

ЛАТЕНТНО-СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ КАК МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДИДАКТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

© Н.К.Нуриев, А.М.Галимов, С.Д.Старыгина

В статье разработана теория и практика проектирования дидактических систем нового поколения, с помощью которых возможна подготовка специалистов, удовлетворяющих требованиям ФГОС ВПО.

Ключевые слова: латентно-структурный анализ, проектно-конструктивные способности, дидактические системы, компетентность, компетенция, управление качеством.

Одним из основных требований во всех ФГОС ВПО третьего поколения является требование к качеству подготовки выпускников. Сегодня требование к качеству подготовки выпускников обобщенно можно выразить так: необходимо подготовить выпускников, способных создавать инновационный продукт (информационный, интеллектуальный, энергетический, материальный). Разумеется, создание инновационного продукта в любой области деятельности может всегда рассматриваться как сложная проблема для специалиста. Таким образом, сегодня необходимы специалисты, способные разрешать сложные проблемы в разных областях (компетенциях) деятельности. Очевидно, проблема подготовки специалистов такого уровня – это проблема государственного значения, т.к. от успешности ее разрешения зависит конкурентоспособность всей страны.

В ряде работ показано, что инновационный продукт способны создавать специалисты только с высоким уровнем развития технического интеллекта, т.е. с высоким уровнем развития проектно-конструктивных способностей и усвоенными глубокими знаниями, которые в синергии (способностей на фоне знаний) позволяют создавать этот инновационный продукт [1; 2; 3]. Формальными показателями уровня развития технического интеллекта (ТИ) специалиста для деятельности в определенной области деятельности j является взаимосвязанный комплекс параметров, т.е. $ТИ = \langle A, B, C, POL, CHL \rangle$ в $j, j \in J$.

Значения параметров A, B, C характеризуют уровень развития A – формализационных, B – конструктивных, C – исполнительских способностей. Глубину усвоенных знаний для деятельности в области j характеризуют параметры POL – полнота усвоенных знаний (в % в рамках предметной области) и CHL – целостность усвоенных знаний (в % в рамках предметной области). Таким образом, каждый специалист с номером $i \in I$

на актуальный момент времени имеет определенный уровень развития технического интеллекта в области деятельности $j \in J$. Информационную модель технического интеллекта специалиста можно представить в виде математической модели

$ТИ(i, j) = [\langle A=a(i, j), B=b(i, j), C=c(i, j), POL=pol(i, j), CHL=chl(i, j) \rangle]$. Обобщенно величины $a(i, j), b(i, j), c(i, j), pol(i, j), chl(i, j)$ будем называть ресурсами специалиста соответственно типов A, B, C, POL, CHL .

Комментарий. Информационной моделью называется модель, представляющая явление, процесс, объект набором взаимосвязанных параметров, которые выражают влияние факторов на строение и функционирование модели. Процесс описания факторов с помощью параметров называется формализацией. Если в информационной модели параметры и связи записаны в математической форме, то модель называется математической.

Разумеется, чем выше значения показателей параметров A, B, C, POL, CHL в области j , тем выше надежность того, что более сложные проблемы способен разрешить специалист с номером i в области деятельности $j, i \in I, j \in J$.

Проблема (греч) – положение, условие, вопрос, объект, который создает неопределенность, затруднение, побуждает к действию и связан с недостатком ресурсов типов A, B, C, POL, CHL , т.е. глубины усвоенных знаний, уровней развития способностей. Проблема как категория (обособленный класс) характеризуется двумя ключевыми (определяющими) атрибутами (характеристиками) – темой и сложностью.

Модель проблемы (ПР) с номером $k, k \in K$ из темы $j, j \in J$, т.е. $ПР(k, j)$ формально представим как комплекс, состоящий из двух взаимосвязанных составляющих:

$ПР(k, j) = \{ЗАДАЧА(k, j); \langle SA=sa(k, j); SB=sb(k, j); SC=sc(k, j) \rangle\}$.

Введены следующие обозначения: SA – сложность формализации проблемы, т.е. формализации проблемы в когнитивной сфере с представлением в виде образно-описательной проблемной ситуации – ЗАДАЧИ; SB – сложность конструирования в когнитивной сфере решения полученной ЗАДАЧИ; SC – сложность исполнения полученного решения ЗАДАЧИ в когнитивно-реальной среде. Величины sa(k, j), sb(k, j), sc(k, j) – соответствующие значения сложности проблемы ПР(k, j) с номером k из темы j.

Очевидно, модель проблемы в таком виде представляется в учебных целях. Приведем пример конкретного представления проблемы через ее модель.

Проблема (ПР). Требуется построить программное обеспечение (ПО) информационной системы (ИС) для контроля качества усвоения знаний обучающихся.

Комментарий. Разумеется, любая проблема содержит много неопределенности. Поэтому специалист на фоне своих знаний о предметной области, среде внедрения и цели "снимает" часть неопределенности и "доопределяет" проблему до ЗАДАЧ (описательно-образная ментальная модель проблемной ситуации в когнитивной сфере).

