

Формирование компетентного специалиста на основе синергетического подхода

Н.К. Нуриев¹, С.Д. Старыгина²,
кафедра информатики и прикладной математики
Казанский государственный технологический университет, Россия
¹nurievnk@mail.ru
²svetacd_kazan@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Синергетический подход в дидактике позволяет объяснить процессы развития, самоорганизации интеллектуальной системы специалиста. Он позволяет объяснить появление новых свойств на базе комбинаций известных способностей и обосновать процесс становление компетентного специалиста.

Ключевые слова

самоорганизация, типология, синергетика, темперамент, способности, компетентный специалист, дидактика, Психодидактика

Formation of the competent expert on the basis of synergetical the approach

Nuriev N., Starigina S.

ABSTRACT

Synergetical the approach in didactics allows to explain developments, self-organizing of intellectual system of the expert. It allows to explain occurrence of new properties on the basis of combinations of known abilities and to prove process becoming of the competent expert.

Введение

Слово «синергетика» произошло из греческого языка и означает науку о сотрудничестве, кооперации [1]. Все системы состоят их многих частей, организуя кооперацию взаимодействующих друг с другом более или менее сложным образом подсистем. Через кооперацию отдельных частей у системы появляются новые качества, поэтому многие из качеств появляются в результате самоорганизации. Таким образом, в целом, синергетика это наука о самоорганизации на основе какой либо организации (в крайнем случае, в качестве организации может быть «хаос»). В целом, синергетика способна объяснить явления и процессы, характерные для развивающихся систем.

В качестве сложной развивающейся системы рассмотрим интеллектуальную систему (ИС) человека. Эта система развивается (самоорганизуется) на базе организованной интеллектуальной системы (рис. 1).

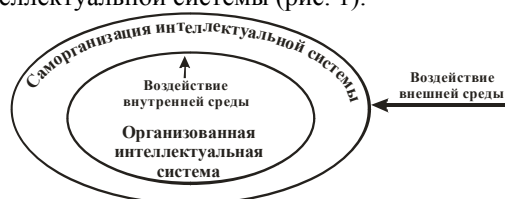


Рис. 1. Модель взаимосвязи организации интеллектуальной системы и ее самоорганизации

В модели динамику развития интеллектуальной системы можно представить в виде импульсно-развивающейся системы, в котором при каждом импульсе осваивается Зона ближайшего развития (Л.С. Выготский) и организуется качественно новая система за счет изменения метрик (количественного накопления) и «рождения» новых свойств (рис. 2).

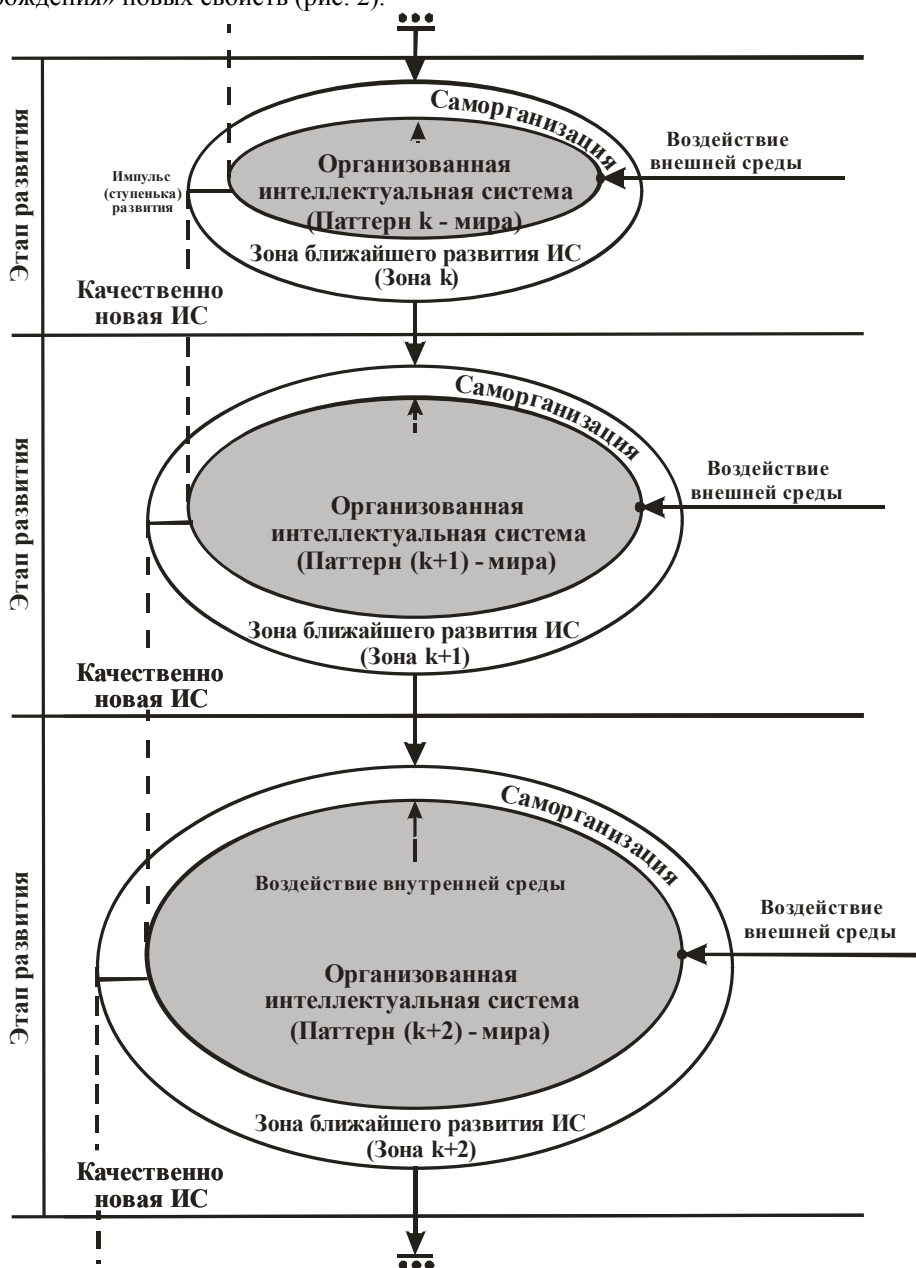


Рис. 2. Эпизод развития интеллектуальной системы в динамике

Если личность рассматривать как объект, обладающий множеством свойств, то следует подчеркнуть, что не все свойства личности развиваются одинаково. Некоторые свойства в комплексе остаются стабильными в период всего жизненного цикла (темперамент, тип), а, например, способности (как личностные технологии поддержки деятельности) развиваются и приобретаются под влиянием образовательной системы, социальной среды и других свойств личности в кооперации.

Любая дидактическая система имеет целью подготовить специалиста для решения проблем [2]. Очевидно, любая проблема специалистом решается через деятельность и при этом естественным методом (природным средством) решения им

проблем является метод проектов. Инвариантный технологический маршрут организации деятельности по решению проблем у специалиста показан на рис. 3.

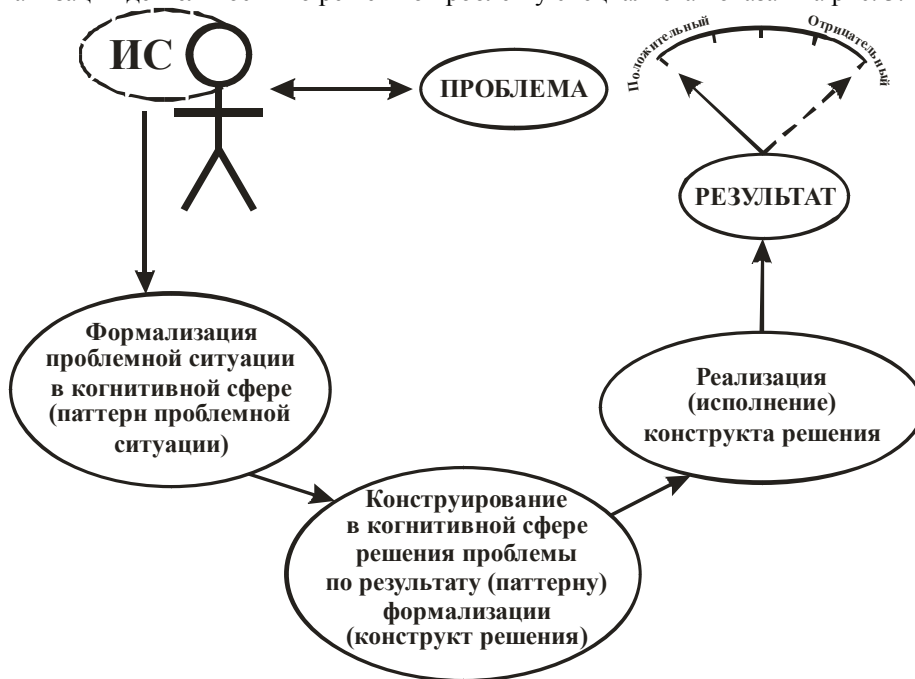


Рис. 3. Естественный технологический маршрут организации деятельности специалистом

Таким образом, при организации деятельности по решению проблемы интеллектуальная система и вся система в целом (специалист) выполняет функции, показанные на рис. 4, где А, В, С – соответственно процессы формализации проблем, конструирования решения, исполнения решения, а $F(A)$, $F(B)$, $F(C)$ – функции ИС, поддерживающие эти процессы.

