

Проектирование Web – психодидактических систем

Н.К. Нуриев¹, Л.Н.Журбенко², С.Д. Старыгина³

¹кафедра информатики и прикладной математики
Казанский государственный технологический университет, Казань
nurievnk@mail.ru

²кафедра высшей математики
Казанский государственный технологический университет, Казань
nurievnk@mail.ru

³кафедра информатики и прикладной математики
Казанский государственный технологический университет, Казань
svetacd_kazan@mail.ru

АННОТАЦИЯ

На сегодняшний день традиционные дидактические системы по многим значениям показателей эффективности превосходят традиционные Web-дидактические системы, но за Web-системами будущее, ведущее к глобализации информационного общества. Решение проблемы повышения эффективности Web-дидактических систем зависит от решения проблем проектирования Web- психодидактических систем.

Ключевые слова

математическая модель, факторный анализ, специалист, деятельность, специалист, компетентность, психодидактика, Web-дидактика, проектно-конструктивные способности

Designing Web - psychological didactic systems

Nuriev N., Zhurbenko L., Starigina S.

ABSTRACT

For today traditional didactic systems on many values of parameters of efficiency surpass traditional Web-didactic systems, but behind Web-systems the future leading to globalization of an information society. The decision of a problem of increase of efficiency of Web-didactic systems depends on the decision of problems of designing Web - psychological didactic systems.

Keywords

mathematical model, factorial analysis, activity, expert, competition`s, psychological didactics, Web-didactics, design-constructive abilities

АВС - способности. Информационно-интеллектуальные ресурсы (ИИР) специалиста определим как все его нематериальные средства, позволяющие ему эффективно решать профессиональные проблемы. Общепринято считать, что при декомпозиции ИИР человека состоят из знаний, умений, навыков решения проблем в определенных предметных областях. Разумеется, что эту композицию можно рассматривать только в целостности, но в тоже время каждая из этих компонент имеет самостоятельную функциональную значимость в деятельности. Знания могут рассматриваться как когнитивная модель (паттерн) «кусочка» мира (среды), умения и навыки – как личностные технологии или способности человека, которые в основном проявляются через его деятельность в разных предметных областях.

Рассмотрим деятельность человека. Разумеется, каждый человек обладает «кусочками» определенной методологии, где под методологией понимается наука об организации эффективной деятельности, т.е. каждый человек обладает некой латентной (скрытой) структурой, или личностной методологией, которая проявляется в среде как его знания, умения, навыки в деятельности.

Рассмотрим дивергентное поле методологий предметных областей (рис. 1).

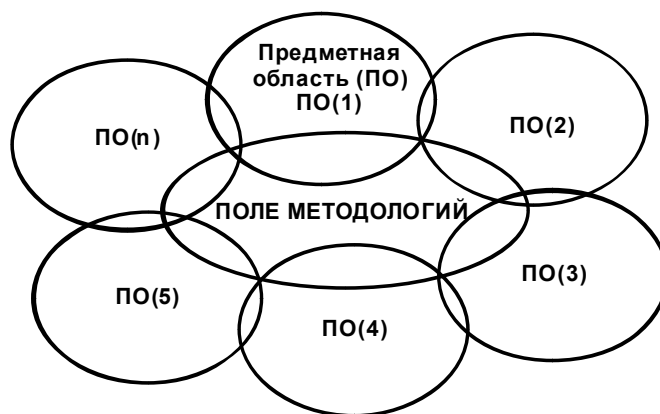


Рис. 1. Модель дивергентного поля методологий предметных областей

В своей деятельности человек для решения любых проблем в качестве инвариантной технологии на поле методологий использует проектно-конструктивную технологию [1]. Инвариантность проектно-конструктивной личностной технологии человека при решении проблем заключается независимо от предметной области в организации трех типов деятельности:

1. деятельность типа А – формализация проблемной ситуации в когнитивной сфере;
2. деятельность типа В – конструирования решения проблемы;
3. деятельность типа С – исполнения (реализация) решения.

Таким образом, при решении потока проблем любой специалист по своей природе опирается на свои личностные технологии, которые рассматриваются как его АВС–способности в деятельности. Весь человеческий опыт показывает, что эффективность профессиональной деятельности по решению проблем специалиста зависит в основном от следующих взаимосвязанных факторов: 1) от выбранной человеком предметной области деятельности (ПОД); 2) от социально-психического типа (СПТ) специалиста; 3) от состояния объемов и структурированности информационных ресурсов (ИФР) специалиста; 4) от состояния уровня развития АВС–способностей, т.е. от уровня развития личностных технологий в деятельности.

В тоже время, актуальные показатели А, В, С – уровней развития этих способностей в определенной области деятельности в основном зависят от первых трех факторов, т.е. можно записать

$$\begin{cases} A = F1(ПОД, СПТ, ИФР) \\ B = F2(ПОД, СПТ, ИФР) . \\ C = F3(ПОД, СПТ, ИФР) \end{cases}$$

Причем ПОД и СПТ в интеграции являются обобщенным социально-природным фактором. Фактор СПТ во многом характеризует неосознанное (интуитивное) поведение человека в деятельности. Фактор ИФР во многом (особенно в профессиональной деятельности) определяется образованием человека. Через F1, F2, F3 – обозначены идентификаторы, показывающие наличие связей в перечисленных факторах (корреляционных, функциональных и т.д.).

Очевидно, факторы можно рассматривать только в совокупности. На любом иерархическом уровне организации социума необходимы специалисты, обладающие свойством

$$\begin{cases} A = F1(ПОД, СПТ, ИФР) \geq \underline{A} \\ B = F2(ПОД, СПТ, ИФР) \geq \underline{B} \\ C = F3(ПОД, СПТ, ИФР) \geq \underline{C} \end{cases}$$

где $\underline{A}, \underline{B}, \underline{C}$ - нижние допустимые значения показателей актуального уровня развития А – формализационных, В – конструктивных и С – исполнительских способностей специалиста.

Разумеется, все факторы ПОД, СПТ, ИФР являются сложными и при декомпозиции имеют свои структуры организации, которые характеризуются метриками. Причем, при одних вариантах организации и состояния метрик, факторы

могут сформировать синергистскую структуру, позволяющую быстро подготовить специалиста с высокими значениями показателей А, В, С, а при других антогонистическую, т.е. не позволяющие этого сделать. Исходя из этого, проблема подготовки специалистов может быть сформулирована по аналогии с обратной задачей параметрического программирования.

В любой области деятельности (ОД) можно найти варианты организации факторов с соответствующими состояниями метрик, которые при создании соответствующих условий (например, при определенной технологии обучения деятельности в ОД) располагают к быстрому развитию АВС – способностей и достижению профессионально-допустимого уровня развития значений показателей А, В, С.

Разумеется, что решив задачу идентификации личности по СПТ можно выработать вероятностно-обоснованные критерии выбора ОД, т.е. ответить на вопрос: кому по вероятности лучше чему и как учиться.

В контексте сказанного представим функциональную модель специалиста, решающего поток проблем из определенной ПОД через диаграмму в стиле SADT (рис. 2).