ЗАДАЧА: Требуется спроектировать ПО "ТЕСТ", обладающий следующими свойствами:

1. Идентифицируется фамилия.
2. Случайным образом формируется билет из трех вопросов.
3. Поддерживается ввод ответов тестируемого.
4. Идентифицируется правильность ответа и организуется запись в протокол.
5. Сохраняется архив тестируемых с указанием дат тестирования.

Комментарий. Очевидно, эксперт (группа экспертов) может оценить сложность проблемы через его трудоемкость по описанию проблемной ситуации – ЗАДАЧИ, т.е. сложность SA – сведения проблемы в ЗАДАЧЕ, SB – сложность построения конструкта решения ЗАДАЧИ, SC – сложность исполнения ЗАДАЧИ в когнитивно-виртуальной среде.

Модель проблемы: ПР={ЗАДАЧА; <SA=0,6(час/раб); SB=1,1(час/раб); SC=1,9(час/раб)>}

Очевидно, значения параметров технического интеллекта, т.е. a(i, j), b(i, j), c(i, j), pol(i, j), chl(i, j), а также значения параметров проблемы, т.е. sa(k, j), sb(k, j), sc(k, j), являются латентными (скрытыми) переменными как для "посторонних", так и для самого специалиста-разрешителя проблемы. Разумеется, ментальная модель проблемы–ЗАДАЧИ(k, j) является скрытой для "посторонних", но сам специалист при желании ее может "проявить" с переносом на какой-то носитель.

Между комплексами параметров технического интеллекта и проблемы существует стохастическая связь, т.е. связь по "вероятности" между их показателями. Вероятность разрешения специалистом с техническим интеллектом ТИ(i, j) проблемы ПР(k, j) велика, если наличных ресурсов специалиста достаточно, чтобы преодолеть сложность проблемы. Формально это условие можно записать в системе ограничений, т.е.

$$\begin{cases} a(i, j) \geq sa(k, j) \\ b(i, j) \geq sb(k, j) \\ c(i, j) \geq sc(k, j) \end{cases} \quad (1)$$

$$i \in I, j \in J, k \in K$$

При этом усвоенные знания в полноте (pol(i,j)) и целостности (chl(i, j)) в процессе решения проблемы создают фон для проявления АВС-способностей, т.е. способствуют формированию ментальной модели проблемы–ЗАДАЧИ(k, j), построению конструкта решения и исполнению этого конструкта в когнитивно-реальной среде. Таким образом, любой специалист с номером i, i ∈ I по теме j, j ∈ J с большой вероятностью может разрешить круг проблем с любыми номерами k, k ∈ K, удовлетворяющих систему неравенств (1). На рис.1 приводится ситуация реализуемости/нереализуемости с высокой вероятностью разрешения круга проблем специалистом в зависимости от достаточности его наличных ресурсов (a, b, c, pol, chl).

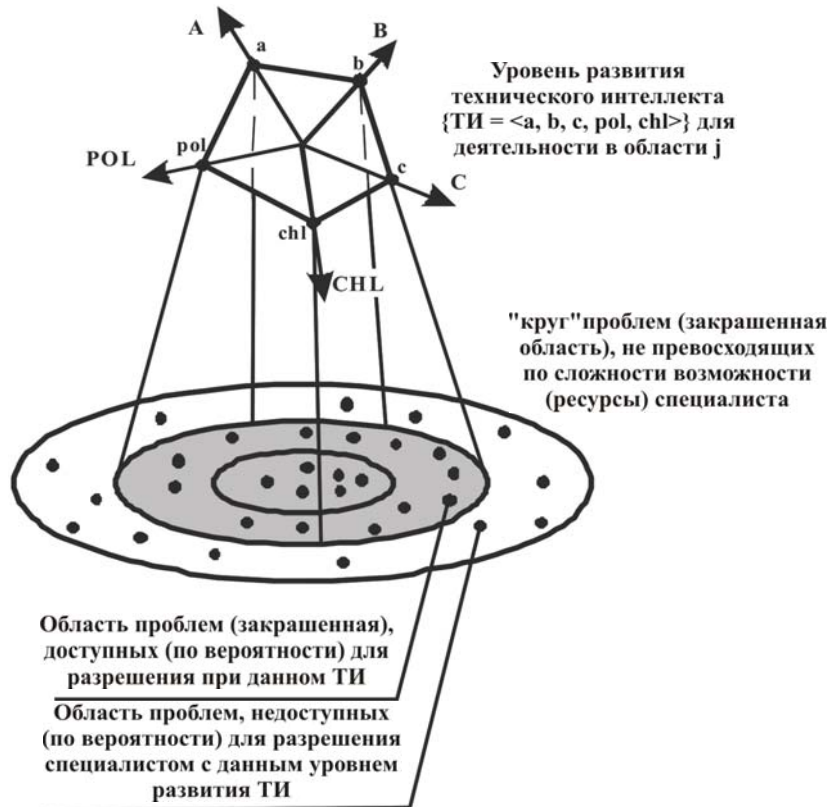


Рис.1. Модель ситуации разрешимости или неразрешимости (по вероятности) проблем в зависимости от уровня развития технического интеллекта