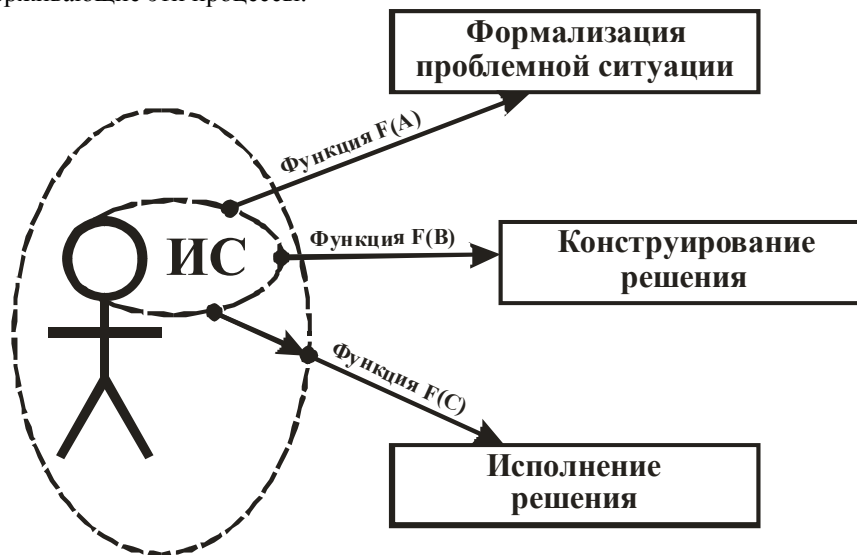


Рис. 4. Основные функции интеллектуальной системы

Итак, результаты деятельности системы, в целом, зависят и определяются процессами (факторами) А, В, С. В синергетике [1] эти факторы называются параметрами порядка. С определением параметров порядка практически описывается система, т.е. ИС. Вместо того чтобы описывать поведение системы посредством описания отдельные ее частей можно описать поведение ИС только параметрами порядка. Другими словами здесь имеет место огромное информационное сжатие. В

модели считается, что отдельные части ИС сами генерируют параметры порядка (А, В, С) своим коллективным поведением, т.е. А, В, С результат кооперативного взаимодействия отдельных частей ИС.

Очевидно, каждый человек обладает своими способностями решать проблемы. Поэтому, способности можно рассматривать как личные технологии, поддерживающие латентные процессы типов А, В, С в своей ИС [3-5]. Эти личные технологии соответственно обозначим также как и процессы, т.е. А – личностная технология формализации проблемной ситуации; В – личностная технология конструирования решения; С – личностная технология исполнения (внедрения) решения. Разумеется для решения проблемы на практике, специалист должен обладать не только технологиями типов А, В, С (АВС – способностями), но и ресурсами, поддерживающими эти технологии (знаниями, как другие решали такого рода проблемы, знаниями использования инструментов и т.д.).

Таким образом, в деятельности АВС-способности являются ключевыми способностями специалиста поддерживающие его деятельность, и от уровня их развития зависит эффективность результатов деятельности. На рис. 5 приводится модель развития ключевых способностей специалиста в зависимости от влияния множества факторов.

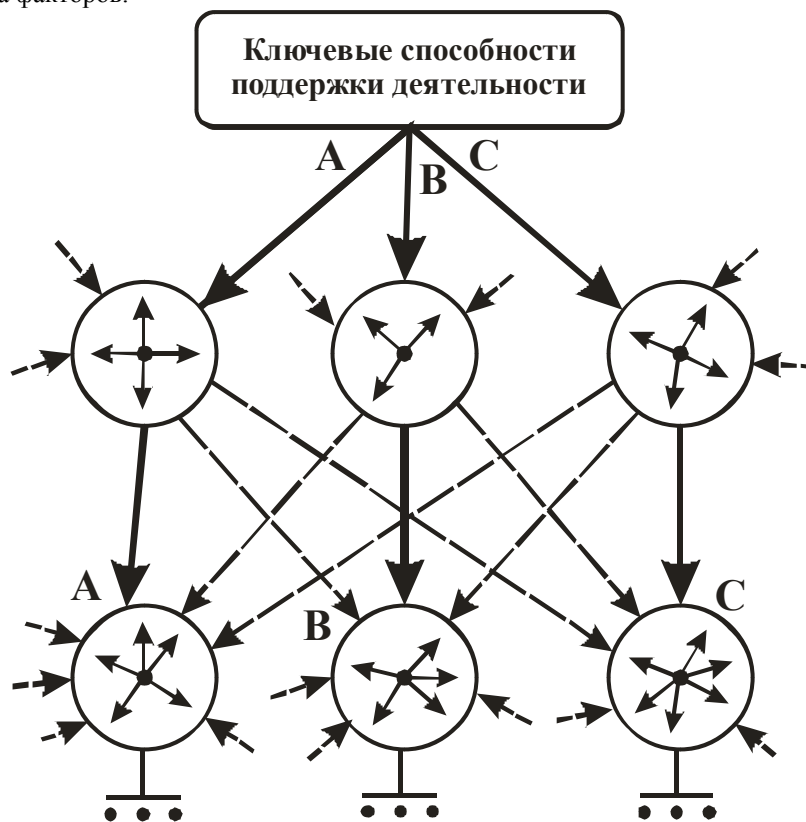


Рис. 5. Модель развития ключевых способностей при синергетическом подходе

На рис. 5 сплошными линиями изображены пути развития ключевых способностей, а пунктирными – влияние различных факторов на это развитие. При этом в процессе развития могут появиться новые способности-синергисты, поддерживающие ключевые способности (на рисунке – стрелки внутри окружностей). Следует особо подчеркнуть, что суть развития способностей можно передать только с помощью моделей, созданных в рамках синергетического подхода. Например, кибернетический подход не позволяет это сделать, т.к. при этом подходе в развитии не могут «родиться» новые свойства системы, возникнуть в разных ситуациях кооперации новых свойств, операции над метриками свойств должны быть аддитивными.

Проблемная ситуация как когнитивная модель проблемы

Модель проблемы мы называем проблемной ситуацией (ПС), т.е. ПС является информационным объектом обладающая свойствами адекватности и сложности. Адекватность проблемной ситуации специалист оценивает исходя из практической значимости, а сложность исходя из трудности формализации проблемы (понимание проблемы – трудность типа А1, конструирование решения, поиск алгоритма решения – трудность типа В1) и исполнения решения в реальной среде (реализация решения – трудность типа С1).

Конечно, понятие сложности системы (проблемной ситуации) понятие объективное, а понятие трудности решения проблемы понятие субъективное, т.е. возникает конкретная задача оценки объективной характеристики системы через субъективную характеристику [3]. Это можно сделать, если использовать прием (процедуру), который используют в спорте, т.е. путем выделения результатов чемпиона (эталона), исходя из этого, сложность системы будем оценивать через трудоемкость его решения по показателям эталона. Например, пусть имеются две проблемы R1 и R2, эталон их решения с производительностью за N1 работа/часа и N2 работа/часа. Будем говорить, что сложность проблемы R1 равна P1(раб/час), а R2 имеет сложность PR2 (раб/час). Разумеется, что в пределах N1 и N2, в случае необходимости эталон должен оценить величины A1, B1, C1, т.е. N1(A1(1), B1(1), C1(1)) раб/час и N(2)(A1(2), B1(2), C1(2)) раб/час.