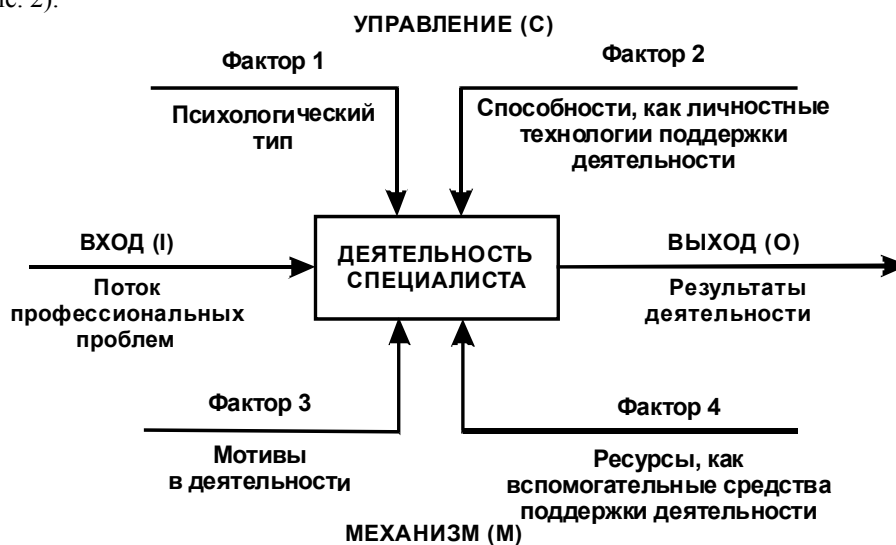


Рис. 2. Функциональная модель специалиста

Деятельность специалиста происходит по следующему инвариантному от предметной области сценарию: на ВХОД (I) поступают проблемы в режиме реального времени, организуя поток профессиональных проблем. Специалист трансформирует проблемы со ВХОДА (I) на ВЫХОД (O) с разными значениями показателей эффективности в зависимости от актуального состояния метрик факторов 1, 2, 3, 4. При этом факторы 1, 2 рассматриваются как УПРАВЛЯЮЩИЕ, а факторы 3, 4 как МЕХАНИЗМЫ, обеспечивающие эффективность деятельности специалиста.

Опираясь на результаты работы социоников и психологов [2-4], построим математическую модель влияния организации и состояния метрик факторов на эффективность деятельности специалиста.

Стохастическая модель типа личности (фактор 1) и его метрики в аддитивной типологической среде. В работах К.Г. Юнга [5] приводится шкала наименований типов людей, но на практике невозможно отнести конкретного человека к полностью определенному типу. Разумеется, в какой-то мере это можно сделать, но меру (метрики) необходимо определить, а это сложная проблема. Человек может быть рассмотрен с разных точек зрения, и иметь разносторонние характеризующие его метрики, но в то же время человек представляет собой единую систему, для которой необходимо определить систему метрик, которая характеризует человека в целом, т.е. построить какую-то целостную типологическую метрическую шкалу. Кратко эту шкалу назовем типометрической шкалой. Следует особо подчеркнуть, что интегральные психические характеристики человека [6-8] не подчиняются аддитивным закономерностям, а образуют синергетические и

антагонистические группы. В данной работе построим стохастическую модель типа личности и определим его метрики в аддитивной типологической среде.

Информационное взаимодействие потока профессиональных проблем определенной интенсивности со специалистами с определенными психическими профилями представим, как показано на рис. 3. Психические профили специалистов представляются на психической карте, которая строится на основе известных предположений: рассматриваются четыре пары возможных психических предпочтений индивида (полюса предпочтений индивида), которые задают шкалы (интервалы): **экстраверсия (E) – интроверсия (I); сенсорика (S) – интуиция (N); этика (F) – логика (T); рациональность (J) – иррациональность (P).**

На этой основе, используя шкалу наименований, построены известные тесты MBT и САРТ. В нашей модели предпочтения измеримы и задаются в шкале отношений, т.е. каждый интервал, меняется от -100 до 100, имитируя то обстоятельство, что в общем случае устойчивые состояния психики разных индивидов могут принимать разные значения на этих шкалах. Например, индивид может быть на 70% экстраверт, а на 30% интроверт (знак «-» на рис. 3 означает только противоположность полюсов), т.е. в модели сразу учитывается единство противоположностей в индивиде. В соционической классификации выделяют шестнадцать возможных типов специалистов, исходя из возможных композиций психологических типов людей с идентификаторами: **ISTJ, ISTP, ESTP, ESTJ, ISFJ, ISFP, ESFP, ESPJ, INFJ, INFP, ENFP, ENFJ, INTJ, INTP, ENTP, ENTJ.**

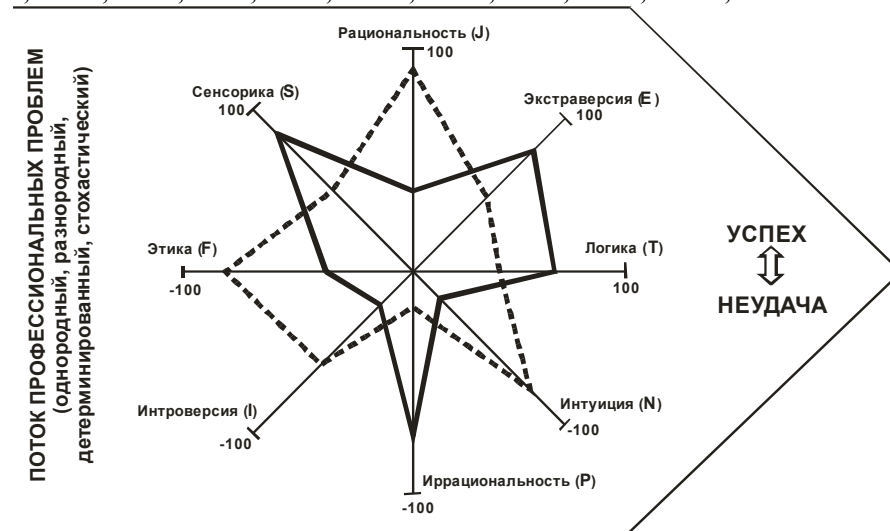


Рис. 3. Психическая карта двух специалистов с двумя различными профилями

Эти идентификаторы играют роль психических дескрипторов, определяющих шкалы наименований (классификаторы по содержанию), внутри которых по отдельным осям задаются шкалы отношений. Например, в нашей системе располагаются два определенных типа индивида с профилями ESTP и INFJ, меру принадлежности к которым определяет упорядоченный набор вероятностей. На психической карте специалистов приведены профили со следующими значениями состояния вероятностей:

$$ESTP \left(\frac{70}{100}, \frac{80}{100}, \frac{65}{100}, \frac{60}{100} \right); \quad INFJ \left(\frac{50}{100}, \frac{70}{100}, \frac{85}{100}, \frac{90}{100} \right).$$

В нашей модели используется системный подход, т.е. каждый специалист содержит в себе в какой-то мере (с какой – то вероятностью) все 16 типов, т.е. существует закон распределения принадлежности специалиста к определенным типам (рис. 4.)

Номер типа психики личности	1	2	3	4	5	6	7	8
Аббревиатура типа	ISTJ	ISTP	ESTP	ESTJ	ISFS	ISFP	ESFP	ESPJ
Вероятность принадлежности к типу	P(1)	P(2)	P(3)	P(4)	P(5)	P(6)	P(7)	P(8)
Номер типа психики личности	9	10	11	12	13	14	15	16
Аббревиатура типа	INFJ	INFP	ENFP	ENFJ	INTJ	INTP	ENTP	ENTJ
Вероятность принадлежности к типу	P(9)	P(10)	P(11)	P(12)	P(13)	P(14)	P(15)	P(16)

Рис. 4. Закон распределения принадлежности специалиста к определенному психическому типу

Величины $P(i)$, $i = \overline{1, 16}$ считаются по формулам:

$$\left. \begin{aligned} P(1) &= P(I) * P(S) * P(T) * P(J) \\ P(2) &= P(I) * P(S) * P(T) * P(P) \\ P(3) &= P(E) * P(S) * P(T) * P(P) \\ &\dots \\ P(16) &= P(E) * P(N) * P(T) * P(J) \end{aligned} \right\} \Rightarrow \sum_{i=1}^{16} P(i) = 1,$$

где соответственно $P(i)$, $P(E)=1-P(I)$, $P(S)$, $P(N)=1-P(S)$, $P(F)$, $P(T)=1-P(F)$, $P(J)$, $P(P)=1-P(J)$ – вероятности принадлежности к тому или иному типу определяются по опроснику или оцениваются через специальное тестирование психологов.

Таким образом, в нашей модели каждый человек «содержит» в себе много типов, в однотипном варианте (варианте социоников) тип специалиста считается с той аббревиатурой, у которой максимальная вероятность, например специалист, считается 13-го типа с аббревиатурой ENTJ, если $\max_i P(i) = P(13)$.