Комментарий. Модели, в которых учитывается изменение (функционирование, эволюция) моделирующего объекта (в частности технического интеллекта) во времени, называются динамическими. При рассмотрении функционирующего объекта (эволюционирующего технического интеллекта), как правило, достаточно бывает рассмотреть внешнее воздействие (поток проблем) и результаты их разрешения. Таким образом, модель технического интеллекта специалиста представим в виде кибернетического "черно-

го ящика" со входами (поток проблем) и выходами (результатами). Внутреннее устройство технического интеллекта (ноогенной машины [4]) нас интересует только части состояния значений параметров А, В, С, POL, CHL, определяющих его производительность и качества результатов функционирования. На рис. 2 приводится ситуация разрешимости потока проблем специалистами с разной надежностью в зависимости от наличия у них ресурсов.

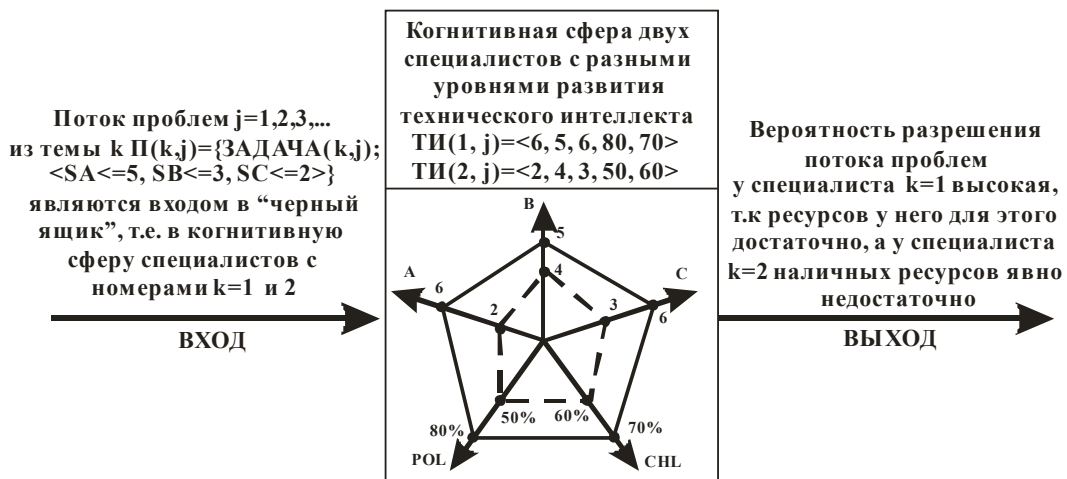


Рис.2. Модель ситуации разрешимости потока проблем специалистами с разной надежностью в зависимости от наличия у них ресурсов

При более детальном рассмотрении технического интеллекта как ноогенной (думающей) машины становится понятно, что речь идет не о кибернетической, а о синергетической машине.

Как писал Э.В.Ильенков, мышление как действие неотделимо от материальных механизмов, с помощью которых оно осуществляется, но все не тождественно самим этим механизмам и речь в данном случае не идет об устройстве органа, а становится вопрос об его функции, которую он выполняет [5]. Г.Хакен отмечал, что и кибернетика и синергетика придают первостепенное значение понятию управление, но при этом преследуют совершенно разные цели [6]. Кибернетика занимается разработкой алгоритмов и методов, позволяющих управлять системой для того, чтобы та функционировала заранее заданным способом. В синергетике мы изменяем управляющие параметры более или менее непредсказуемым образом и изучаем самоорганизацию системы, т.е. различные состояния, в которые она переходит под воздействием рычагов управления. Математическое описание физических процессов скачкообразного развития сделали математики Р.Том и В.И.Арнольд, разработчики теории катастроф [7]. Катастрофами называют скачкообразные переходы системы на новый качественный уровень в виде внезапного ответа этой системы на плавные изменения внешних условий.

В свете сказанного уместно говорить о скачкообразном саморазвитии технического интел-

лекта как синергетической машины в специально созданной среде подготовки на базе дидактических систем нового поколения (ДСНП). Класс ДСНП [2] основан на единой платформе подготовки в метрическом компетентностном формате (ПМКФ), которая инвариантно (независимо от предметной области (темы)) нацелена на быстрое развитие проектно-конструктивных способностей или АВС-способностей для поддержки эффективной деятельности в определенной предметной области на фоне глубокого усвоения знаний.

Очевидно, для быстрого развития технического интеллекта студента необходимо создать учебную проблемную среду как аналог профессиональной проблемной среды деятельности.

