

Комбинированное применение **мультипроектора** и **двух проективных экранов** или **мультипроектора** и **документ-камеры** дает возможность преподавателю показать связь материала текущей лекции с материалом предыдущей лекции, показать межпредметные связи. Например, если во время доказательства материала необходимо воспользоваться приемом, изложенным на предыдущих занятиях, то для этого не требуется останавливаться – достаточно вывести на соседний экран необходимую формулу.

Конечно, видоизменение классической лекции – достаточно сложная работа. Подготовка материала для использования в «мультимедийной аудитории» требует большого труда: необходимо наработать базу методических материалов (графиков, блок-схем, таблиц и т.д.), которой мог бы пользоваться любой преподаватель – это позволит снизить затраты времени на качественную подготовку лекции. Вместе с тем необходимо учитывать, что лекция носит авторский характер и представляет собой личный научно-педагогический труд преподавателя, – это требует составления методических материалов таким образом, чтобы преподаватель по ходу занятия мог вносить свои коррективы, добавления.

Нельзя не отметить, что наибольшую ценность представляют собой те технологии, которые не только позволяют добиться высоких результатов, но и соответствуют здоровьесберегающим принципам. Такие технологии характеризуются грамотно выстроенным сочетанием традиционных лекций и лекций с применением технических средств. Поиски оптимального соотношения часов, отведенных на традиционные лекции и лекции, проводимые в «мультимедийной аудитории», требуют дополнительного анализа с постановкой эксперимента.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Виленский М.Я., Образцов П.И., Уман А.И.* Технологии профессионально-ориентированного обучения в высшей школе. М.: Педагогическое общество России, 2005. 190 с.
2. *Пионова Р.С.* Педагогика высшей школы. Минск: Вышэйшая школа, 2005. 303 с.

УДК 37.01

*А.А. Гилев, В.Н. Михелькевич*

#### **ОСОБЕННОСТИ СЕМАНТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ, ФОРМИРУЕМЫХ У СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ**

*В работе рассмотрен механизм формирования обобщенных когнитивных структур, позволяющих анализировать самые различные системы взаимодействующих объектов. Они определяют способ взаимодействия индивида с окружающей средой. Указано, что эти структуры непосредственно связаны со структурой семантических полей. Их диагностика позволит оценить эффективность обучения и создать дополнительный канал обратной связи «студент – преподаватель». Приведены результаты экспериментального исследования на основе метода свободных ассоциаций общих закономерностей структуры семантических полей, образуемых при изучении физики.*

В Маастрихтском Коммюнике (14 декабря 2004 г.) по вопросам развития европейского сотрудничества в области профессионального образования зафиксировано решение о разработке системы квалификаций высшего профессионального образования. Обучение понимается как процесс освоения знаний, умений и компетенций. Компетенция представляет собой интегрированное понятие и выражает способность применять элементы знаний и умений в самых различных ситуациях. Компетенция обязательно включает в себя когнитивный компонент, содержащий познавательные процессы: восприятие, память, мышление и воображение, а также процессы переработки и осмысления информации, процессы обобщения, анализа и синтеза. Роль перечисленных операциональных элементов в содержании обучения в последнее время значительно возросла – все чаще в качестве главной цели обучения декларируется интеллектуальное развитие учащихся. Однако в учебных планах высшей профессиональной, а особенно инженерно-технической школы акцент традиционно смещен лишь на предметное содержание учебных дисциплин. Формирование операционального мышления рассматривается как неизбежный продукт процесса обучения. Более того, считается, что к началу обучения в высшей школе интеллектуальное развитие подростков практически завершено. Целью настоящей работы является рассмотрение особенностей операционального мышления студентов «пограничного» возрас-

та 16...18 лет (уже не школьник, но еще и не «полноценный» студент), обучающихся на первом курсе инженерно-технических факультетов университета.

