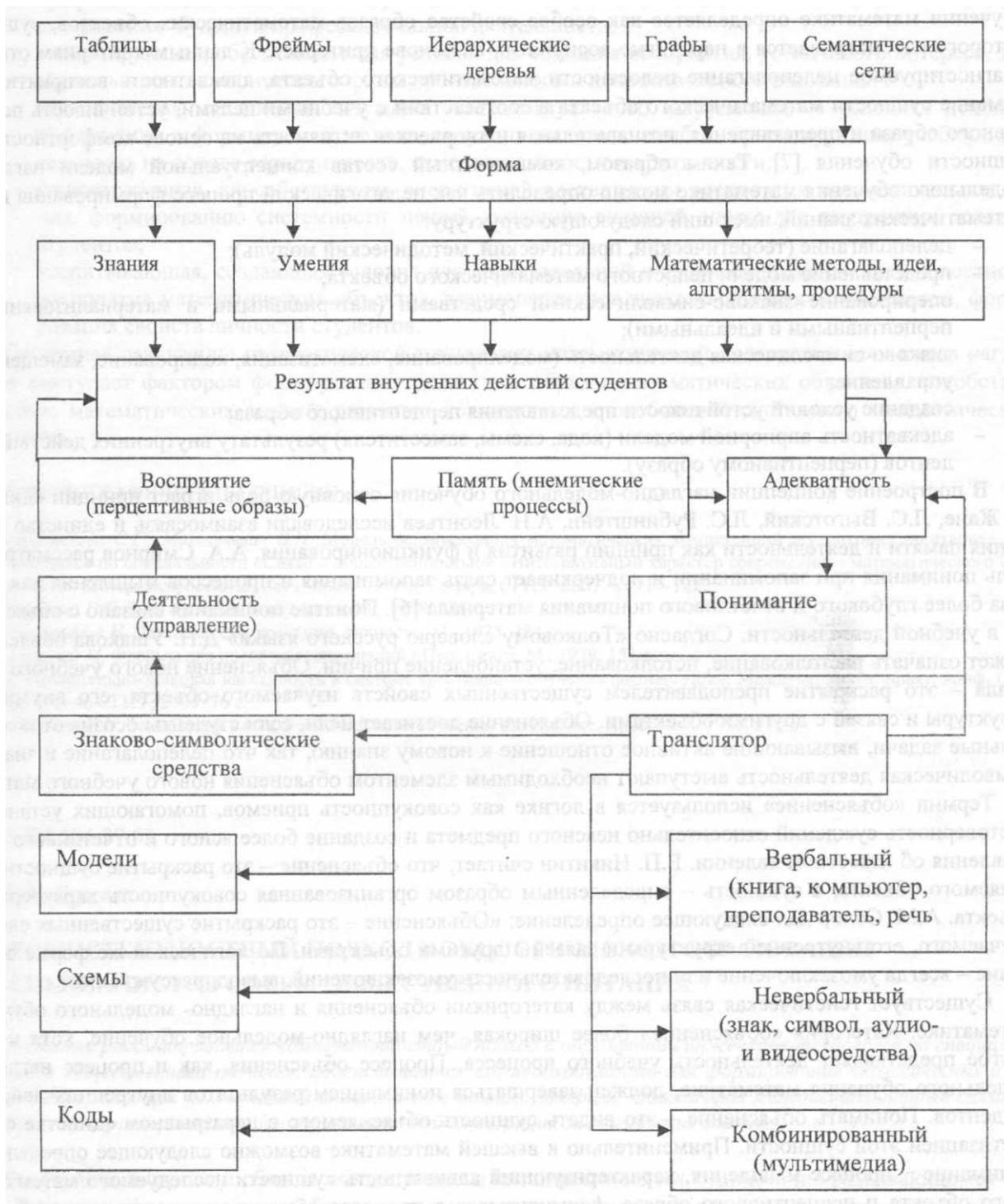
Р и с. 2. Фрейм представления учебного элемента «Определенный интеграл»

Постановка дидактической задачи (схемы) является необходимым моментом организации процесса и компонентом концептуальной модели наглядно-модельного обучения математике. Реализация дидактической схемы осуществляется в процессе обучения, в процессе непосредственной взаимосвязи студент -»деятельность —» студент, причем деятельность понимается как система, имеющая свое строение, переходы и превращения, свое развитие.