Комментарий. Понятие компетенция и компетентность являются сложными и в литературе имеют множество определений. Авторы-разработчики дидактических систем, основанных на платформе ПМКФ, придерживаются следующей модели (рис.3).

Специалист (штрих-профиль) владеет всеми компетенциями, но по некоторым направлениям (P(4), P(5), P(6), P(7), P(*)) качество владения ниже требуемого минимального уровня, поэтому он не может считаться компетентным специалистом в рассматриваемой предметной области, т.е. надежность разрешения потока проблем у него будет низкой.

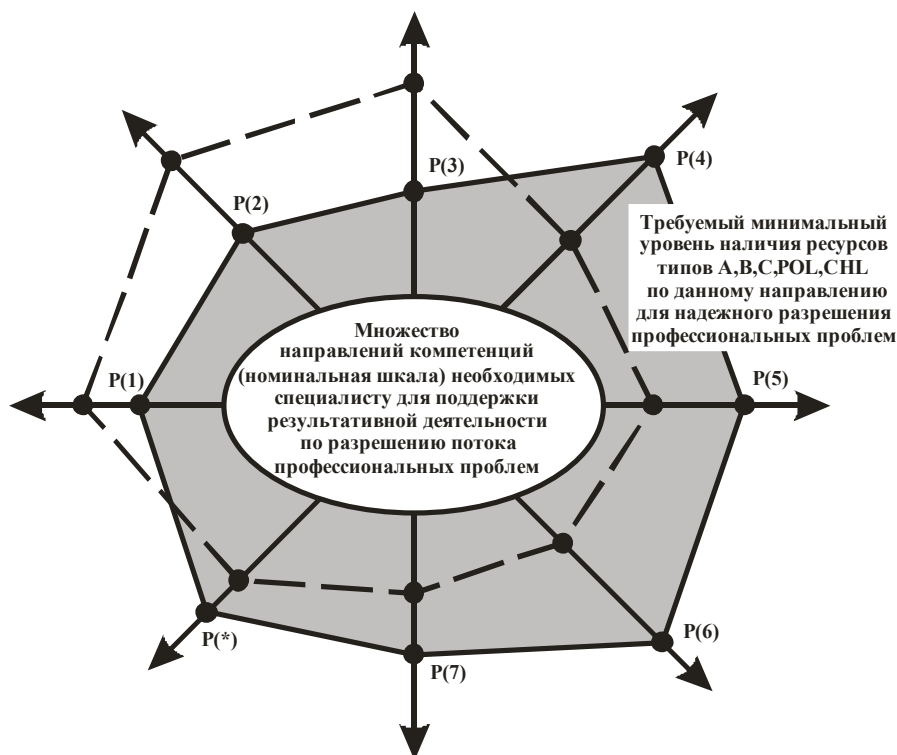


Рис.3. Модель понятий владения компетенциями и компетентность

Общая схема организации и обучения в дидактических системах, основанных на платформе ПМКФ, приводится на рис.4.