**Основной механизм интеллектуального развития** в работах Пиаже представлен процессом интериоризации, т.е. перевода во внутренний план образов внешних физических форм и способов взаимодействия со средой. Пиаже выделяет два основных этапа интеллектуального развития. Первый связан с формированием сенсомоторного (ручного, или двигательного) интеллекта. Второй – с возникновением операционального мышления. Операциональное мышление в своем развитии проходит две стадии: стадию конкретных операций и стадию формальных операций. Для первой характерно развитие логико-математических и причинно-следственных типов операций, применяемых субъектом и направленных на реальные объекты и их трансформации. Вторая стадия относится к возрасту около 12-15 лет, когда начинают формироваться формальные операциональные структуры [1]. Операциональные инструменты, разработанные формальным мышлением, позволяют осуществлять чтение и обработку большого количества результатов различных опытов и наблюдений.

На уровне формальных операций происходит разделение формы и содержания знания. Появляется способность замещения конкретных предложений и отношений между ними символами, которые обычно используются в логике. Учащийся составляет разнообразные комбинации объектов и их отношений, которые может рассматривать как проявления возможного. Он составляет комбинации не только объектов, но и предложений, что порождает новую логику – логику пропозиций. Пропозициональные операции – это установление отношений между предложениями для определения их истинности или ложности. Такая логика позволяет исключать ложные гипотезы и конструировать сложные объяснения наблюдаемых явлений. В процессе интериоризации происходит перенос механизмов приспособления к внешней среде во внутренний идеальный план – план сознания. Одновременно идет формирование обобщенных когнитивных схем или структур, позволяющих анализировать самые различные системы взаимодействующих объектов реального мира. Они определяют способ взаимодействия индивида с окружающей средой. Формирование умения самостоятельно воспринимать, анализировать и осознать информацию посредством этих структур возможно лишь на конкретном материале специальных дисциплин, таких как физика, математика, химия, биология и др.

**Когнитивные структуры** представляют собой внутренние относительно стабильные психологические системы представления знаний, которые также являются системами извлечения и анализа текущей информации. Когнитивные структуры образуют складывающуюся в процессе обучения стабильную основу динамических процессов анализа, синтеза, абстракции и обобщения. Качество взаимодействия со средой, качество обработки информации и, соответственно, реакция на внешние стимулы определяются составом и сложностью когнитивных структур. Информация из окружающего мира извлекается, используется и запоминается субъектом в той мере, в которой это позволяют имеющиеся когнитивные структуры. С одной стороны, без соответствующих когнитивных схем не может быть воспринята никакая новая информация, с другой стороны, лишь при изучении нового содержания происходит развитие когнитивных функций и формирование когнитивных структур. Последнее составляет суть процесса интеллектуального или когнитивного развития. По Пиаже, развитие является следствием врожденного стремления индивида организовывать свой опыт для достижения максимальной адаптации к окружающей среде. Основными процессами являются ассимиляция и аккомодация. Ассимиляция позволяет реагировать на внешнее воздействие на основе имеющегося опыта и существующих когнитивных схем. Если существующие знания не позволяют адекватно реагировать на внешний стимул, возникает когнитивный дисбаланс. В процессе его устранения происходит изменение (аккомодация) ментальных структур. Таким образом, движущей силой когнитивного развития является стремление индивида к динамически равновесному состоянию в процессе активного взаимодействия с внешней средой. Действие этого механизма изображено на схеме (рис. 1).

Формирование и развитие когнитивных структур происходит лишь в условиях когнитивного дисбаланса, т.е. при наличии определенных противоречий между воздействиями внешней среды и когнитивными структурами, позволяющими их анализировать. Такие ситуации возникают или в практической деятельности, или в процессе специально организованного профессионального обучения. В процессе обучения индивида развитие когнитивных структур идет по линии их усложнения и подчиняется одному из наиболее общих законов – закону системной дифференциации [2]. Он состоит в том, что более развитые и иерархически упорядоченные когнитивные структуры, допускающие глубокий анализ и синтез действительности, развивают-

ся из более простых, глобальных или плохо расчлененных структур путем их постепенной дифференциации. Так как дифференциация может происходить многократно, это приводит к формированию разветвленной сети взаимосвязанных когнитивных структур.