Стохастическая модель системы мотивов специалиста (фактор 3) и ее метрики. Показатель эффективности решения потока профессиональных проблем во многом зависит от мотивов (заинтересованности в той или иной деятельности) специалиста. Психологи утверждают [9], что у каждой деятельности своя система мотивов, т.е. состав мотивов поддерживающих деятельность вариативен в зависимости от вида деятельности. В качестве системы инвариантных мотивов определяющих эффективность деятельности (независимо от области деятельности) мы выделим следующую систему мотивов (рис. 5).

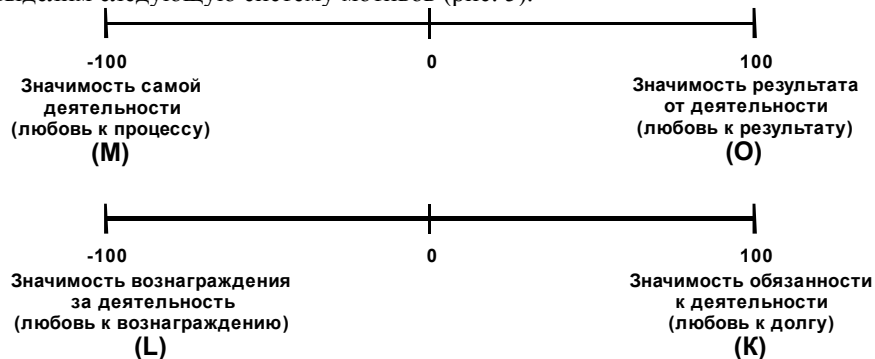


Рис. 5. Полюса значимости деятельности для специалиста

По представлению этих полюсов в модели возможно четыре типа по значимости мотивации специалистов, т.е. ML, MK, OL, OK.

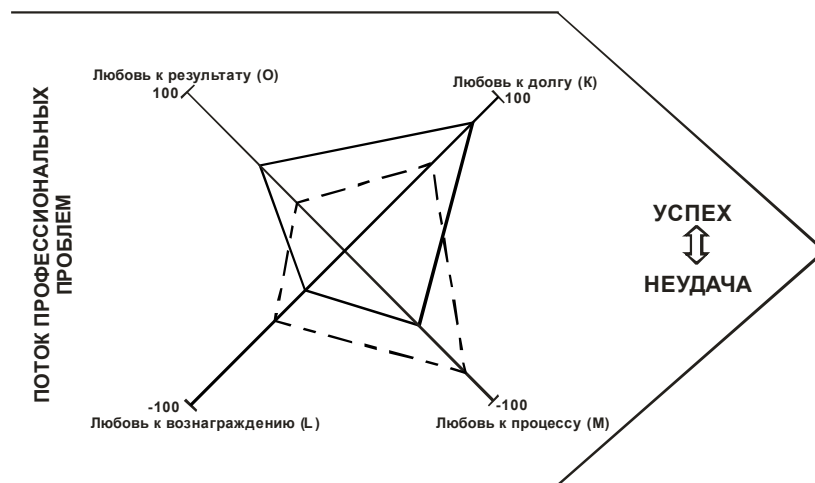


Рис. 6. Карта мотиваций специалистов с двумя различными профилями

Например, профили мотивов двух специалистов на карте мотивации могут выглядеть так, как показано на рис. 6.

На этой карте приведены профили мотивов со следующими значениями состояния вероятностей

$$ML\left(\frac{70}{100}, \frac{60}{100}\right); OK\left(\frac{50}{100}, \frac{80}{100}\right).$$

Считается, что каждый специалист мотивирует свою деятельность всеми четырьмя типами мотивов, т.е. существует закон распределения значимости мотивов для каждого специалиста (рис. 7).

Номер типа мотивации	1	2	3	4
Аббревиатура типа	ML	MK	OL	OK
Вероятность принадлежности к типу	p(1)	p(2)	p(3)	p(4)

Рис. 7. Закон распределения приверженности специалиста к различным типам мотивов

Величины вероятностей p(1), p(2), p(3), p(4) считаются по формулам p(1)=p(M)*p(L); p(2)=p(M)*p(K); p(3)=p(O)*p(L); p(4)=p(O)*p(K).

На практике величины вероятностей p(M), p(L), p(K), p(O) оцениваются с помощью опросника или через психологические тесты.

Композиция факторов F1 и F3 - социально-психический тип (СПТ) специалиста. Разумеется, в реальности психологический и мотивационный профили существуют вместе в едином специалисте. Поэтому практически будем считать, что психологический профиль и мотивационный профиль независимы и накладываются друг на друга при решении потока проблем специалистом. Множество различных социально-психических типов специалиста представим как прямое декартовое произведение составляющих множеств, их количество равно 16*4=64 типа (рис 8).

Тип мотиваций	1. ML	2. МК	3. OL	4. ОК
Тип психики				
1. ISTJ	(ISTJ, ML)	(ISTJ, МК)	(ISTJ, OL)	(ISTJ, ОК)
2. ISTP	(ISTP, ML)	(ISTP, МК)	(ISTP, OL)	(ISTP, ОК)
3. ESTP	(ESTP, ML)	(ESTP, МК)	(ESTP, OL)	(ESTP, ОК)
4. ESTJ	(ESTJ, ML)	(ESTJ, МК)	(ESTJ, OL)	(ESTJ, ОК)
5. ESFJ	(ESFJ, ML)	(ESFJ, МК)	(ESFJ, OL)	(ESFJ, ОК)
6. ISFP	(ISFP, ML)	(ISFP, МК)	(ISFP, OL)	(ISFP, ОК)
...
16. ENTJ	(ENTJ, ML)	(ENTJ, МК)	(ENTJ, OL)	(ENTJ, ОК)

Рис. 8. Множество социально-психологических типов специалиста

Таким образом, существует множество социально-психологических типов у специалиста с соответствующим законом распределения (рис. 9).

	1. ML	...	4. OK
1. ISTJ	p(I)p(S)p(T)p(J)p(M)p(L)	...	p(I)p(S)p(T)p(J)p(O)p(K)
2. ISTP	p(I)p(S)p(T)p(P)p(M)p(L)	...	p(I)p(S)p(T)p(P)p(O)p(K)
3. ESTP	p(E)p(S)p(T)p(P)p(M)p(L)	...	p(E)p(S)p(T)p(P)p(O)p(K)
...
16. NTJ	p(E)p(N)p(T)p(J)p(M)p(L)	...	p(E)p(N)p(T)p(J)p(O)p(K)

Рис. 9. Закон распределения присутствия социально-психологических типов в специалисте

Закон распределения интерпретируется следующим образом. Все 64 социально-психологических типов присутствуют в одном специалисте, но с разными вероятностями. Закон распределения является полной характеристикой случайно проявляющихся типов специалиста при столкновении его с профессиональным потоком проблем.

У определенного (i – го) специалиста закон распределения в нем социально-психических типов можно представить в виде двумерной гистограммы (рис. 10).

В детерминированном варианте (в варианте социоников) модели специалист с номером i относится к одному из 64 типов, т.е. к типу с максимальной вероятностью.