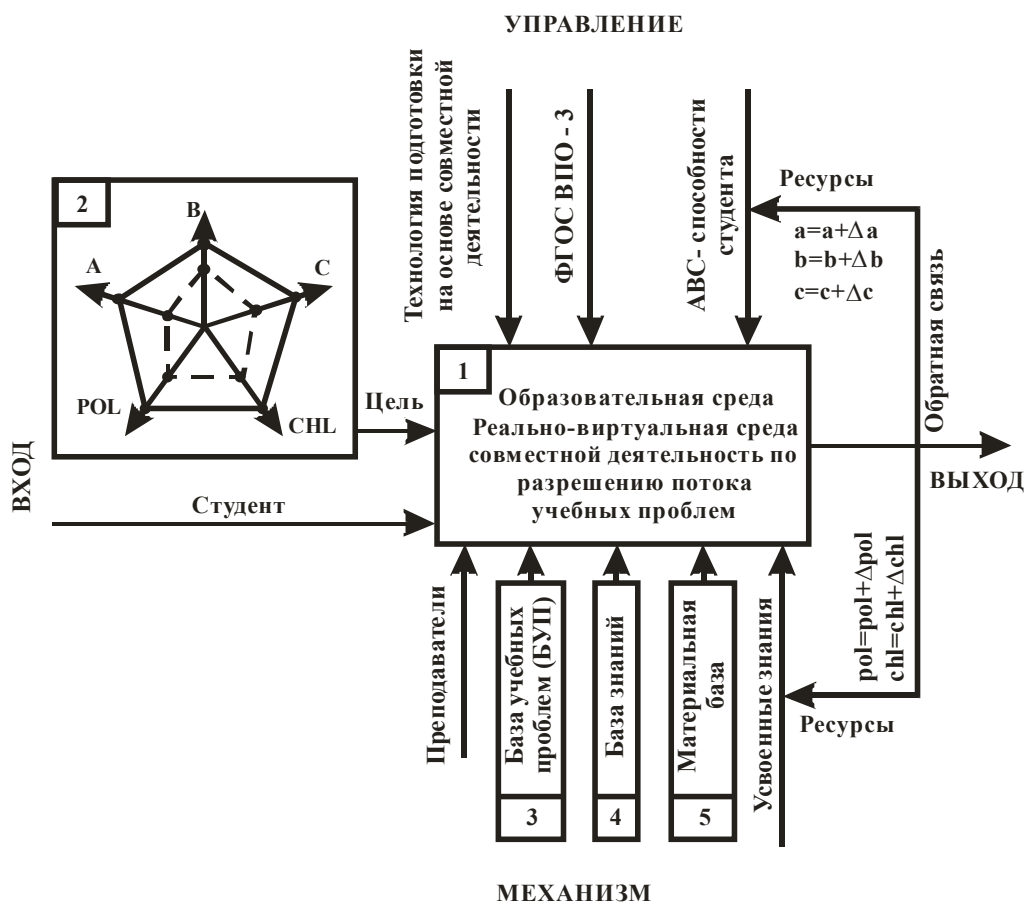


Рис.4. Структура организации и обучения в дидактических системах, основанных на платформе ПМКФ

Функционирует система следующим образом: на ВХОД дидактической системы поступает студент с уровнем развития технического интеллекта, обозначим штрих-профилем в блоке 2. УПРАВЛЕНИЕ реализуется на основе специально разработанной технологии в рамках ФГОС ВПО третьего поколения. АВС-способности студента представляют собой компоненты управления его учебной деятельностью (его личностные технологии в деятельности). МЕХАНИЗМ дидактической системы (преподаватели, блоки 3, 4, 5, усвоенные знания) построен для достижения цели, т.е. призван реализовать прирост ресурсов типов А, В, С, POL, CHL студента через обратную связь (в процессе разрешения учебных проблем на фоне усвоенных знаний) под данным УПРАВЛЕНИЕМ. В целом вся дидактическая система представляет собой синергетическую машину подготовки в реально-виртуальной среде опережающего обучения.

Комментарий. Среда опережающего обучения рассматривается как средство, которое может обеспечить академическую конкурентоспо-

собность будущего инженера в среде профессиональной деятельности за счет его готовности к созданию инновационного продукта (высокого уровня развития АВС-способностей на фоне глубоко усвоенных знаний), т.е. подготовленности его к разрешению сложных профессиональных проблем.

Как известно, успешность быстрого саморазвития личности зависит в основном от факторов: наследственности, среды и активности [8].

Комментарий. Наследственность – свойство организма повторить в ряду сходные типы обмена веществ и индивидуального развития в целом. Среда – окружающие человека общественные, материальные и духовные условия его существования. Активность – деятельностное состояние организма как условие его существования и поведения.

Следует отметить, что дидактические системы, основанные на платформе ПМКФ, для быстрого достижения цели реализуют конструктивный подход, т.е. организуют интенсивный процесс подготовки мобилизуя для этого весь чело-

веческий потенциал, особую организацию и представления учебного материала, а также преимущества информационно-коммуникационных технологий. В целом подготовка осуществляется в специально организованной реально-виртуальной среде опережающего обучения на основе организованной активной совместной деятельности по разрешению учебных проблем по возрастанию сложности с учетом естественных закономерностей развития личности и пределов человеческих возможностей. Поэтому подготовку в МКФ можно назвать природосообразной. В то же время подготовка в МКФ не основана на жестком менеджменте, т.е. на принудительной подготовке, а скорее, обучение основано на сознательной самоориентации студента на постоянную работу с целью достижения им требуемой конкурентоспособности в социально-экономической среде деятельности. Разумеется, добиться от студента ориентированности на постоянную работу, используя психолого-педагогическое и административное воздействие, можно только тогда, когда весь процесс его формирования как специалиста становится для него "прозрачным", т.е. он сам принимает активное участие в управлении качеством своего саморазвития. В свете

сказанного становится ясно, что дидактическую составляющую педагогической системы подготовки в МКФ нельзя назвать гуманистической, скорее всего, назвать конструктивной, т.е. системой подготовки с гарантией достижения цели при больших нагрузках на студента и преподавателя.

При формировании реально-виртуальной среды подготовки в МКФ особое значение имеет специальным образом организованная база учебных проблем БУП. Особая значимость базы при подготовке МКФ состоит в том, что БУП является основным средством саморазвития АВС-способностей студента на фоне опережающего усвоения им знаний в процессе обучения, а также средством "проявления" уровня развития ресурсов типов А, В, С, POL, CHL как латентных переменных в системе мониторинга и управления качеством саморазвития студента. Структура организации БУП приводится на рис.5.

Комментарий. В латентно-структурном анализе значения всех параметров скрыты, но часть из них можно "проявить" с помощью специально разработанных процедур. Затем через установленные стохастические связи оценить значения скрытых переменных через "проявление".