Р и с. 1.

Сеть когнитивных структур, репрезентирующих инженерно-технические знания, является очень сложной. Ее формирование должно быть признано главной задачей профессионального образования. В сеть когнитивных структур включены основные физические, химические, биологические и иные явления, свойства самых различных объектов внешней естественной среды и среды, созданной человеком, способы их изменения, знания об их структуре, системной организации и т.д. Когнитивные структуры представляют собой обобщенные модели, описывающие реальные материальные объекты и их взаимодействия между собой и внешней средой. Их формирование происходит в результате академического обучения и в процессе практической деятельности. В первом случае они возникают в результате научных исследований и являются элементами общественного совокупного знания. Во втором случае их ценность ограничена внутренним планом субъекта, а значение – лишь теми частными практическими задачами, для которых они предназначены. Формирование когнитивных структур в рамках академического обучения идет в следующей последовательности. Вначале – научение декларативному знанию. Затем, после достаточно многократного использования декларативного знания в практических задачах и упражнениях – преобразование его в процедурное. Количество повторений или количество практики использования этих процедур  $P$  влияет на время их выполнения  $T$ . Эта зависимость является степенной  $T = \alpha \cdot P^{-\beta}$  (числа  $\alpha$  и  $\beta$  – экспериментально определяемые параметры) [3]. На основе декларативного и процедурного знания формируются модельные представления о внешней среде.

Во взаимодействии с внешней средой, приводящем к формированию модельных представлений и развитию когнитивных структур, активная роль должна принадлежать субъекту и окружению. В случае малой активности учащихся и их слабой интеллектуальной стимуляции развитие будет замедленным. В формировании мышления формального уровня будет наблюдаться задержка. Обычный период его формирования, приходящийся на школьные годы с 12 до 15 лет, смещается и происходит между 15 и 20 годами [1]. В крайне неблагоприятных условиях мышление этого уровня может вообще не сложиться. В процессе развития как результата учебной деятельности, по выражению Д.Б. Элькони, происходит не изменение предметов, с которыми взаимодействует человек, а изменение самого себя как субъекта деятельности. В этом заключается главное отличие учебной деятельности от любой другой. Студент выступает одновременно и в роли субъекта, и в роли объекта обучения. Задача же преподавателя – сделать его учебную деятельность продуктивной.

Когнитивные структуры являются активными инструментами процессов извлечения, анализа и структурирования информации. Эффективность этих процессов, а следовательно и учеб-

ной деятельности в целом, непосредственно зависит от сложности и развитости когнитивных структур. Их диагностика позволит оценить эффективность обучения и создать дополнительный канал обратной связи «студент – преподаватель».

В ряде работ [4] эти структуры рассмотрены как формы организации когнитивного опыта, связанные непосредственно со структурами семантической памяти. В семантической памяти любые понятия всегда связаны какими-то отношениями с другими понятиями и образуют семантическую сеть.

**Структура семантической сети**, ее сложность, характер связей между узлами формируют смысл и образное представление обрабатываемой информации. Структура и сложность семантических сетей отражает развитость когнитивных схем, используемых субъектом. Для исследования семантических пространств в какой-либо предметной области возможно использование метода свободных ассоциаций. Как исследовательский и диагностический прием он впервые был разработан и использован в психоанализе З. Фрейда. Его применение на материале курса физики позволило оценить когнитивную сложность изучаемых образов-представлений о физическом понятии вещества [5]. Составление ассоциаций может происходить подсознательно и не контролироваться на уровне сознания. Сила ассоциативной связи слов зависит от ряда условий (силы впечатлений, вызываемых элементами связи, их новизны, а также способностей индивида). Количество ассоциаций зависит от развитости семантического пространства, от степени интериоризации причинно-следственных или других связей предъявляемого стимула и от их общего количества.