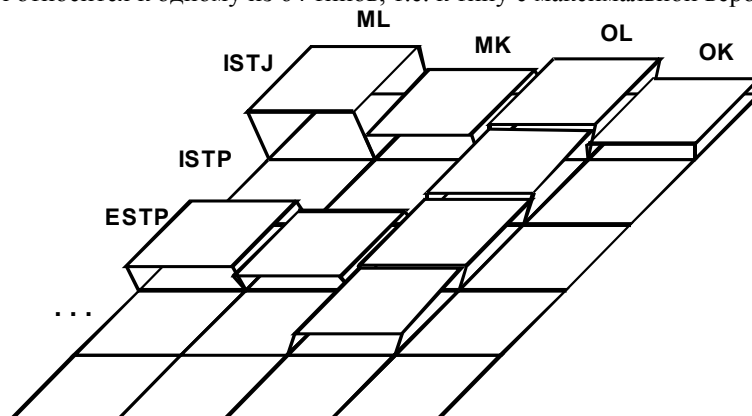


Рис. 10. Гистограмма закона распределения типов у специалиста с номером i

Например, на рис. 10 специалист с номером i относится к типу с номером 1, т.е. к типу ISTJML. Разумеется, в реальности можно предположить, что количество различных социально-психологических типов в каждом специалисте гораздо больше (например, мощности континуум). Очевидно, что каждый специалист сам по себе уникален, и закон распределения в нем социально-психических типов также уникален. Это явление аналогично отпечаткам пальцев человека, т.е. каждый отпечаток сам по себе уникален, но практически людей можно разбить на кластеры примерно с одинаковыми отпечатками пальцев. Вопрос о корреляции этих отпечатков специалиста с законом распределения социально-психических типов у нас остается открытым. И конечно, кажется заманчивой идея по отпечаткам пальцев человека определить его склонность к той или иной деятельности, т.е. в определенной мере получить критерий природосообразности обучения индивида определенной деятельности. Такие исследования приведены в работе профессора Б. Хигера «Ваш характер на кончике пальцев» в рамках дерматолифики, т.е. науке о совокупности узоров, которые образует гребневая кожа на поверхности кистей рук и стоп ног [4]. Линии уровня закона распределения социально-психологических типов в специалисте, скорее всего, позволят сделать такую кластеризацию. На рис. 11 приводится вариант плотности распределения вероятностей социально-психических типов в специалисте и линии уровней этого закона (след социально-психического типа специалиста – его социально-психологическая карта).

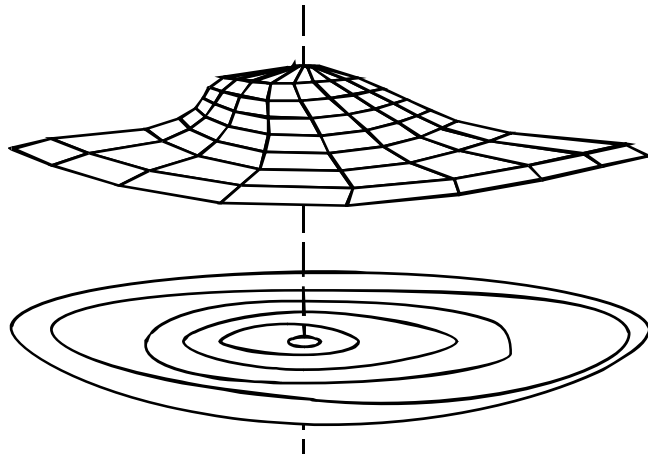


Рис. 11. Плотность распределения социально-психологических типов в специалисте и линии уровня этого закона

Виртуальная лаборатория диагностики социально-психологической конкурентоспособности специалистов в определенной области деятельности.

Из всего сказанного следует, что в результате эволюции тип каждого человека «размыт» в разной мере между другими типами. На практике все же можно сказать, прототипом какого типа является конкретный человек.

На рис. 12 показаны метрики – закон распределения различных типов людей в составе социально-психологических типов авторов.

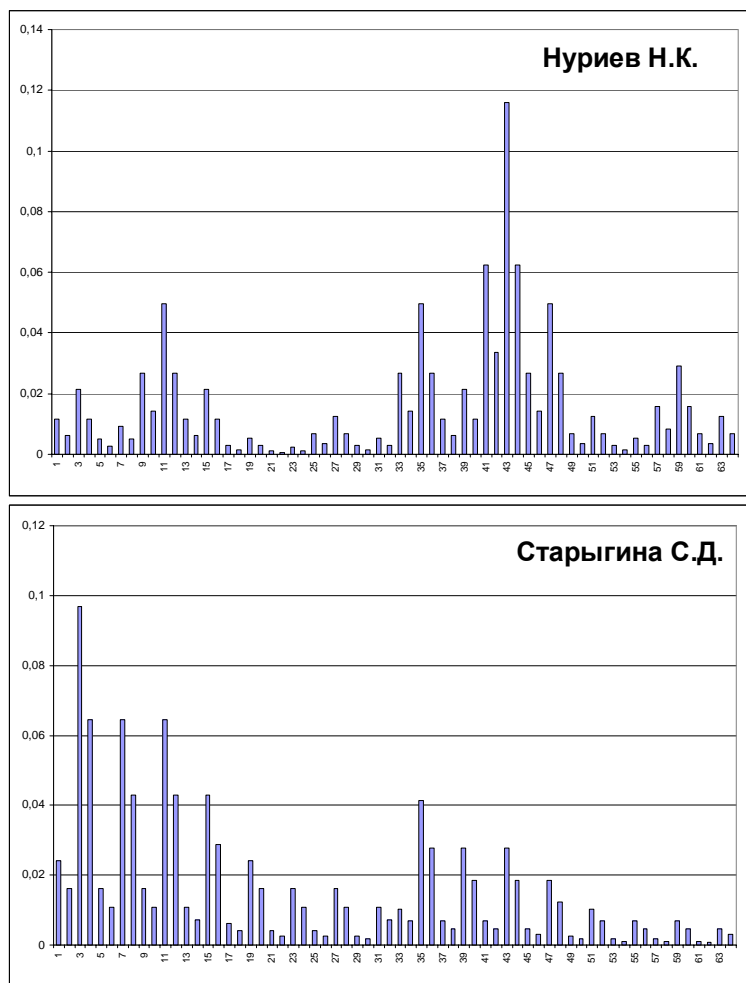


Рис. 12. Закон распределения социально-психологических типов в специалисте

Из опыта деятельности известно, что люди с разными законами распределения по-разному приспособлены к той или иной деятельности.

Разумеется, человек занимается разными видами деятельности и их можно классифицировать по разным признакам. При этом каждый класс можно разбить на подклассы с определенной иерархической структурой. Приведем пример классификации деятельностей по направлению решения основных проблем в предметных областях. В результате получим следующую классификацию:

1. Образовательная деятельность.
2. Научная деятельность.
3. Производственная деятельность.
4. Экономическая деятельность.
5. Коммерческая деятельность.
6. Деятельность в сфере сервиса.
7. Деятельность в области культуры и искусства.
8. Деятельность в области медицины.
9. Деятельность в области юриспруденции.
10. Деятельность в сфере безопасности и защиты государства.

В качестве примера на рис. 13 приводятся эпизоды законов распределения разных типов людей в различных областях деятельности.

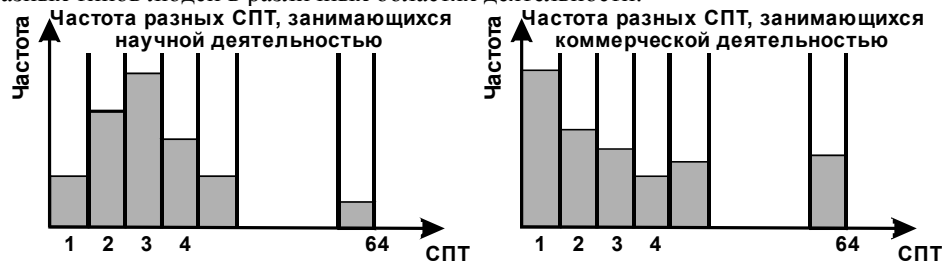


Рис. 13. Закон распределения разных типов людей занятых определенной деятельностью

Значение величины частоты СПТ людей будем называть коэффициентом социально-психологической конкурентоспособности человека в той или иной области деятельности.

Виртуальная лаборатория самообследования на социально-психологическую конкурентоспособность в той или иной деятельности (природосообразности занятия деятельностью) размещена на сайте www.lab-ipm.kstu.ru.

Математическая модель состояния проектно-конструктивных способностей специалиста (факторы 2, 4) и ее метрики.

Очевидно, факторы 2 и 4 связаны между собой функционально. Вернемся к рассмотрению функциональной модели специалиста, выделив там факторы 2 и 4 (рис. 14).