Исследование операций в деятельности

В рамках синергетики мы рассматриваем модель естественной организации деятельности человека. Через диаграмму SADT [11] представлена декомпозиция проектно-конструктивных (ПК) способностей в деятельности человека по решению проблем (рис. 6, 7, 8).

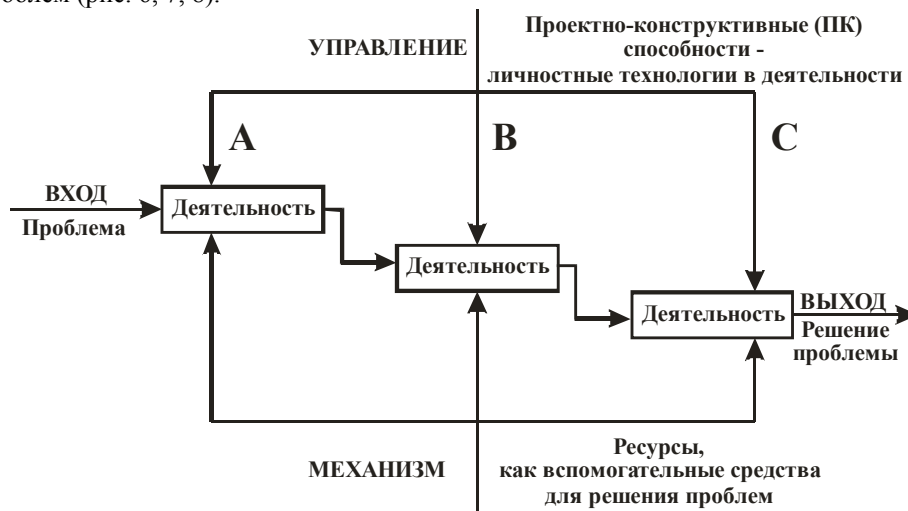


Рис. 6. Декомпозиция проектно-конструктивных способностей в деятельности

На этой инвариантной относительно проблем схеме организации деятельности человеком, способности типов А, В, С выступают в качестве способностей – синергистов определенного иерархического уровня организации способностей.

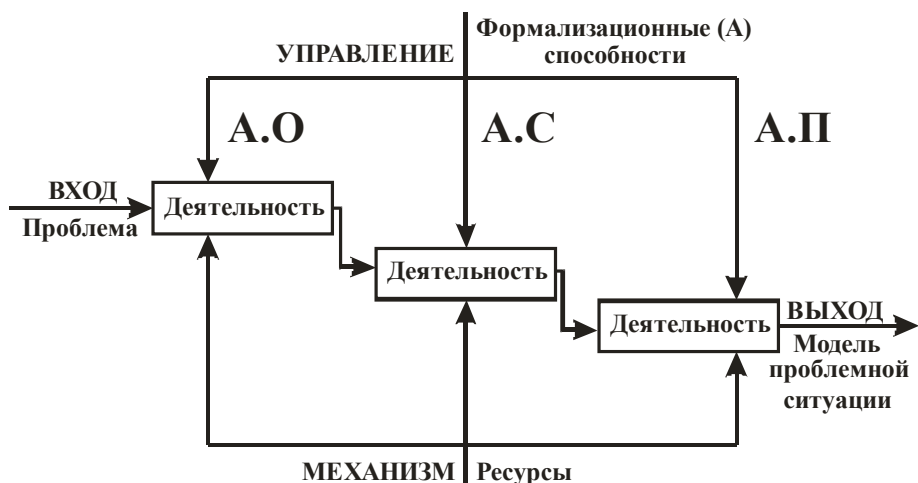


Рис. 7. Декомпозиция формализационной (А) способности в деятельности

Через А.О (формализация объектов) обозначены способности в деятельности по анализу, синтезу и валидации объектов участвующих в проблемной ситуации; А.С (формализация связей) обозначены способности в деятельности по анализу, синтезу и валидации связей между объектами, участвующих в проблемной ситуации; А.П (формализация (предвидение) поведения) обозначены способности в деятельности по анализу, синтезу и валидации развития проблемной ситуации во времени.

Очевидно, способности А.О, А.С, А.П, также выступают способностями – синергистами в организации формализационных способностей, т.е. способностями в кластере типа А. В этой среде валидация выступает в какой-то мере антагонистом представляя критическую мысль типа сомнения «а так ли это».

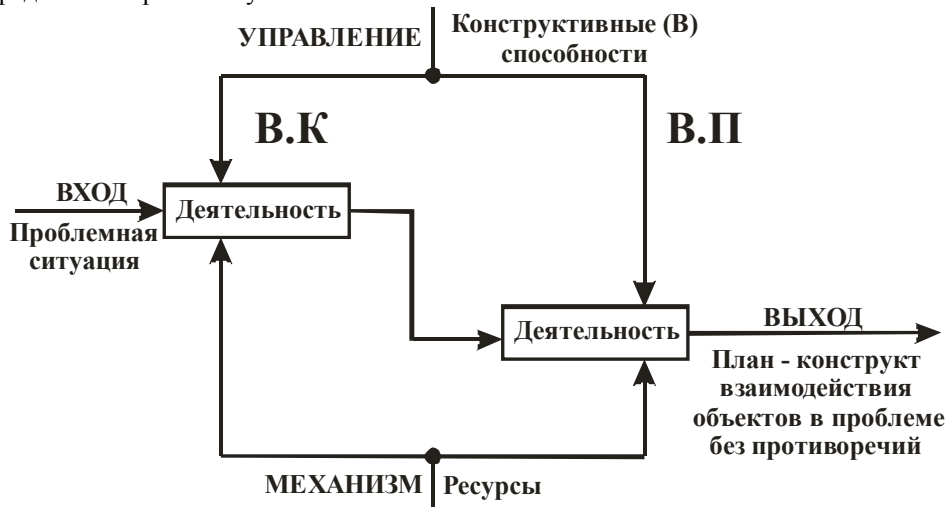


Рис. 8. Декомпозиция конструктивной (В) способности в деятельности

Через В.К обозначены способности по анализу и валидации конструктов с противоречиями во взаимодействующих объектах в проблемной ситуации; В.П – способности по синтезу и валидации конструкта (прогностического) без противоречий во взаимодействиях объектов в проблемной ситуации. Разумеется, способности В.К и В.П не существуют друг без друга и выступают способностями – синергистами в кластере способностей типа В.

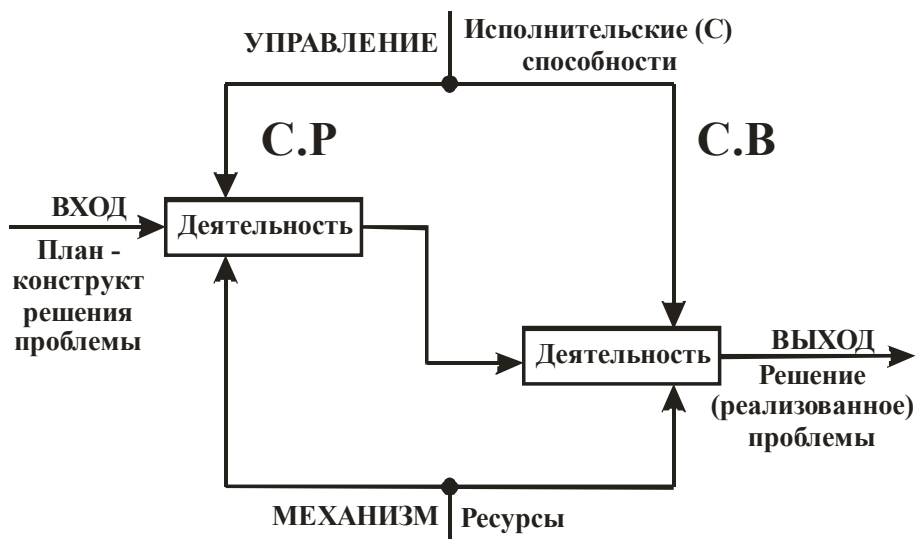


Рис. 9. Декомпозиция исполнительской (С) способности в деятельности

Через С.Р (реализация плана-конструкта) обозначены способности в деятельности по (реализации) синтезу плана-конструкта в реальной среде; С.В – обозначены способности в деятельности в валидации, т.е. способности реалистично, адекватно оценить реализованные результаты решения проблемы.