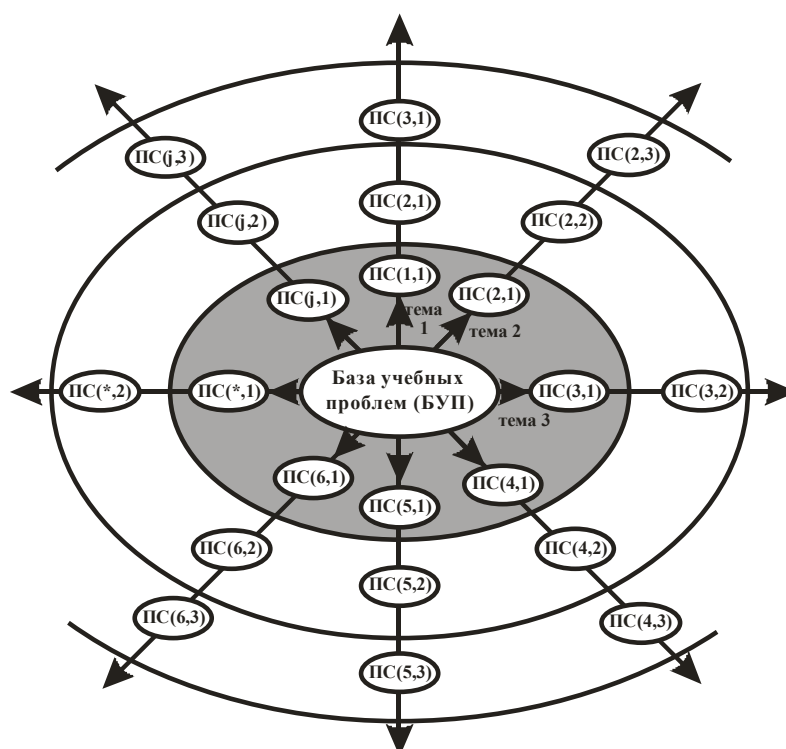


Рис.5. Структура организации базы учебных проблем

Пучок векторов, исходящих из центра графа БУП, указывает направления темы проблем. Рост сложности, проблемных ситуаций по разным темам, т.е. ЗАДАЧ (k, j), k – номер темы, j – номер задачи, происходит от центра графа к периферии.

В реально-виртуальной среде БУП представляется в виде постреляционной базы проблем. Таким образом, БУП имеет структуру, представленную на рис.6.

Номер темы \ Сложность проблемы	P1 (раб/час)	P2 (раб/час)	По возрастанию сложности	PN (раб/час)
Тема 1	P(1,1)	P(1,2)	...	P(1,n)
Тема 2	P(2,1)	P(2,2)	...	P(2,n)
... Все темы в рамках ГОС ВПО, например, в рамках дисциплины				
Тема m	P(m,1)	P(m,2)	...	P(m,n)

Рис.6. Структура базы учебных проблем

Возрастание сложности проблем в базе происходит согласно закону "ЗОНЫ БЛИЖАЙШЕГО РАЗВИТИЯ", т.е. проблема P2 в среднем на 20% сложнее проблемы P1 и т.д. При этом сложность может быть неограниченной, т.е. достигать сложности научно значимых проблем.

Темы рассматриваются в рамках требований ФГОС ВПО.

Развитие АВС-способностей происходит в процессе тренинга по разрешению проблем. Тренинг организован на основе следующих правил:

1. Разрешение учебных проблем происходит на фоне незначительно опережающего процесса усвоения соответствующих знаний, т.е. создается опережающий фон для развития АВС-способностей.

2. В рамках темы преподаватель (виртуальная система) демонстрирует процесс разрешения самой простой проблемы. Этот процесс студент должен обязательно повторить.

3. Студенту отводится время для решения усложняющихся проблем в рамках темы (препо-

даватель при этом ненавязчивый консультант, пресекающий "иждивенческие порывы").

4. Студент должен быть мотивирован на самостоятельность работы в основном за счет знаний законов собственного саморазвития, т.е. их "прозрачности" в смысле управления качеством своего развития.

5. Студент должен иметь доступ к интерактивному виртуальному кабинету преподавателя (ВКП) [2; 9]. От качества организации ВКП примерно на 75% зависит успешность подготовки. В целом ВКП представляется в трех "лицах": "дает" работу, "служит" консультантом и мониторит процесс саморазвития студента.

В результате подготовки в таком формате (в метрическом компетентностном формате (МКФ)) студент имеет частично освоенную базу учебных проблем (рис.7), которую можно представить в виде диаграммы.

При этом сложность проблемы будем оценивать через величину, обратную производительности труда эксперта, т.е. трудоемкости работы (час/раб).