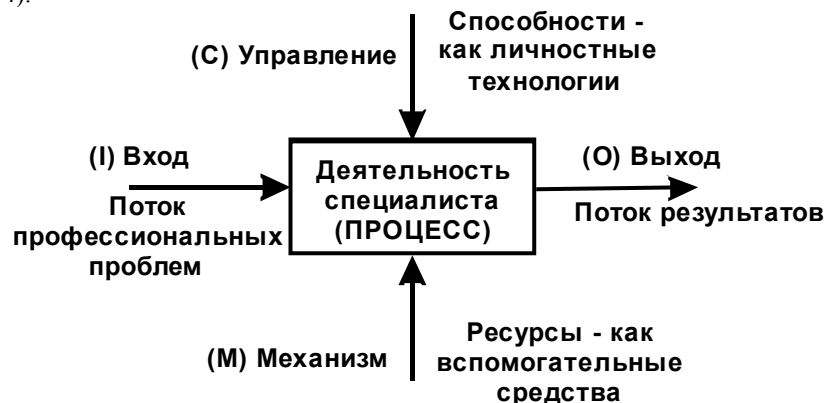


Рис. 14. Функциональная модель специалиста

Согласно этой диаграмме, специалист функционирует следующим образом. Входной поток проблем (I) специалист через свою деятельность трансформирует в выходной поток результатов (O). При этом эффективность этой трансформации

зависит от его уровня развития информационно-интеллектуальных ресурсов, т.е. от его способностей (С), которые он применяет, опираясь на имеющиеся ресурсы (М).

В целом, работа специалиста (деятельность) по решению любой проблемы из потока состоит из трех фаз: фаза работы (деятельность типа А) по формализации проблемной ситуации в когнитивной сфере; фаза работы (деятельность типа В) по конструированию решения проблемы; фаза работы (деятельность типа С) по реализации решения. Произведем декомпозицию деятельности специалистов в контекстной функциональной модели по этим фазам работ (рис. 15).

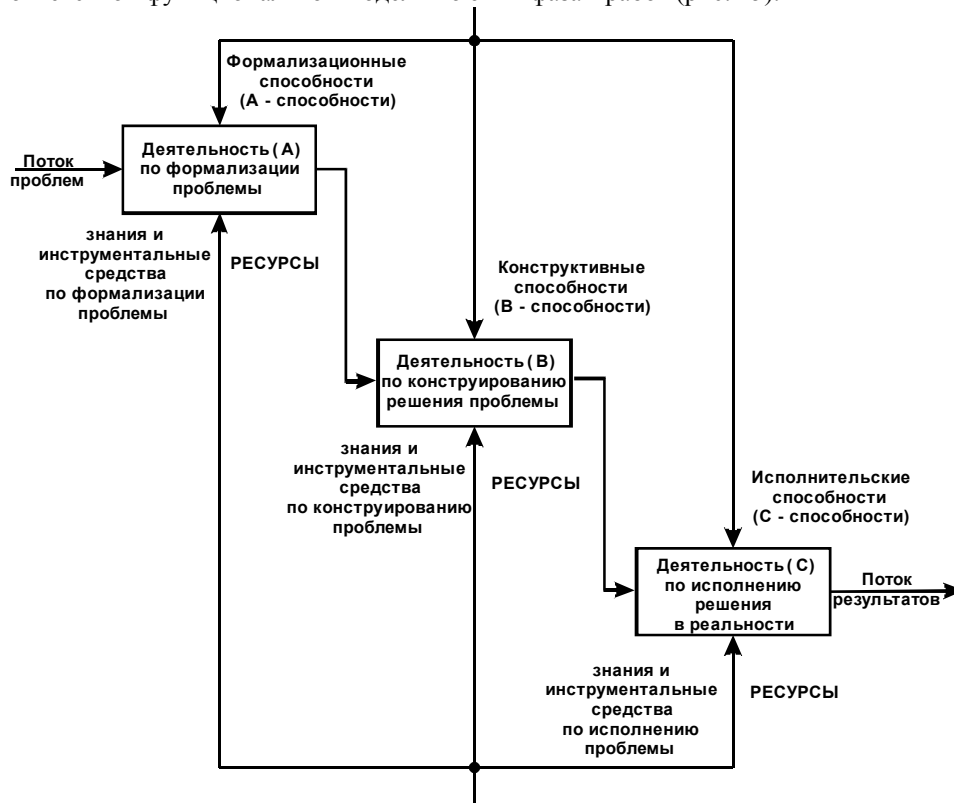


Рис. 15. Декомпозиция деятельности специалиста по фазам работ в функциональной модели

При этом выделим два вида работ, т.е. физическую работу и интеллектуальную работу, которые соответственно поддерживаются физической и умственной деятельностью специалиста. Физическую мощность специалиста можно определить по проделанной физической работе, воспользовавшись классической формулой $F \cdot V = N$, где F – сила, затраченная на выполнение работы; V – скорость выполнения работы; N – мощность специалиста, проявляющаяся при выполнении этой физической работы. Аналогично, определим интеллектуальную мощность человека, проявляющихся при решении потока профессиональных проблем.

Аддитивную суммарную интеллектуальную силу специалиста обозначим через S , т.е. $S = A + B + C$, тогда взвешенные интеллект-силы в направлениях А, В, С способностей можно ставить через A/S , B/S , C/S . Разумеется, скорость решения формализационных задач пропорциональна величине А, конструктивных – величине В и исполнительских – величине С.

Как уже было сказано, для специалиста любая проблема из определенной компетенции при декомпозиции состоит из трех задач: А – задача формализации проблемы; В – задача конструирования решения; С – задача реализации (исполнения) решения. Для решения этих задач у специалиста в его методологии на актуальный момент времени, через образовательный процесс сформированы А, В, С – технологии определенного уровня развития. Разумеется, эти технологии в психологии принято рассматривать как способности в решении проблем в различных областях деятельности. Уровень развития этих способностей в определенной области деятельности будем характеризовать тремя величинами А, В, С и назовем АВС – способностями специалиста. Значения величин А, В, С будем называть интеллект-

силой (интс), т.е. в том смысле, что чем больше значения величин А, В, С у специалиста, тем быстрее он решает задачи типов А, В, С соответственно. Разумеется, что для решения, в целом, сложной проблемы должны быть развиты все три типа интеллект-силы в комплексе.

По аналогии с физической мощностью человека можно построить модель состояния интеллектуальной мощности специалиста. И с помощью этой модели можно определить величины А, В, С, затрачиваемые специалистом при решении проблемы трудоемкости $N = \langle N(A), N(B), N(C) \rangle$, где $N(A), N(B), N(C)$ – мощности специалиста, проявляющиеся при решении задач типов А, В, С в составе проблемы.

В целом, интеллект-мощность специалиста, затраченную при решении проблемы формально можно записать как систему из трех уравнений:

$$\begin{cases} \frac{A}{S} \cdot (k \cdot A) = N(A) \\ \frac{B}{S} \cdot (k \cdot B) = N(B) \\ \frac{C}{S} \cdot (k \cdot C) = N(C) \end{cases}$$

Коэффициент k можно взять равным единице (k=1). В результате получим систему

$$\begin{cases} \frac{A}{A+B+C} \cdot A = N(A) \\ \frac{B}{A+B+C} \cdot B = N(B) \\ \frac{C}{A+B+C} \cdot C = N(C) \end{cases}$$

Конкретные величины $N(A), N(B), N(C)$, выраженные в работа-часах (раб/час) фактически снимаются с практической работы по решению определенной области специалистом. Разумеется, эти величины могут быть определены в результате эксперимента, теста или оценены экспертами.

Рассмотрим пример оценки значений величин АВС – способностей специалиста, полученных на базе организованного потока проблем из определенной предметной области (компетенции).

Из контекста сказанного следует, что, любую проблему из любой предметной области деятельности можно представить в следующем формате (рис. 16).

Проблема			Дидактические метрики проблемы			
№	Проблемная ситуация	Вопрос	КФТ	ККТ	КИТ	ОТР
•	•	•	a1	a2	a3	a4

Рис. 16. Формат представления учебной проблемы

Через КФТ, ККТ, КИТ обозначены соответственно коэффициенты формализационной, конструктивной и исполнительной трудоемкости проблемы, как части от общей трудоемкости работ (ОТР). Причем $a1+a2+a3=1$, $a4$ – величина общей трудоемкости решения проблемы в работа часах (раб/час).