Таким образом, двухуровневая декомпозиция проектно-конструктивных способностей в рамках синергетики имеет вид, показанный на рис. 10.

ПК - способности

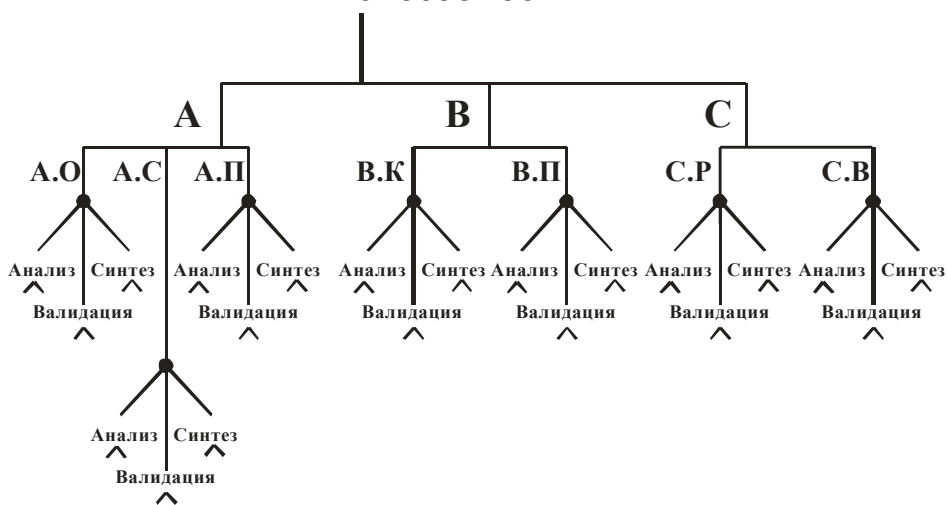


Рис. 10. Структура иерархической организации способностей человека в деятельности

Компетентность специалиста

О компетентности или некомпетентности специалиста обычно судят по результатам решения или проблем в определенной области деятельности [6, 7].

Рассмотрим упрощенную функциональную модель специалиста, трансформирующего поток профессиональных проблем в решения «через себя» (рис. 11).

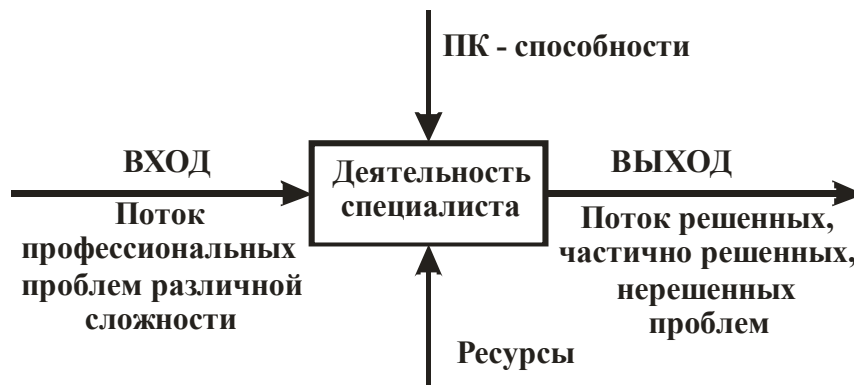


Рис. 11. Инвариантная функциональная модель специалиста

Анализ модели показывает, что количество успешно решенных специалистом проблем зависит от следующих факторов.

Фактор 1. Границ возложенных по работе на него проблем (должностных обязанностей, т.е. проблем из его компетенции).

Фактор 2. Сложности проблем в компетенции специалиста.

Фактор 3. Уровня развития ПК способностей в рамках компетенции.

Фактор 4. Наличия ресурсов, т.е. вспомогательных средств для поддержки личностных технологий (фактор 3) при решение проблем в рассматриваемой компетенции.

В качестве примера рассмотрим двух специалистов, занимающие должности министра и дворника, которые решают все требуемые от них проблемы на своих должностях. Образно, поменяем их местами. Министр (во всяком случае, в начальный период работы) не решит проблемы дворника и наоборот, т.е. по результатам оба будут некомпетентными специалистами.

Таким образом, компетентность специалиста скорее понятие практическое, чем теоретическое и обязательно привязывается к проблемам из определенной компетенции.

Итак, компетентность специалиста это его свойство (способность) решать проблемы с надежностью (вероятностью) не ниже, чем P в определенной для него компетенции за актуальное время.

Определения величины процента надежности P практически всегда вызывает затруднение, т.к. например у космонавта при работе на орбите допускается одна надежность, а у дворника другая.

Разумеется, процент решенных специалистом проблем зависит еще от ряда факторов, например, от мотивации, от психологического темперамента. Эти факторы и их метрики учитываются в более сложных моделях, которые рассматриваются в работах [1, 3]. Суть влияния этих факторов сводится к следующему.

Рассмотрим А, В, С – процессы, как основные интеллектуальные процессы, происходящие в когнитивной сфере, в результате протекания которых специалист трансформирует проблемы в решение проблем (рис. 12) под влиянием субъективных факторов таких как его темперамент [10] и социально-психологический тип [9].

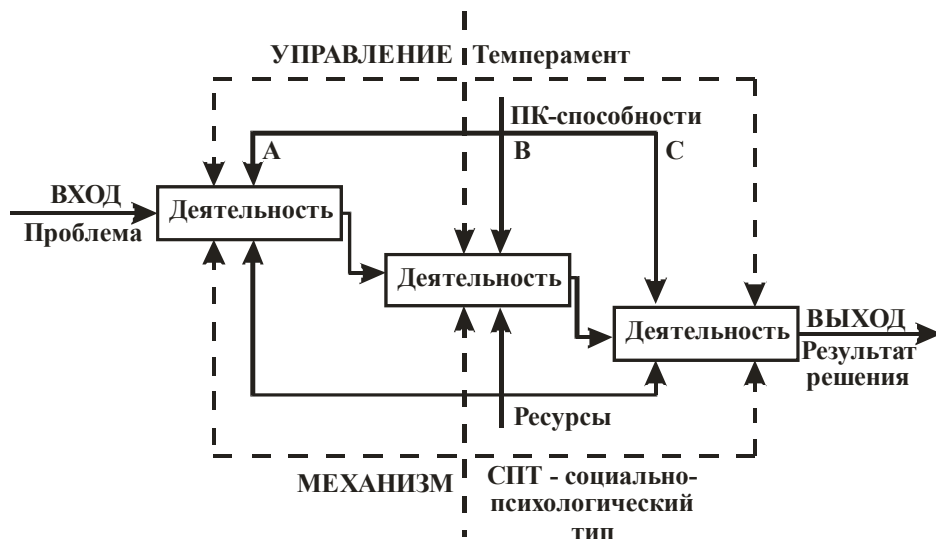


Рис. 12. Информационно-логическая схема трансформации проблем в результате решения проблемы

Темперамент в основном задает темп протекания процессов А, В, С, а СПТ определяет формы прохождения деятельности типов А, В, С, т.е. форматирует деятельность. Из этого следует, что эффективность деятельности зависит от уровней развития ПК-способностей поддерживающих А, В, С – процессы, которые протекают в рамках личности, обуславливающих темпераментом и СПТ. Следует особо подчеркнуть, что при классификации специалистов по СПТ каждая комбинация в зависимости от метрик «рождает» множество дополнительных новых свойств специалиста, например, коммуникационные, организационные и т.д. способности.

Что касается темперамента, то на практике специалиста с «чистым» темпераментом как правило не бывает, т.е. нет чистых сангвиников (ТС), холериков (ТХ), меланхоликов (ТМ). Флегматиков (ФМ) (Гиппократ, И. Кант).

Специалист это комбинация этих типов темперамента, метриками которой может выступать закон распределения (рис. 13).