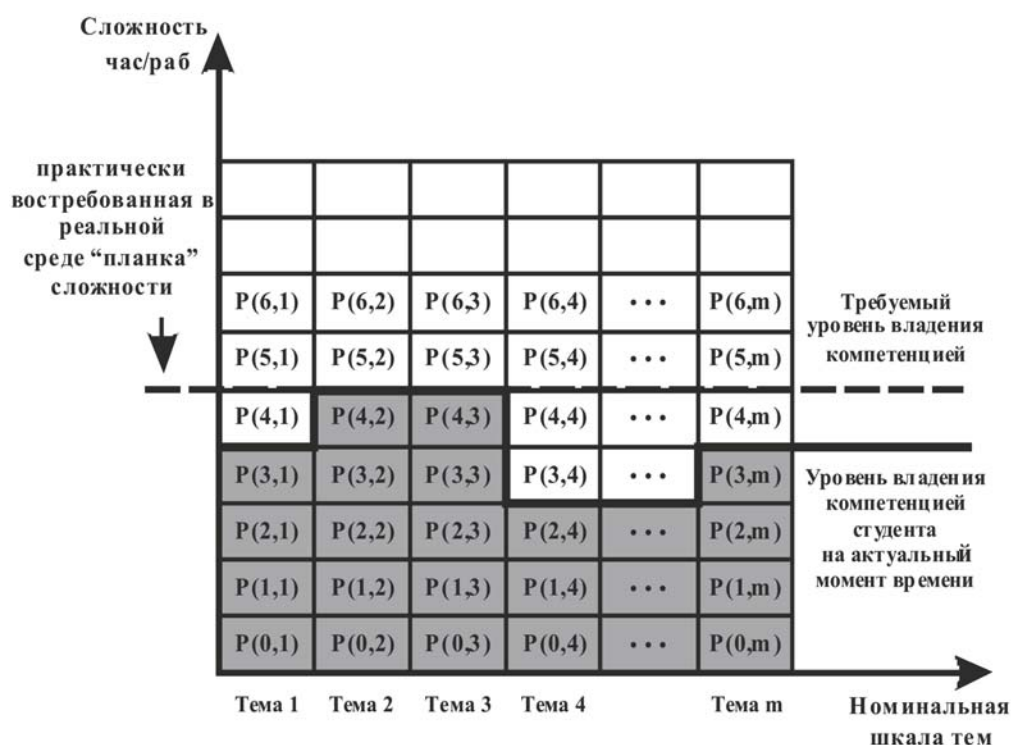


Рис.7. Диаграмма (заштрихованная область) развития способностей студента на актуальный момент времени

Разумеется, с учетом того, что каждое $P(\text{час/раб})$ разбито по составляющим ($a(\text{час/раб})$, $b(\text{час/раб})$, $c(\text{час/раб})$), получается более детализированная построительная БУП с 3-мерной

гистограммой развития ABC-способностей, которую представим в масштабируемом формате (рис.8).

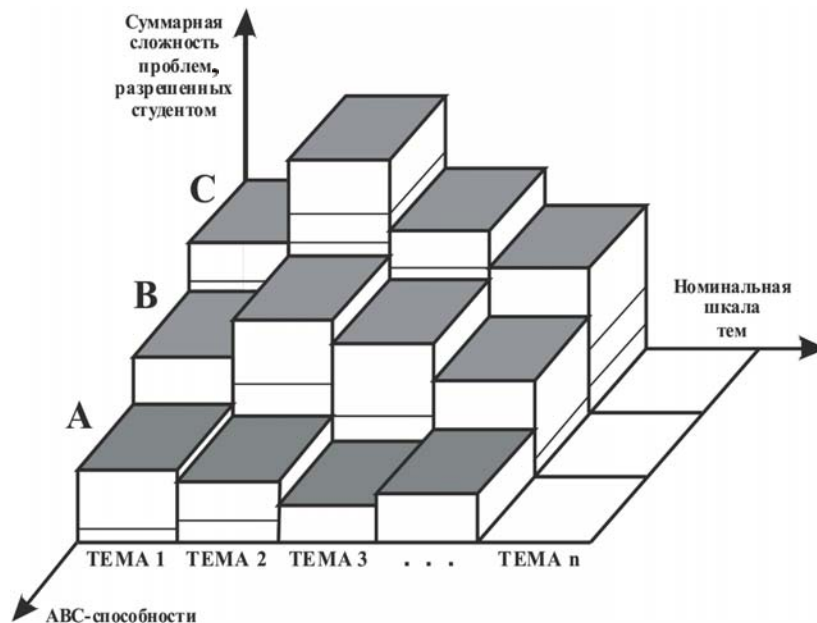


Рис.8. Уровни развития АВС-способностей в 3D-формате студента на актуальный момент времени (когнитивная карта уровней развития способностей)

Для студента представление его развития в 3D-формате (когнитивные карты) оказывает сильное психологическое воздействие и во многом мотивирует его на развитие и устранение "провальных" участков.

Аналогично представим в 3D-формате и состояние усвоенных знаний (когнитивные карты усвоенных знаний) (рис.9).