Рассмотрим пример вычисления оценки актуального уровня развития ИИР специалиста на поле проблем определенной компетенции. Допустим, поле проблем состоит из трех задач элементарной математики (рис. 17).

Проблемы			Дидактические метрики проблем			
N	Проблемная ситуация	Вопрос	КФТ	ККТ	КИТ	ОТР
1	Мотоциклист задержался у шлагбаума на 24 мин. Увеличив после этого скорость на 10 км/час, он наверстал опоздание за 80 км.	Чему равна первоначальная скорость мотоциклиста (в км/час)	0,6	0,1	0,3	0,2 (раб/час)
2	Дано неравенство $\frac{2x^2 - 5x - 12}{\sqrt{2x^2 - 15x + 20}} \cdot \sqrt{x + 5} \leq 0$	Чему равна сумма целых решений неравенства	0,1	0,7	0,2	0,3 (раб/час)
3	Дано выражение $\left 3\sqrt{2} - \left \sqrt{3 - 2\sqrt{2}} \right \right + \sqrt{5 - 2\sqrt{6}}$	Чему равно численное значение выражения	0,1	0,1	0,8	0,2 (раб/час)

Рис. 17. Эпизод нормированной экспертами базы проблем предметной области

Формально запишем три системы уравнений. Исходя из данных тестовых заданий и определим величины А, В, С, требуемые для их решения специалистом.

$$\begin{cases} A^2 / (A + B + C) = 0,6 \cdot 0,2 \\ B^2 / (A + B + C) = 0,1 \cdot 0,2 \\ C^2 / (A + B + C) = 0,3 \cdot 0,2 \end{cases}$$

Решение. $A=A(1)=0,25$
 $B=B(1)=0,10$
 $C=C(1)=0,18$

$$\begin{cases} A^2 / (A + B + C) = 0,1 \cdot 0,3 \\ B^2 / (A + B + C) = 0,7 \cdot 0,3 \\ C^2 / (A + B + C) = 0,2 \cdot 0,3 \end{cases}$$

Решение. $A=A(2)=0,15$
 $B=B(2)=0,40$
 $C=C(2)=0,21$

$$\begin{cases} A^2 / (A + B + C) = 0,1 \cdot 0,2 \\ B^2 / (A + B + C) = 0,1 \cdot 0,2 \\ C^2 / (A + B + C) = 0,8 \cdot 0,2 \end{cases}$$

Решение. $A=A(3)=0,10$
 $B=B(3)=0,10$
 $C=C(3)=0,27$

Рассмотрим множество всех проблем разной сложности из этой предметной области, отсортированных по двум критериям: по возрастанию их сложности (трудоемкости) и по принадлежности из разной предметной области. В результате, для нашего примера, получим три поля проблем из предметной области (компетенции) (рис.18).



Рис. 18. Модель поля проблем типа А

На этом поле построим аппроксимирующую плоскость $A=ax+by+c$, значения коэффициентов которой найдем, решив систему линейных уравнений

$$\begin{cases} 0,12a + 1b + c = 0,25 \\ 0,03a + 2b + c = 0,15 \\ 0,02a + 3b + c = 0,10 \end{cases} \quad \text{Решение. } A=0,63; b=-0,044; c=0,22.$$

При этих значениях аппроксимирующая плоскость – план (порог) уровня развития А – способностей специалиста на поле имеет вид

$$A = 0,63x - 0,044y + 0,22$$

Аналогично, определим планы уровней развития В – способностей и С – способностей, т.е.

$$\begin{cases} 0,02a + 1b + c = 0,10 \\ 0,21a + 2b + c = 0,40 \\ 0,02a + 3b + c = 0,10 \end{cases} \quad \begin{aligned} &\text{Решение. } A=1,58; b=0; c=0,07. \\ &B = 1,58x + 0y + 0,07 \end{aligned}$$

$$\begin{cases} 0,06a + 1b + c = 0,18 \\ 0,06a + 2b + c = 0,21 \\ 0,16a + 3b + c = 0,27 \end{cases} \quad \begin{aligned} &\text{Решение. } A=0,30; b=0,03; c=0,13. \\ &C = 0,30x + 0,03y + 0,13 \end{aligned}$$

Разумеется, линейная модель плана развития ABC способностей специалиста носит приближенный характер, но этот план оказывается надежным ориентиром при диагностике уровня развития ABC способностей обучаемого на фоне экспертно-синтезированных показателей конкурентоспособного специалиста. На основе этой техники диагностики могут быть спроектированы измерительные системы для оценки актуального уровня развития информационно – интеллектуальных ресурсов обучаемых.

Информационно-интеллектуальная конкурентоспособность обучаемого.

Разные методики оценки конкурентоспособности специалиста рассмотрены в работах [10-13]. Практически сравнение уровней развития ABC способностей специалиста и обучающегося делается следующим образом. Рассмотрим поле проблем из компетенции, для которого построены планы уровней развития способностей специалиста. Разумеется, на том же поле могут быть рассмотрены другие задачи (рис. 19).

Проблемы			Дидактические метрики проблем			
N	Проблемная ситуация	Вопрос	КФТ	ККТ	КИТ	ОТР
1	Описание задачи 1	Вопрос 1	0,7	0,2	0,1	0,5 (раб/час)
2	Описание задачи 2	Вопрос 2	0,2	0,6	0,2	0,4 (раб/час)
3	Описание задачи 3	Вопрос 3	0,1	0,3	0,7	0,5 (раб/час)

Рис. 19. Эпизод нормированной экспертами базы проблем предметной области

Сделаем следующие вычисления:

- Используя планы уровней развития формализационных, конструктивных и исполнительских способностей вычисляются средние значения А, В, С специалиста, для рассматриваемых проблем

$$A(1)=0,63 \cdot 0,35 - 0,044 \cdot 1 + 0,22 = 0,40$$

$$A(2)=0,63 \cdot 0,08 - 0,044 \cdot 2 + 0,22 = 0,18$$

$$A(3)=0,63 \cdot 0,05 - 0,044 \cdot 3 + 0,22 = 0,12$$

$$A(\text{среднее})=(A(1) + A(2) + A(3))/3 = 0,23$$

$$B(1)=1,58 \cdot 0,1 + 0,07 = 0,23$$

$$B(2)=1,58 \cdot 0,24 + 0,07 = 0,45$$

$$B(3)=1,58 \cdot 0,15 + 0,07 = 0,31$$

$$B(\text{среднее})=(B(1) + B(2) + B(3))/3 = 0,33$$

$$C(1)=0,3 \cdot 0,05 + 0,03 \cdot 1 + 0,13 = 0,18$$

$$C(2)=0,3 \cdot 0,08 + 0,03 \cdot 2 + 0,13 = 0,21$$

$$C(3)=0,3 \cdot 0,35 + 0,03 \cdot 3 + 0,13 = 0,33$$

$$C(\text{среднее})=(C(1) + C(2) + C(3))/3 = 0,24$$

- Пусть например, обучающиеся за продолжительность времени $t=0,5(\text{раб/час})+0,4(\text{раб/час})+0,5(\text{раб/час})=1,4(\text{раб/час})$ решил вторую и

третью задачи, но не решил первую, поэтому $A1(1)=0$; $B1(1)=0$; $C1(1)=0$, $A1(\text{среднее})=0,10$; $B1(\text{среднее})=0,25$; $C1(\text{среднее})=0,18$.

3. Вычислим значения коэффициентов конкурентоспособности обучающегося со специалистом на поле проблем со средней трудоемкостью $(ОТР(1)+ОТР(2)+ОТР(3))/3=0,47$ раб/час по следующим формулам:

$$kA(\text{среднее}) = \frac{A1(\text{среднее})}{A(\text{среднее})} \cdot 100\% = \frac{0,10}{0,23} \cdot 100\% = 43\%$$

$$kB(\text{среднее}) = \frac{B1(\text{среднее})}{B(\text{среднее})} \cdot 100\% = \frac{0,25}{0,33} \cdot 100\% = 76\%$$

$$kC(\text{среднее}) = \frac{C1(\text{среднее})}{C(\text{среднее})} \cdot 100\% = \frac{0,18}{0,24} \cdot 100\% = 75\%$$

4. В совокупности $\langle kA, kB, kC \rangle$ на поле проблем компетенции характеризуют уровень развития информационно-интеллектуальных ресурсов обучаемого, т.е. это состояние равно $\langle 43\%, 76\%, 75\% \rangle$.
5. Вывод на поле проблем компетенции, обучающиеся на 43% может конкурировать со специалистом по уровню развития формализационных способностей, на 76% - конструктивных способностей и на 75% - исполнительских способностей.