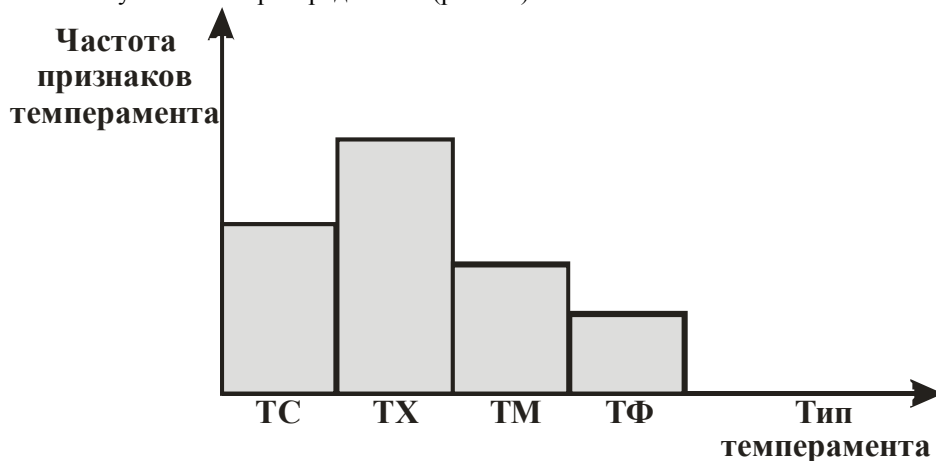


Рис. 13. Закон распределения типов темперамента в специалисте

Разумеется, в зависимости от метрик основных типов темперамента в специалисте, скорее всего в нем проявится качественно новый тип темперамента.

Неустойчивость компетентности специалиста

Рассмотрим жизненный цикл профессиональной деятельности специалиста. Из контекста наших рассуждений следует, что компетентность это приобретенное свойство специалиста и это свойство необходимо все время поддерживать на актуальном уровне за счет обучения, т.е. за счет приобретения новых ресурсов (знаний, освоения новых инструментальных средств и т.д.), а также за счет повышения уровня развития проектно-конструктивных способностей. Из модели (рис. 10) видно, что дефицит ресурсов, увеличение сложности проблем, снижение уровня развития личностных технологий ведет к увеличению числа нерешенных проблем, а следовательно и состоянию некомпетентности специалиста.

Рассмотрим двух квалифицированных специалистов S1 и S2 (с учетом возможных вариантов квалификации: низкой квалификации, средней квалификации, высокой квалификации), которые обеспечивают информационную поддержку бизнес - процесса в определенной области компетенции, например, в каком - то банке, поддерживают сеть в актуальном состоянии. Допустим, специалист S2 не может решать все проблемы, связанные с поддержкой сети за актуальное время в области своей компетенции, а специалист S1 это может сделать. По нашему определению S2 некомпетентный специалист, хотя и квалифицированный (подтвержденный соответствующим дипломом), специалист S1 – компетентный. Разумеется, при этом специалист S2 может эффективно решать какую - то часть проблем определенной компетенции, а другую часть эффективно (например, за приемлемое время и с требуемыми показателями качества) решить не может, т.е. состояние компетентности в этой компетенции у него неустойчиво. В целом, компетентным специалистом можно считать специалиста только с устойчивым состоянием компетентности в определенной компетенции. Поэтому компетентность это динамичное состояние специалиста, которого поток профессиональных проблем тестирует на компетентность по ходу его повседневной деятельности (рис. 14).

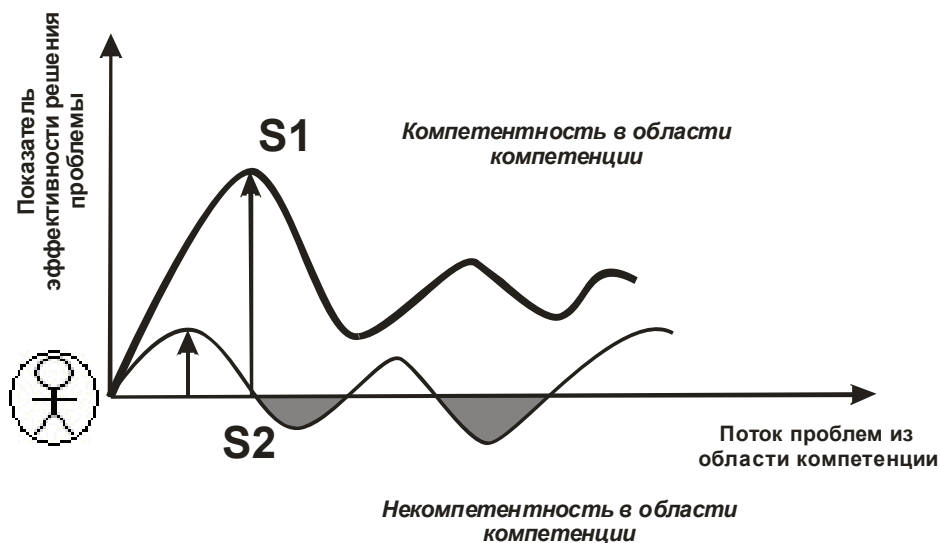


Рис. 14. Модель устойчивой и неустойчивой компетентности двух специалиста

Особая неустойчивость состояния компетентности проявляется в быстроразвивающихся областях деятельности, например в программной инженерии. Во-первых, как уже было сказано вследствие быстрого развития области, стремительно меняется содержательная часть компетенции, т.е. информационные ресурсы как вспомогательные средства, например, знания, умения, навыки, используемые при решении проблем из области компетенции. Во-вторых, в этой ситуации состояние уровня развития способностей специалиста по решению профессиональных проблем в области компетенции падает, опять таки из-за быстрого роста сложности проблем в этой среде деятельности и изменений в методологии. Эти изменения в методологии влекут за собой появления новых

технологий, требующих более высокого состояния развития способностей, как личностных технологий эффективной поддержки деятельности.

Особенностью вариативного понятия компетентности в области программной инженерии является то, что быстрое развитие этой области приводит к учащению «гармоник» (рис. 15), т.е. уменьшению периодов компетентности специалиста. Если исходить из скорости развития области программной инженерии на сегодня, то для того, чтобы специалист мог бы поддержать инновации в области программной инженерии необходимо его переподготовка каждые 1,5 года. Конечно, специалист мог бы все время заниматься своей переподготовкой сам, но он должен заниматься своей текущей работой. Поэтому его переподготовкой занимаются профессионалы в области этой компетенции. На практике переподготовка, конечно, происходит и в результате самоподготовки и с помощью курсов, организованных профессионалами.

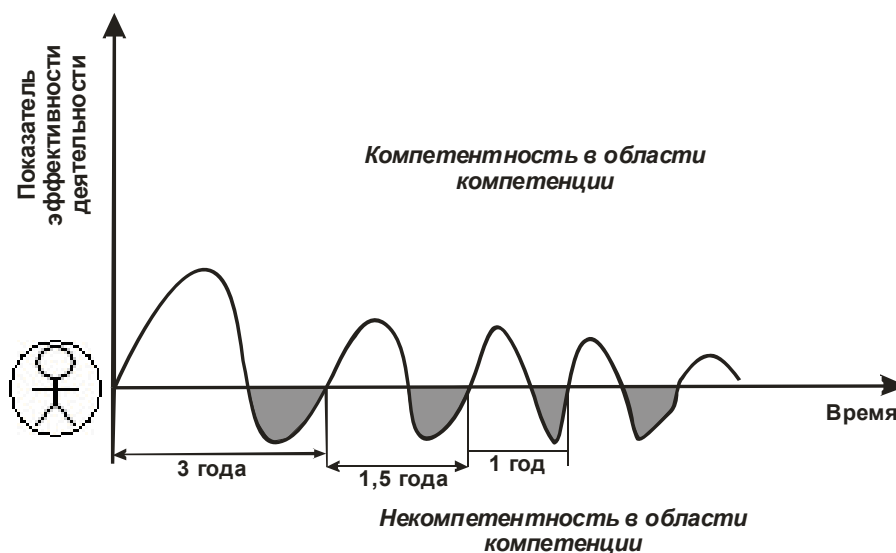


Рис. 15. Модель периодов восстановления компетентности

С помощью математической модели и опираясь на статистические данные, установим внутренние механизмы процесса изменения состояния компетентности специалиста в системе реального времени.

Сразу разделим ресурсы, необходимые для поддержания деятельности на внешние и внутренние (личностные). Внутренние ресурсы это освоенные знания о предмете и процессе деятельности, а внешние – все остальные виды ресурсов. Очевидно, внешние информационные ресурсы имеют опережающее развитие по сравнению с внутренними. Поэтому состояние компетентности специалиста в деятельности во времени является неустойчивым, т.е. специалист является компетентным, когда внутренние ресурсы почти равны внешним.