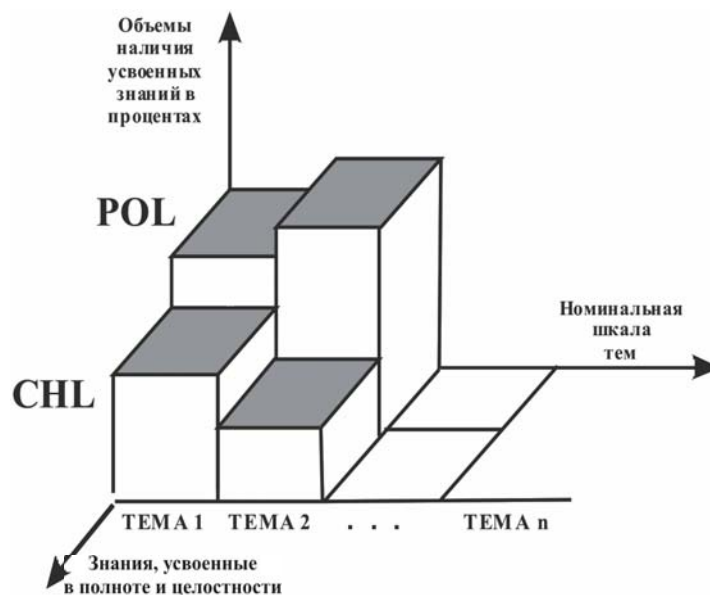


Рис.9. Объемы наличия усвоенных знаний (когнитивные карты объемов усвоенных знаний)

Из результатов анализа процесса развития следует, что любой студент S^* на актуальный момент времени имеет определенное состояние

развития по всем пяти параметрам a^* , b^* , c^* , pol^* , chl^* . Состояния развития технического

интеллекта студента представим в виде кода (рис.10).

Фамилия	A	B	C	POL	CHL
S(*)	a(*)	b(*)	c(*)	pol(*)	chl(*)

Рис.10. М5-формат (код) состояния развития внутренних ресурсов студента

В целом код состояния развития студента в основном характеризует состояние развития ресурсов когнитивной сферы в технике совершенства разрешения проблем в определенной области деятельности, поэтому этот код и назван состоянием развития технического интеллекта студента на актуальный момент времени.

1. *Нуриев Н.К., Журбенко Л.Н., Старыгина С.Д.* Двухуровневая образовательная система: благо или вред? // Высшее образование в России. – 2008. – №2. – С.83-91.
2. *Нуриев Н.К., Журбенко Л.Н., Шакиров Р.Ф., Хайруллина Э.Р., Старыгина С.Д., Абуталипов А.Р.*

Методология проектирования дидактических систем нового поколения. – Казань: Центр инновационных технологий, 2009. – 456 с.

3. *Дьяконов Г.С., Жураковский В.М., Иванов В.Г., Кондратьев В.В., Кузнецов А.М., Нуриев Н.К.* Подготовка инженера в реально-виртуальной среде опережающего обучения. – Казань: КГТУ, 2009. – 404 с.
4. *Мамардашвили М.К.* Как я понимаю философию. – М.: Прогресс, 1990. – 156 с.
5. *Ильенков Э.В.* Диалектическая логика: Очерки и теории. – М.: Политиздат, 1984. – 321 с.
6. *Хакен Г.* Синергетика. Иерархия неустойчивости и саморазвития в системах и устройствах. – М.: Мир, 1985. – 453 с.
7. *Арнольд В.И.* Теория катастроф. – М.: Наука, 1990. – 268 с.
8. Психология развития личности / Под ред. А.А.Реана. – М.: АСТ, 2007.
9. *Старыгина С.Д., Нуриев Н.К.* Виртуальный кабинет как инструментальное средство преподавателя нового типа // Образовательная среда сегодня и завтра: Мат. V Всероссийской науч.-практ. конф. – М.: Рособразование, 2008. – С.413-416.

THE LATENT STRUCTURAL ANALYSIS AS A METHODOLOGICAL BASIS FOR DESIGNING THE DIDACTIC SYSTEMS OF NEW GENERATION

N.K.Nuriev, A.M.Galimov, S.D.Starigina

The article presents theory and practice of designing the didactic systems of new generation. These systems provide training of new highly qualified professionals to meet the requirements of Federal State Educational Standard of Higher Professional Education.

Key words: latent structural analysis, constructing design abilities, didactic systems, adequacy, competence, quality management.

Нуриев Наиль Кашапович – доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой информатики и прикладной математики Казанского государственного технологического университета.

E-mail: nurievnk@mail.ru

Галимов Алмаз Мирзанурович – кандидат педагогических наук, доцент, первый проректор – проректор по учебной работе Татарского государственного гуманитарно-педагогического университета.

E-mail: galimov@tggu.ru

Старыгина Светлана Дмитриевна – доцент кафедры информатики и прикладной математики Казанского государственного технологического университета.

E-mail: svetacd_kazan@mail.ru