На рис. 20 представлена линейная математическая модель учета фактора ИИР, через которую отражены планы уровней развития ABC – способностей специалиста в области его профессиональной компетенции.

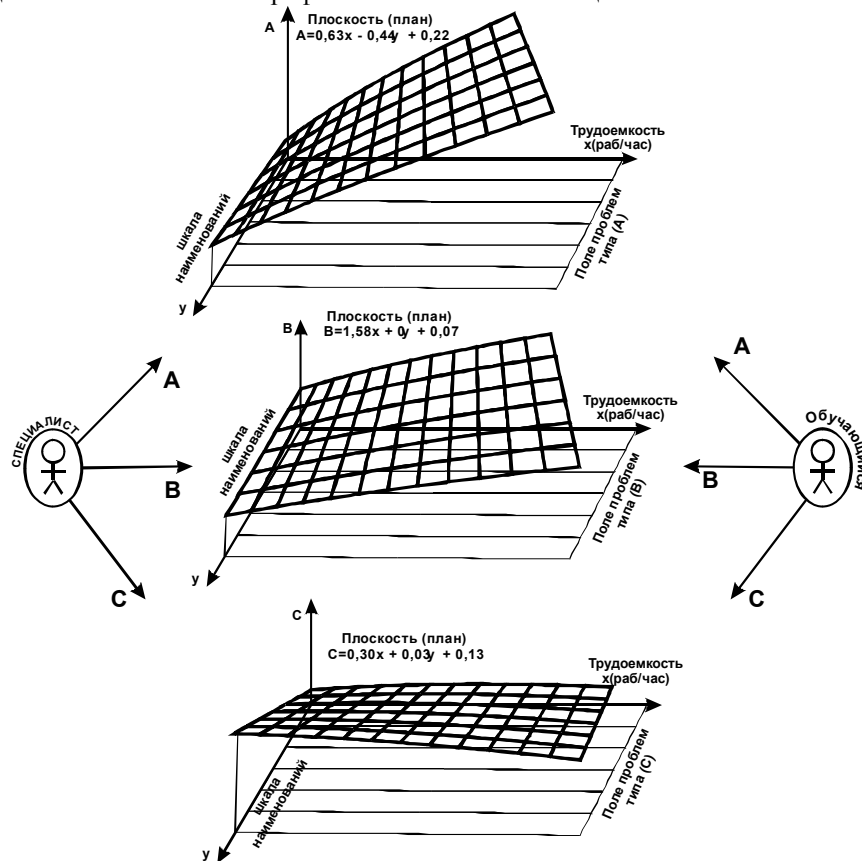


Рис. 20. Планы требуемых уровней развития ABC – способностей специалиста

Техника диагностики уровня развития ABC – способностей в предметной области. Принципиальная схема техники оценки информационно-интеллектуальной конкурентоспособности (ИИК) специалиста приводится на рис. 21.

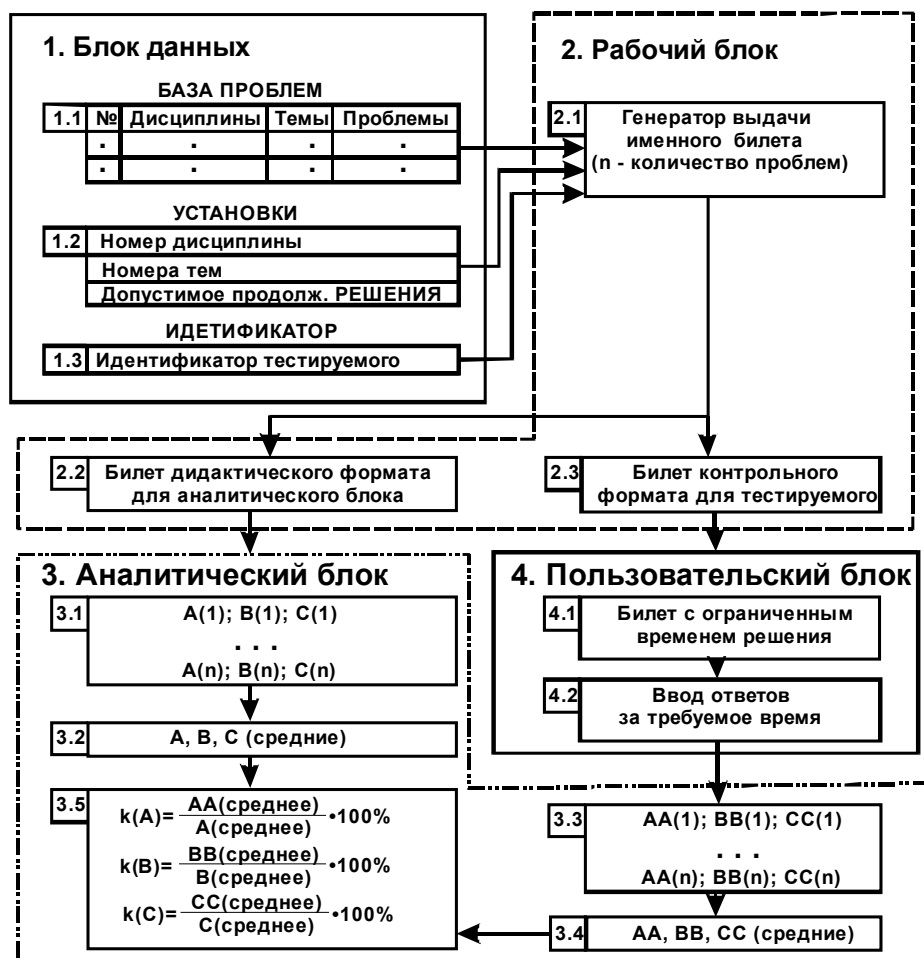


Рис. 21. Принципиальная схема техники установления информационно-интеллектуальной конкурентоспособности специалиста

Эта техника реализуется (функционирует следующим образом):

Блок данных содержит реляционные базы проблем, рассматриваемых в рамках разных дисциплин. Любая проблема в базе представлена в дидактическом формате (эталон, решаемых специалистом проблем). В этом же блоке устанавливаются режимы диагностики ИИК и производится идентификация специалиста.

Рабочий блок. В этом блоке располагается генератор заданий (генератор билетов), который вырабатывает эксклюзивный билет двух форматов: билет дидактического формата (2.2) и билет контрольного формата (2.3).

Аналитический блок вычисляет необходимые уровни развития проектно-конструктивных (ABC) способностей для решения каждой проблемы (экспертные оценки значений – A, B, C). В этом же блоке вычисляются средние значения A, B, C требуемые для решения билета в целом (3.2).

Пользовательский блок в целом представляет собой интерфейс пользователя, через который контролируется продолжительность решения задач билета (только общая продолжительность решения) и вводятся ответы решенных задач. Данные с этого блока поступают в аналитический блок (3), где исходя из ответов тестируемого, устанавливаются уровни развития ABC – способностей по каждой проблеме (3.3) и средние значения уровней ABC – способностей тестируемого (3.4).

Значения коэффициентов ИИК специалиста по сравнению с эталоном вычисляются в модуле 3.5.

Разумеется, на основе этой техники могут быть разработаны различные алгоритмы для вычисления коэффициентов ИИК.

Модель влияния состояния организации метрик факторов на эффективность деятельности. Актуальное состояние в статике развития проектно-

конструктивных способностей личности в среде проблем показано (рис. 22) на имитационной модели-шкале (ИМ – шкале).