На рис. 16 состояние компетентности специалиста располагается на линии развития внешних ресурсов (черные кружочки). Рассмотрим подробнее рисунок: $t(0)$ – момент времени окончания специалистом вуза; в интервале $[t(0), t(1)]$ внутренние (штриховая линия) и внешние (сплошная линия) ресурсы развиваются почти независимо (угол $\alpha(1)$ – характеризует эффективность самообразования); в момент $t(1)$ специалист теряет компетентность (выходит за 20% зоны ближайшего развития») и ему необходимо переподготовка (в противном случае он теряет компетентность, как правило, навсегда); в интервале $(t(1), t(2)]$ специалист проходит переподготовку до уровня компетентности (угол $\alpha(2)$ характеризует эффективность переподготовки) и т.д. Очевидно, чем выше темп развития внешних ресурсов, тем чаще необходимо проходить переподготовку.

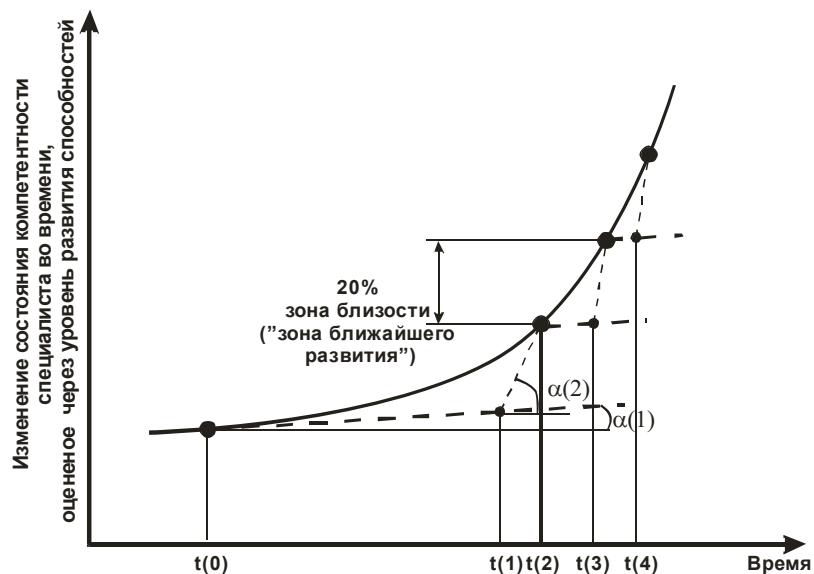


Рис. 16. Модель развития неустойчивого состояния компетентности специалиста

Аналогичная модель возникает при осваивании учеником определенного курса (вместо развивающейся предметной области рассматривается развитие курса в изложении преподавателя, а вместо состояния компетентности рассматривается состояние «успеваемость» обучающегося).

Разумеется, процесс изменения состояния компетентности во многом идеализирован, но он отражает суть явления [8,12].

Алгоритм расчета устойчивой компетентности специалиста

Для построения алгоритма расчета циклов устойчивой компетентности специалистов сделаем следующие действия:

1. Построим временной ряд темпа развития предметной области:

x (время)	x1	x2	...	xn
y (значение показателя)	y1	y2	...	yn

2. На базе временного ряда построим квадратичную аппроксимирующую функцию (тренд) вуза.

3. Найдем множество значений квантилей $K(1)$, $K(2)$, ..., $K(n)$ задающие даты времени переподготовки (повышения квалификации).

Рассмотрим пример расчета.

1. В качестве данных возьмем появление новых языков программирования, которые характеризуют темп развития области программной инженерии (таблица 1).

Таблица 1. Частоты «рождения» и «перерождения» языков программирования

Год	Количество	Год	Количество	Год	Количество
1954	1	1974	4	1994	8
1955	1	1976	8	1996	20
1958	7	1978	10	1998	21
1960	6	1980	5	2000	21
1962	6	1982	5	2002	34
1964	8	1984	13	2004	57
1966	8	1986	7	2005	
1968	9	1988	13	2006	
1970	5	1990	8		
1972	3	1992	14		

2. Построим аппроксимирующую функцию (рис. 17).



Рис. 17. Модель развития языковых средств программирования

3. Вычислим множество значений квантилей и поместим их в таблицу 2.

Таблица 2.

Год	Время переподготовки, год
1998	1998 + 2,5
2000	2000 + 1,8
2002	2002 + 1,75
2004	2004 + 1,25
2005	2005 + 1,2
2006	2006 + 1,1

Основной вопрос дидактики профессиональной подготовки специалиста

В контексте наших рассуждений можно поставить такой вопрос, который назовем основным вопросом дидактики профессиональной подготовки специалиста.

Каковы необходимые и достаточные условия, чтобы специалист в предметной области ПО за время не более чем T решил проблему сложности N с надежностью не ниже чем P .

Очевидно, в каждой области деятельности в актуальном состоянии у человека определенный уровень развития ABC- способностей (рис. 18).

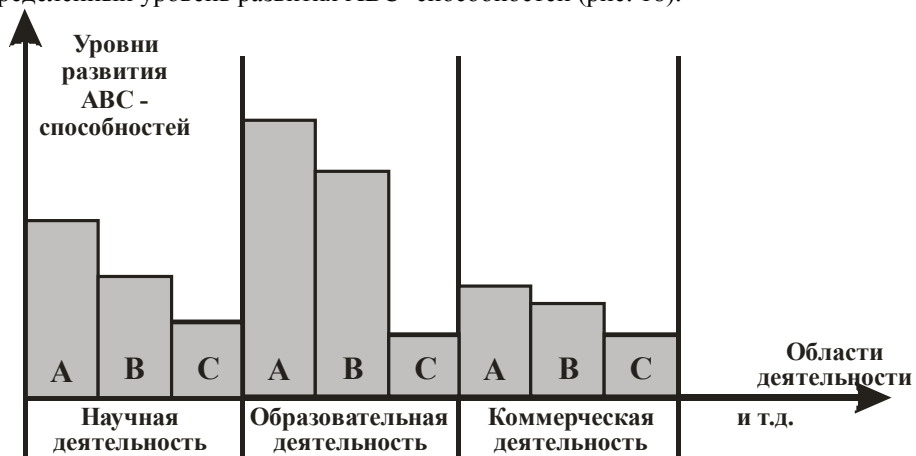


Рис. 18. Уровни развития ABC – способностей человека в зависимости от области деятельности

На словесном уровне для ответа на основной вопрос в рамках любой дидактической системы при подготовке специалистов для любой области деятельности является факт достижения за каждый период обучения достаточного уровня развития АВС – способностей и требуемых объемов и структурированности интериоризованных информационных ресурсов, или по другому – достижения требуемого уровня развития информационно-интеллектуальных (ИИ) ресурсов.

В развитии АВС – способностей обучающегося в рамках дидактической системы имеется достаточно много закономерностей, которые могут быть представлены как утверждения, необходимые при проектировании психодидактических систем. Каждое утверждение это статистически не опровергнутая гипотеза, т.е. утверждения претендуют на истинность с уровнем надежности 0,95 (с такой надежностью проверялась соответствующая гипотеза).

УТВЕРЖДЕНИЕ. Каждый обучающийся имеет определенную устойчивую интеллектуальную ориентацию.

Сразу оговоримся, что для успешной деятельности в определенной предметной области интеллектуальная ориентация не имеет значения. Значения имеют их метрики, т.е. величины уровней их развития. Например, в области деятельности «Информационные системы и технологии», обучающийся с высоким уровнем развития С – способностей, как правило, отличный пользователь любых сложных информационных систем, отличный сетевой администратор, менеджер проекта и т.д., но он как правило, относительно слабый проектировщик систем. И так вернемся к эксперименту.

Подготовка в вузе специалистов к определенной деятельности начинается на материале (на обучаемых), который подготовлен школой. Дидактическое тестирование на достижение дает только интегрированную оценку состояния школьника, в основном состояния полноты интегрированных ресурсов. Такой способ оценки не годится для диагностики состояния развития ПК способностей абитуриента, участвующего в конкурсной борьбе за место обучения по определенной специальности. В общем случае, например, можно провести следующую классификацию всех задач «школьной» математики (рис. 19).