Существует генетическая связь между категориями объяснения и наглядно-модельного обучения математике. Категория «объяснение» более широкая, чем «наглядно-модельное обучение», хотя и то и другое представляет деятельность учебного процесса. Процесс объяснения, как и процесс наглядно - модельного обучения математике, должен завершаться понимание результатов внутренних действий студентов априорной модели. «Понимать объяснение - это видеть сущность объясняемого в неразрывном единстве с конкретизацией этой сущности». Применительно к высшей математике возможно следующее определение: понимание - процесс мышления, характеризующий адекватность сущности ис-

следуемого математического объекта и перцептивного образа, формируемого в процессе обучения посредством устойчивых знаний и актуализированной познавательной деятельности.

Следующий компонент концептуальной модели наглядно-модельного обучения - это знаково-символическая деятельность, построение модели и ее усвоение (рис. 3).



Р и с. 3. Концептуальная модель наглядно-модельного обучения высшей математике

Наглядно-модельное обучение - это процесс создания хорошо усваиваемых моделей, схем, кодов, замещений с опорой на механизмы восприятия. Моделирование является одним из составных компонентов наглядно-модельного обучения. В процессе обучения проектируется модель существенных признаков объекта изучения, адекватных поставленной цели. Наглядно-модельное обучение включает построение модели формирования адекватного результата внутренних действий в процессе учебной деятельности.

Предпочтение отдается наглядной модели как опоре на устойчивые ассоциации, простые

геометрические формы, законы восприятия и механизмы памяти, поскольку модель должна отражать суть понятия, формы или метода исследования.

Наглядность математического объекта определяется факторами восприятия, представления, мнемическими процессами на основе диагностируемоеTM. Наглядность - это не только особое свойство образов, но и свойство математического объекта определенного дидактического процесса. Наглядность в обучении математике определяется как особое свойство образов математических объектов, сущность которого рассматривается в парадигме восприятия на основе критериев. К данным критериям относят: диагностируемое целеполагание целостности математического объекта, адекватность восприятия, понимание сущности математического объекта в соответствии с учебными целями, устойчивость перцептивного образа и представления, познавательная и творческая активность на основе комфортности, успешности обучения [7]. Таким образом, компонентный состав концептуальной модели наглядно-модельного обучения математике можно определить как педагогический процесс формирования новых математических знаний, имеющий следующую структуру:

- целеполагание (теоретический, практический, методический модуль);
- представление модели целостного математического объекта;
- оперирование знаково-символическими средствами (материальными и материализованными, перцептивными и идеальными);
- знаково-символическая деятельность (моделирование, схематизация, кодирование, замещение) и управление;
- создание условий устойчивости представления перцептивного образа;
- адекватность априорной модели (кода, схемы, заместителя) результату внутренних действий студентов (перцептивному образу).

В построение концепции наглядно-модельного обучения основную роль играет принцип единства. П. Жане, Л.С. Выготский, Л.С. Рубинштейн, А.Н. Леонтьев исследовали взаимосвязь и единство понимания памяти и деятельности как принцип развития и функционирования. А.А. Смирнов рассматривает роль понимания при запоминании и подчеркивает связь запоминания и процессов мышления как средства более глубокого и отчетливого понимания материала [6]. Понятие понимания связано с объяснением в учебной деятельности. Согласно «Толковому словарю русского языка» Д.Н. Ушакова объяснение может означать растолкование, истолкование, установление причин. Объяснение нового учебного материала - это раскрытие преподавателем существенных свойств изучаемого объекта, его внутренней структуры и связей с другими объектами. Объяснение достигает цели, если студенты осознают познавательные задачи, вызывающие активное отношение к новому знанию, так что целеполагание и знаково-символическая деятельность выступают необходимым элементом объяснения нового учебного материала. Термин «объяснение» используется в логике как совокупность приемов, помогающих установить достоверность суждений относительно неясного предмета и создание более ясного и отчетливого представления об известном явлении. Е.П. Никитин считает, что объяснение - это раскрытие сущности объясняемого объекта, а сущность - определенным образом организованная совокупность характеристик объекта. А.М. Сохор дал следующее определение: «Объяснение - это раскрытие существенных свойств изучаемого, его внутренней структуры и связей с другими объектами. По логической же форме объяснение - всегда умозаключение или последовательность умозаключений, вывод, рассуждение».