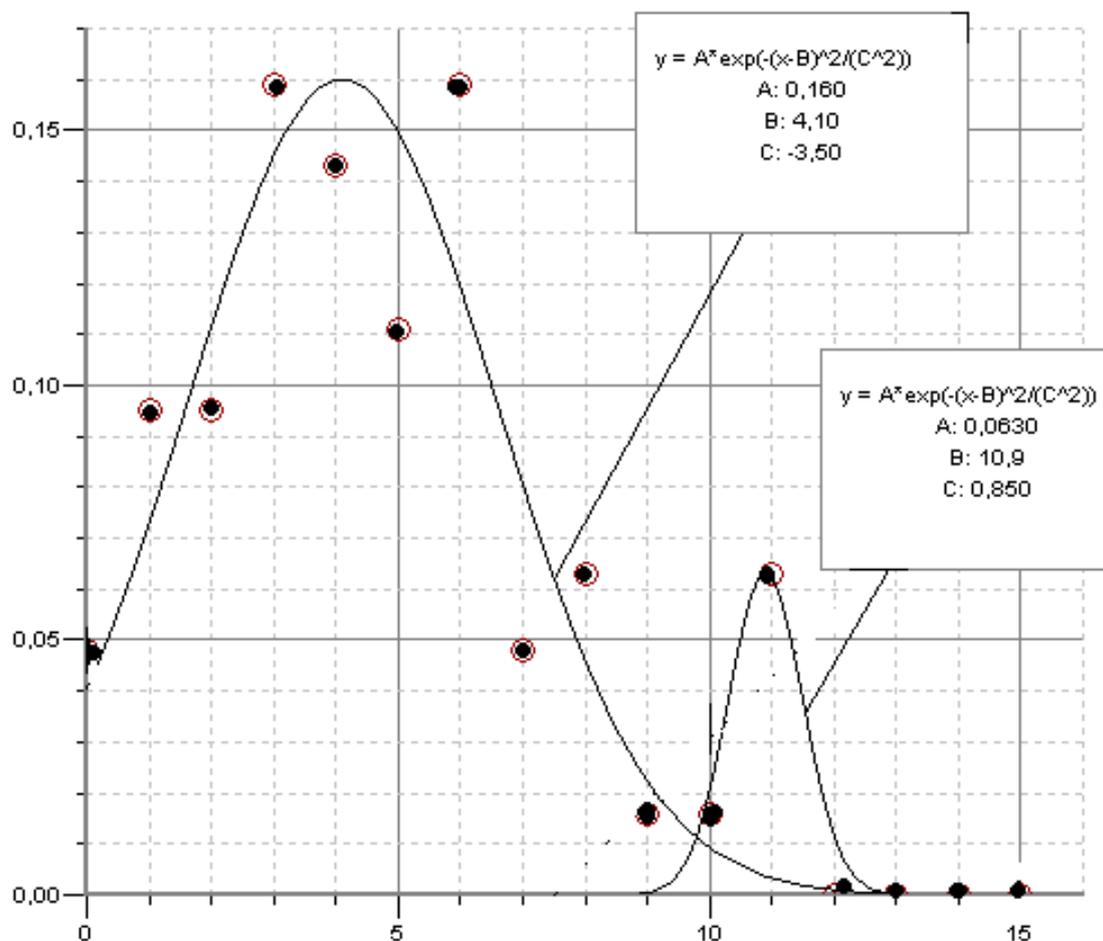
Структура семантической сети сложным образом зависит от большого количества параметров и факторов, в том числе от окружающей культурной среды, от возраста студента и качества предыдущего обучения. Для выявления общих закономерностей структуры семантических сетей, образуемых при изучении физики, были проведены исследования в трех студенческих группах, завершающих обучение на первом курсе. Первая группа А, численностью 24 человека, состояла из студентов, обучающихся информационно-технологической специальности. Вторая группа В была представлена 28 студентами, обучающимися инженерно-технической специальности, а третья группа С, численностью 31 человек, – обучающимися инженерно-экономической специальности. Группы различались по составу. Группа А была более однородной, чем В и С. Она состояла в основном из выпускников городских школ, прошедших на стадии поступления конкурсный отбор. Группы В и С состояли из выпускников как городских, так и районных школ, обучаемых как за счет средств государственного бюджета, так и на коммерческой основе. Студентам были даны два задания из курса общей физики с общим временем выполнения 5 минут. Первый тест был предназначен для определения степени дифференцированности и глубины осмысления взаимосвязей таких механических понятий, как скорость, ускорение, сила. Для выполнения второго задания необходимо было записать как можно больше слов и понятий, так или иначе ассоциативно связанных с заданным стимулом. Стимул касался самых общих вопросов программы курса из материала предыдущей лекции по общей физике, прочитанной за неделю до тестирования.