Класс А – задачи на формализацию; класс В – задачи на конструирование; С – задачи на исполнение. Множество задач из классов А+В+С охватывают в целостности всю предметную область «элементарная (школьная) математика». Разумеется, основная доля задач приходится на задачи смешанного типа, т.е. на задачи, которые одновременно относятся и к классу А, и к классу В, и к классу С. Для проектирования состояния уровня развития ПК способностей абитуриента необходимо, чтобы база задач (батарея задач) была достаточно четко кластеризована на задачи классов А, В, С. Разумеется, в данном случае используется другая форма тестирования - проективный тест, который позволил бы выявить А – формализационные, В – конструктивные, С - исполнительские способности абитуриента на базе школьной математики.

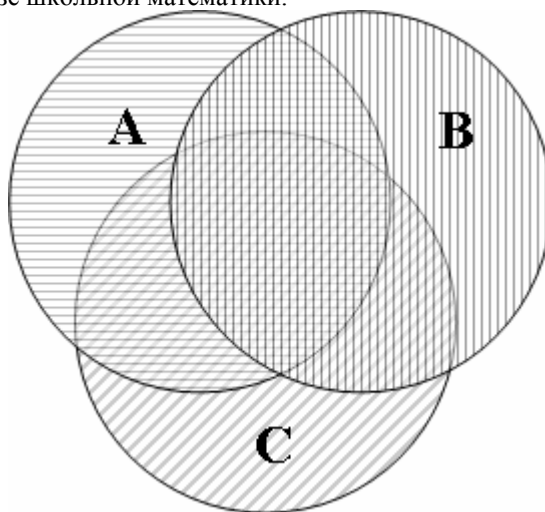


Рис. 19. Модель классификации задач

Как уже было сказано, вступительные экзамены, как правило, проводятся в виде дидактического теста на достижение. В пределах организованных таким образом экзаменов формируется процесс проективного тестирования, в котором устанавливается состояние уровней развития ПК = <А,В,С> способностей. Очевидно, это не создает никаких помех, т.к. не влияет на процедуру дидактического тестирования, но требует определенной дополнительной работы при структурировании БАЗЫ ЗАДАЧ. Допустим, база задач вступительных экзаменов состоит из 750 задач по элементарной математике. С помощью дидактических тестов проверяются уровень накопленных ресурсов, представленных в виде знаний, умений, навыков (ЗУН) в определенной области деятельности. БАЗА ЗАДАЧ предварительно кластеризована по трем классам: А, В, С. Класс А содержит задачи, требующие определенный уровень развития формализационных способностей, классы В, С - соответственно определенные уровни развитости конструктивных и исполнительских способностей. Например, предлагаемые абитуриентам на вступительном экзамене билеты были сформулированы таким образом, что обеспечивали не только конкурсный отбор по полученным за решения задач баллам, но и определяли состояние уровней развитости формализационных, конструктивных, отладочных способностей. Билеты включали три задания (20%) на проверку исполнительских, пять заданий (33%) на проверку формализационных и семь заданий (47%) на проверку конструктивных способностей. Уклон в сторону проверки конструктивных способностей обусловлен требованиями к их преимущественному развитию для большинства специальностей КГТУ. Примеры заданий на проверку указанных типов способностей:

1. Вычислить $\left| 3\sqrt{2} - \left| \sqrt{3} - 2\sqrt{2} \right| \right| + \sqrt{5 - 2\sqrt{6}}$ (С - класс задач диагностики состояния исполнительских способностей).
2. Найти сумму целых решений неравенства: $\frac{(2x^2 - 5x - 12)\sqrt{x+5}}{\sqrt{2x^2 - 15x + 20}} \leq 0$ (В - класс задач диагностики состояния конструктивных способностей).
3. Мотоциклист задержался у шлагбаума на 24 мин. Увеличив после этого скорость на 10 км в час, он наверстал опоздание за 80 км. Найти первоначальную скорость мотоциклиста в (км/час). (А - класс задач диагностики состояния формализационных способностей).

Судя по результатам вступительных экзаменов, у абитуриентов в наименее развитом состоянии оказываются формализационные способности. В триаде ПК способностей неразвитость формализационных способностей оказывает значимое тормозящее действие на развитие ПК способностей в целом. Результаты вступительных экзаменов по математике характеризуют **стартовое состояние развития ПК способностей обучаемых**, начиная с которых ведется мониторинг развития ПК способностей. Таким образом, с самого начала обучения педагогическое воздействие должно быть направлено на гармонизацию состояния способностей путем построения индивидуального корректирующего контура (траектории).

Введем понятие «интеллектуальная ориентация» специалистов. Она зависит от ранжированности по величине состояния уровня развитости ПК способностей. Любую ранжированную последовательность из величин А,В,С назовем признаком ориентации специалиста. Признак ориентации будем записывать без запятых как последовательность букв, например, признак ориентации специалиста САВ, АВС и т.д. Распишем все возможные комбинации признаков ориентации специалистов и проведем классификацию, как показано на рис. 20. Специалистов, попадающих по своим признакам в класс АА, назовем **формализаторами**; в класс ВВ – **аналитиками**; в класс СС – **исполнителями**, в класс УУ – **универсалами**, т.е. теми, кто имеет неопределенное состояние ориентации (разница между уровнями состояния способностей отличается не более чем на 5%). Таким образом, в зависимости от своего признака все специалисты попадают или в класс АА, или ВВ, или СС.

ПК = <A,B,C> способности	Ранжированные по величине уровня развитости способности	Классы
А – формализационные; В – конструктивные; С – исполнительские	А, В, С А, С, В	Доминирующие формализационные способности; класс АА={АВС, АСВ}
	В, А, С В, С, А	Доминирующие конструктивные способности; класс ВВ={ВАС, ВСА}
	С, А, В С, В, А	Доминирующие исполнительские способности; класс СС={САВ, СВА}
	А,В,С ≈ . . . ≈ С,В,А	Доминирующих способностей нет; класс УУ

Рис. 20. Классы интеллектуальной ориентации

На рис. 21 приведены данные интеллектуальной ориентации 30 тысяч абитуриентов с 2000 по 2005 г. включительно (по этапам экзаменов по математике АГНИ – Альметьевский государственный нефтяной институт и КГТУ). Даже без статистической обработки видно, что по окончании школы основная масса абитуриентов имеет ориентацию аналитиков и попадает в класс ВВ.

На рис. 22 приведены данные интеллектуальной ориентации абитуриентов (с 2000 по 2005 гг.), прошедших по конкурсу в вуз (по итогам математики).

ВУЗ	Год	Класс АА	Класс ВВ	Класс СС	Класс УУ
АГНИ	2000 (из 5 тыс. в %)	16	56	25	3
АГНИ	2001 (из 5 тыс. в %)	15	60	20	5
АГНИ	2002 (из 5 тыс. в %)	17	58	21	4
КГТУ	2003 (из 5 тыс. в %)	13	58	24	5
КГТУ	2004 (из 5 тыс. в %)	8	60	27	6
КГТУ	2003 (из 5 тыс. в %)	7	65	25	3

Рис. 21. Данные по интеллектуальной ориентации абитуриентов, поступающих в вуз

ВУЗ	Год	Класс АА	Класс ВВ	Класс СС	Класс УУ
АГНИ	2000 (из 500 в %)	25	43	25	7
АГНИ	2001 (из 500 в %)	27	42	23	8
АГНИ	2002 (из 500 в %)	26	40	27	7
КГТУ	2003 (из 1000 в %)	20	48	23	9
КГТУ	2004 (из 1000 в %)	17	44	28	11
КГТУ	2005 (из 2000 в %)	22	45	24	9

Рис. 22. Данные по интеллектуальной ориентации абитуриентов, поступивших в вуз

Из данных видно, что абитуриенты классов АА, СС, УУ «укрепили» свои позиции. Следует отметить, что взяты данные по двум вузам за разные годы разные

мощности выборки и по ним наблюдается статистическая устойчивость результатов. Таким образом, в вуз приходят студенты (бывшие абитуриенты) в среднем на 24% формализаторы; 44% - аналитики; 24% - исполнители и 8% - с неопределенной интеллектуальной ориентацией.

На рис. 23 приводятся данные средних баллов (в балльной системе 2, 3, 4, 5) среди абитуриентов, поступивших в вуз.

Итак, у студентов класса УУ (универсалы) самый высокий средний балл (показатели по двум вузам).