Существует генетическая связь между категориями объяснения и наглядно- модельного обучения математике. Категория «объяснение» более широкая, чем наглядно-модельное обучение, хотя и то и другое представляет деятельность учебного процесса. Процесс объяснения, как и процесс наглядно-модельного обучения математике, должен завершаться пониманием результатов внутренних действий студентов. Понимать объяснение - это видеть сущность объясняемого в неразрывном единстве с конкретизацией этой сущности. Применительно к высшей математике возможно следующее определение: понимание - процесс мышления, характеризующий адекватность сущности исследуемого математического объекта и перцептивного образа, формируемого в процессе обучения посредством устойчивых знаний и актуализированной познавательной деятельности. Проектирование наглядного образа является основой процесса наглядно-модельного обучения, представления и воображения средствами знаково-символической деятельности. В процессе обучения математике посредством наглядности математических объектов реализуются следующие функции:

- перцептивно-мнемическая, способствующая лучшему восприятию и запоминанию, опирающаяся на закономерности восприятия, мышления и памяти;
- семантическая, служащая расширению знаково-символического опыта оперирования математическими объектами;

- дидактическая, отвечающая цели создания условий для когнитивной визуализации нового знания, проникновения в сущность понятий и теорем, квазиисследовательской деятельности студентов;
- развивающая, способствующая развитию зрительной памяти, пространственного мышления, операций мышления, способностей анализа, синтеза, конкретизации, обобщения;
- профессионально-педагогическая, являющаяся оптимальным дидактическим средством для проектирования будущей профессиональной деятельности;
- стимулирующая, обеспечивающая условия для создания восприятия, устойчивого интереса, эмоционального и исторического фона, произвольного и непроизвольного внимания;
- эвристическая, создающая ситуацию «интеллектуального затруднения» в условиях неполной информации о формируемой модели, ситуации на поиск ошибок, ориентирующая учебную деятельность на основе вариативности, самостоятельности и критичности;
- иллюстративная, способствующая оперативной адекватности восприятия математического знания, формированию системности знаний, созданию внешней опоры для внутренних действий студентов;
- воспитывающая, создающая условия для познавательной и творческой активности, целостности восприятия математических объектов, взаимопереходов знаково-символических систем, формирования свойств личности студентов.

Системная реализация педагогической технологии математической подготовки всех видов наглядности выступает фактором формирования целостных образов математических объектов, способствует усвоению математических знаний, развитию когнитивных способностей системного математического мышления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Афанасьева С.Г., Мишелькевич В.Н.* Модель формирования математических компетенций студентов-гуманитариев, обучающихся по специальности «Связи с общественностью» / Интегративный характер современного математического образования: Матер. Всероссийск. науч.-практ. конф. Самара, СПТУ. 2007. С. 116-122.
2. *Салмина КС.* Знак и символ в обучении. М., 1988. 288 с.
3. *Леонтьев А.Н.* Деятельность, сознание, личность. М., 1975. 384 с.
4. *Минский М.* Фреймы для представления знаний / Пер. с англ. М., 1979. 151 с.
5. Содержательно-знаковая наглядность в системе креативного обучения физике: Докл. Междунар. науч.-практ. конф. Самара: Изд-во СГПУ, 2003. 76 с.
6. *Смирнов Е.И.* Технология наглядно-модельного обучения математике. Ярославль, 1998. 335 с.

УДК 504:37.03

Е.Г. Гуреева

КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ СПЕЦИАЛИСТОВ СФЕРЫ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

В статье рассматривается компетентностный подход в образовании инженеров-технологов по специальностям общественного питания, обосновывается его необходимость для формирования экологических и здоровьесберегающих компетенций специалистов данного профиля. Обозначены междисциплинарные связи, содействующие вертикальной и горизонтальной интеграции экологических знаний.

Ресторанный бизнес и область общественного питания относятся к динамично развивающимся сферам. В связи с этим высока потребность в специалистах инженерного профиля по направлению «Технологии продовольственных продуктов специального назначения и общественного питания». Под влиянием научно-технического прогресса и конъюнктуры рынка требования к профессиональным качествам специалистов сферы ресторанного бизнеса постоянно меняются, растет и количество специалистов в этой области. За период с 1941-1960 гг. численность специалистов с высшим образованием, занятых на предприятиях торговли, общественного питания, заготовок и материально-технического снабжения, увеличилась в 38,8 раза. Для сравнения: в других отраслях народного хозяйства максимальное увеличение численности специалистов не превышает 9,9 раза. В 1990 г. по специальности «Технология продуктов общественного питания» было выпущено 7,5 тыс., а в 2003 г. - уже 16 тыс. специалистов.