На основе экспериментальных результатов был построен график усредненной функции распределения числа студентов по суммарному количеству ассоциаций (рис. 2). Принимались во внимание лишь ответы студентов, показавших положительный результат по первому тесту. Таких в группе А оказалось 83%, в группе В – 75%, в группе С – 74%.

Анализ результатов показал следующее. Распределение студентов по количеству ассоциаций не является однородным. Можно выделить две подгруппы студентов с почти гауссовой функцией распределения. Первая подгруппа составляет 90% от общего числа тестируемых студентов, вторая – 10%. Максимум в распределении каждой подгруппы может быть связан с объемом оперативной памяти, однако это предположение нуждается в дополнительном обосновании. Наличие нескольких максимумов в функции распределения подтверждает тезис Ж. Пиаже о различии скорости формирования модельных представлений и развития когнитивных структур, что делает возрастную группу студентов 16-18 лет очень неоднородной.

#### **Выводы**

1. В работе рассмотрен механизм формирования обобщенных когнитивных структур, позволяющих анализировать самые различные системы взаимодействующих объектов. Они определяют способ взаимодействия индивида с окружающей средой.
2. Показано, что когнитивные схемы непосредственно связаны со структурой семантических полей. Их диагностика позволит оценить эффективность обучения и создать дополнительный канал обратной связи «студент – преподаватель».



Р и с. 2. Усредненная функция распределения студентов по количеству ассоциаций

3. Указано, что для экспериментального исследования общих закономерностей структуры семантических сетей, образуемых при изучении физики, возможно использование метода свободных ассоциаций.
4. Показано, что в экспериментальном усредненном распределении числа студентов по количеству ассоциаций можно выделить две подгруппы с почти гауссовой функцией распределения. Наличие нескольких максимумов в функции распределения подтверждает тезис Пиаже о различии скорости формирования модельных представлений и развития когнитивных структур, что делает возрастную группу студентов первого курса (16-18 лет) очень неоднородной.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ж. Пиаже. Генетическая эпистемология. СПб.: Питер, 2004. 159 с.
2. Чуприкова Н.И. Умственное развитие и обучение (к обоснованию системно-структурного подхода). М.: Издательство МПСИ; Воронеж: Издательство НПО «МОДЕК», 2003. 320 с.
3. Д.Р. Андерсон. Когнитивная психология. СПб.: Питер, 2002. 496 с.
4. Петренко В.Ф. Введение в экспериментальную психосемантику: исследование форм репрезентации в обыденном сознании. М.: 1992. 146 с.
5. Ковтунович М.Г. Ассоциативный эксперимент как метод выявления строения структур долговременной семантической памяти // Психология высших когнитивных процессов. Под ред. Т.Н. Ушаковой, Н.И. Чуприковой. М.: ИП РАН, 2004. 304 с.