Классы интеллектуальной ориентации	Средний балл по математике АГНИ (2000-2004)	Средний балл по математике КГТУ (2003-2005)
АА	4,81	4,93
ВВ	4,53	4,73
СС	4,65	4,71
УУ	4,98	4,99

Рис. 23. Средний балл результатов по математике (вступительные экзамены) у студентов разной интеллектуальной ориентации

В связи с этим фактом разобьем студентов класса УУ еще на три класса, т.е. выделим классы: УУА – универсалы с доминирующими формализационными способностями; УУВ – универсалы с доминирующими конструктивными способностями; УУС – универсалы с доминирующими исполнительскими способностями. На рис. 24 приводятся данные этой классификации.

Классы интеллектуальной ориентации	Средний балл по математике АГНИ (2000-2004)	Средний балл по математике КГТУ (2003-2005)
УУА	4,978	4,986
УУВ	4,965	4,981
УУС	4,951	4,949

Рис. 24. Внутренняя уточненная классификация класса УУ

Таким образом, если посмотреть в целом результаты кластерного анализа, то получим следующую картину, представленную в виде «взвешенного» графа (рис. 25), где в качестве весов выступает процент поступивших по двум вузам за 6 лет общим количеством 5,5 тыс. студентов (показатель в числителе) и средний их балл (показатель в знаменателе).

Итак, визуально «перспективными» являются студенты с интеллектуальной ориентацией в классах АА и УУ, но их меньшинство.

Для дальнейших исследований представляет интерес статистическая проверка следующих гипотез (вопросов):

1. Изменяется ли интеллектуальная ориентация студента за период его обучения в вузе, т.е. одинаковую ли интеллектуальную ориентацию имеет студент при поступлении в вуз и после его окончания?
2. Какая доминирующая интеллектуальная ориентация среди студентов мужского и женского пола?
3. Стоит ли при проектировании технологии обучения в области программной инженерии требовать интеллектуальную переориентацию студентов?

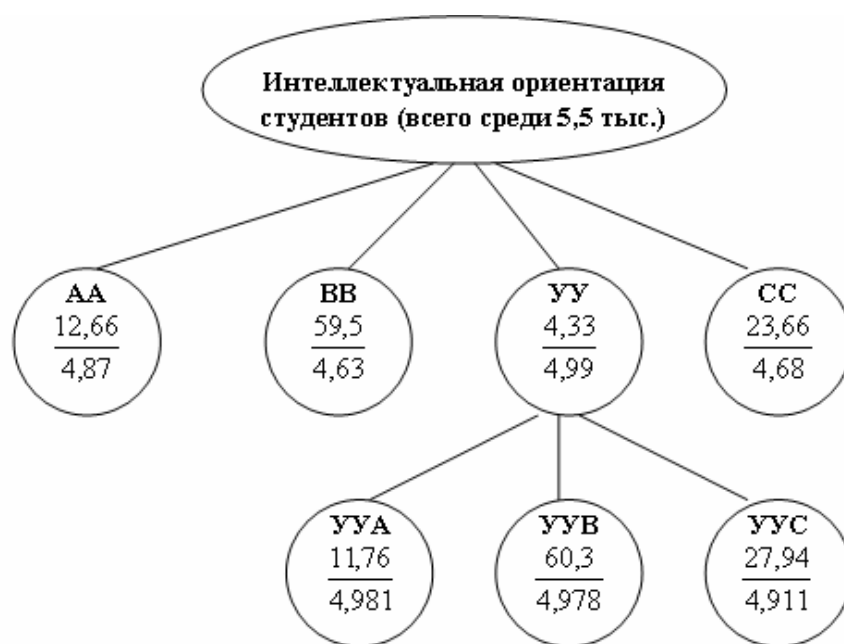


Рис. 25. Модель взвешенного графа

Для ответа на первый вопрос были собраны данные по группам студентов специальности «Информационные системы и технологии» общей численностью 300 студентов. Проводились исследования в рамках дисциплин: 1. Высшая математика; 2. Информационные технологии; 3. Управление данными; 4. Проектирование информационных систем; 5. Моделирование информационных систем. Полученные данные за 2000 – 2004 годы приведены на рис. 26. На основе этих данных можно сформулировать не опровергнутый статистикой эвристический закон: **Студент в процессе обучения крайне редко меняет свою интеллектуальную ориентацию.**

Название дисциплины	Количество студентов, не изменивших свою интеллектуальную ориентацию	Количество студентов, изменивших свою интеллектуальную ориентацию
Высшая математика	150	3
Информационные технологии	200	5
Управление данными	250	2
Проектирование информационных систем	300	3
Моделирование информационных систем	300	3

Рис. 26. Данные по студентам, изменившим свою интеллектуальную ориентацию в ходе обучения

Разумеется, можно было бы проверить эту гипотезу по технологиям статистических выводов, но тут результат очевиден.

Для ответа на второй вопрос также были собраны статистические данные, результаты которых приведены на рис. 27.

Студенты мужского пола (120 студентов; данные соотношений приводятся в процентах)				Студенты женского пола (180 студентов; данные соотношений приводятся в процентах)			
AA	BB	CC	YY	AA	BB	CC	YY
27	60	10	3	5	60	20	15

Рис. 27. Статистические данные по интеллектуальной ориентации студентов

Для ответа на третий вопрос также были проведены эксперименты. Анализ полученные результаты этих экспериментов показывает следующие: 1) наилучший результат (по скорости развития способностей) получается только тогда, когда учитывается фактор интеллектуальной ориентации обучаемого; 2) при обучении необходимо развивать тот вектор А или В или С, который у него доминирует от природы.

В целом, технологии обучения должны быть построены с учетом интеллектуальной ориентации обучаемого, и это можно считать определенной закономерностью в дидактике.

Литература

1. [Хакен Г.] Хакен Г. Тайны природы. Синергетика: учение о взаимодействии. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. - 320 с.
2. [Лешкевич Т.Г., 2006] Лешкевич Т.Г. Философия науки: Учеб. Пособие. – М.: Инфра-М, 2006. – 272 с.
3. [Нуриев Н.К., 2005] Нуриев Н.К. Дидактическое пространство подготовки компетентных специалистов в области программной инженерии. – Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 2005. – 244 с.
4. [Нуриев Н.К., 2005] Нуриев Н.К. Оценка уровня конкурентоспособности специалиста // Высшее образование в России. – 2005. – № 12. – С. 109 – 113.
5. [Иванов В.Г. и др., 2006] Иванов В.Г., Нуриев Н.К., Старыгина С.Д. Подготовка и переподготовка устойчиво компетентных специалистов с соблюдением принципа природосообразности // Дополнительное профессиональное образование–2006. - № 9 (33). – С. 30 – 34.
6. [Нуриев Н.К. и др., 2006] Нуриев Н.К., Журбенко Л.Н. Методологические основы и технологии обучения инженерной деятельности в университете инновационного типа // Телекоммуникации и информатизация образования. – 2006. - № 2 (33). – С. 55 – 71.
7. [Нуриев Н.К., 2006] Нуриев Н.К., Фатыхов Р.Х., Старыгина С.Д. Основы проектно-деятельностного образования // Educational Technology & Society – 2006 (<http://ifets.ieee.org/russian/periodical/journal.html>) - V.9. - N 2. - 15 с. – ISSN 1436-4522.
8. [Нуриев Н.К., 2006] Нуриев Н.К., Журбенко Л.Н., Старыгина С.Д., Фатыхов Р.Х. Проектирование квазиинтеллектуальных образовательных систем нового поколения // Educational Technology & Society – 2006 (<http://ifets.ieee.org/russian/periodical/journal.html>) - V.9. - N 4. - 14 с. – ISSN 1436-4522.
9. [Нуриев Н.К., 2006] Нуриев Н.К., Старыгина С.Д. Проектирование измерительной системы оценки конкурентоспособности специалиста в области программной инженерии // Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования». № 1 (8). – Казань: Изд-во «Фолиант», 2007. – С. 309-313.
10. [Шапарь В.Б.] Шапарь В.Б. Словарь практического психолога. – М.: ООО «Изд-во АСТ», 2004. – 734 с.
11. [Камаев В.А., 2006] Камаев В.А., Костерин В.В. Технологии программирования: учебник. – М.: Высш. шк., 2005. – 359 с.
12. [Старыгина С.Д.] Старыгина С.Д., Нуриев Н.К. Математическая модель расчета циклов устойчивой компетентности специалистов в области программной инженерии // Вестник Чувашского университета. - 2006. - № 5. - С.262 – 265.