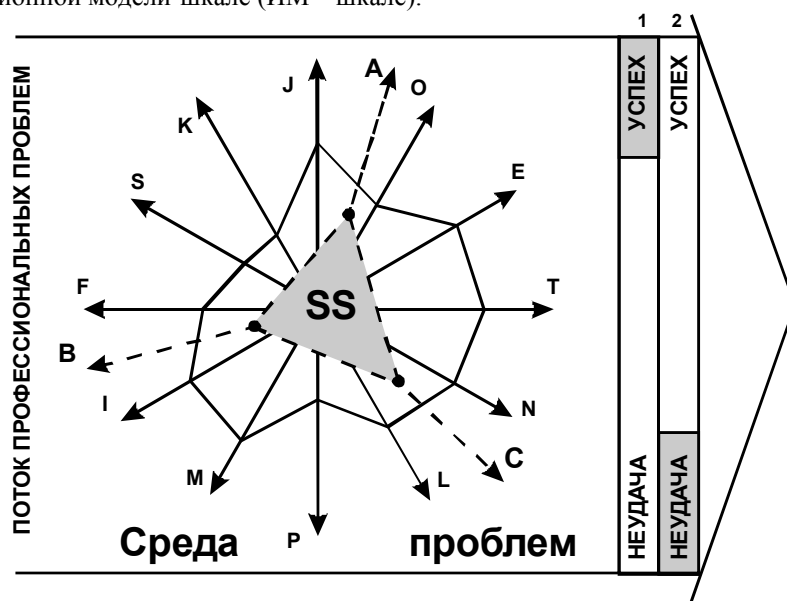


Рис. 22. Статическая модель состояния метрик композиции факторов

В этой шкале считается, что чем больше величина площади треугольника SS развития ABC – способностей специалиста, тем выше показатели эффективности результатов деятельности. В динамике на скорость роста величины площади треугольника развития ABC – способностей в среде проблем влияют организация и состояния метрик социально-психологического типа специалиста, а также возможные варианты технологий обучения деятельности в этой проблемной среде.

Основные причины малой эффективности Web-дидактических систем.

Бесспорно, учить деятельности принципиально отличается от занятия самой деятельностью, т.к. это во многом другой процесс, очевидно и другое, что учить необходимо исходя из функциональной модели деятельности специалиста, т.к. именно это определяет успешность деятельности. Рассмотрим модели функционирования двух дидактических систем: классической дидактической системы (класс – Д-система, рис. 23) и Web-дидактической системы (Web-Д-система, рис. 24). Принципиальное отличие в функционировании этих систем заключается в том, что в первом случае обучение происходит в реальном пространстве, путем организации совместной деятельности преподавателя и обучающихся, а во втором – в виртуальном пространстве. Как правило, значения показателей эффективности в первом случае намного выше, чем во втором. И поэтому, на сегодняшний день, одной из основных проблем является проблема повышения значения показателей эффективности Web-Д-систем, т.к. от решения этой проблемы зависит вопрос индустриализации образования, и в целом, информационная глобализация общества.

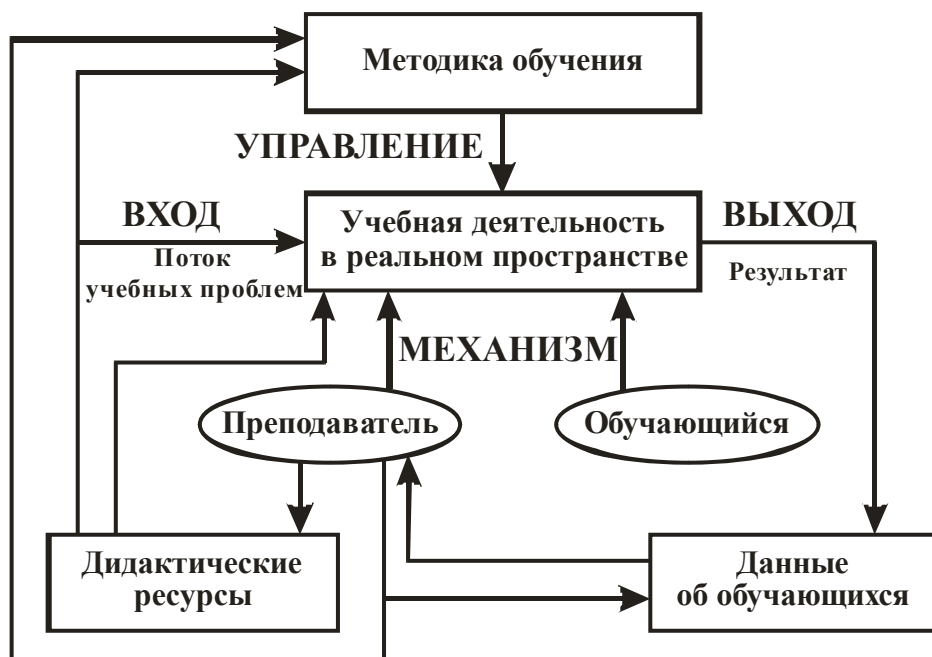


Рис. 23. Принципиальная схема функционирования классической дидактической системы

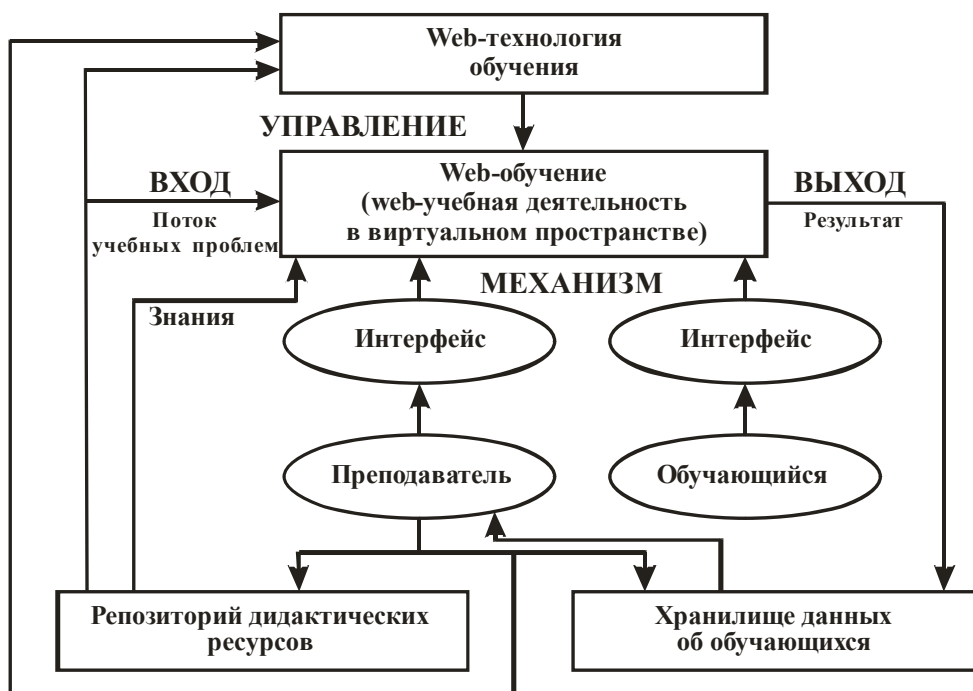


Рис. 24. Принципиальная схема функционирования Web-дидактической системы

Рассмотрим проблему обеспечения эффективности Web-Д-системы.

Любая дидактическая система должна отвечать на следующие основные вопросы:

Чему учить? Т.е. в дидактической системе (Д-системе) должны быть определены, какие актуальные проблемы, какой сложности и трудоемкости должен решать специалист в рассматриваемой компетенции.

Как учить? Т.е. Д-системе должны быть разработаны надежные технологии обучения, поддерживаемые необходимыми ресурсами для реализации этих технологий на практике.

До чего учить (меры по ГОС ВПО)? Т.е. Д-система должна содержать план (порог) востребованного уровня развития личностных информационно-интеллектуальных ресурсов специалиста.

По аналогии с функциональной моделью деятельности специалиста, построим функциональную модель подготовки к деятельности специалиста в диалекте SADT (рис. 25).

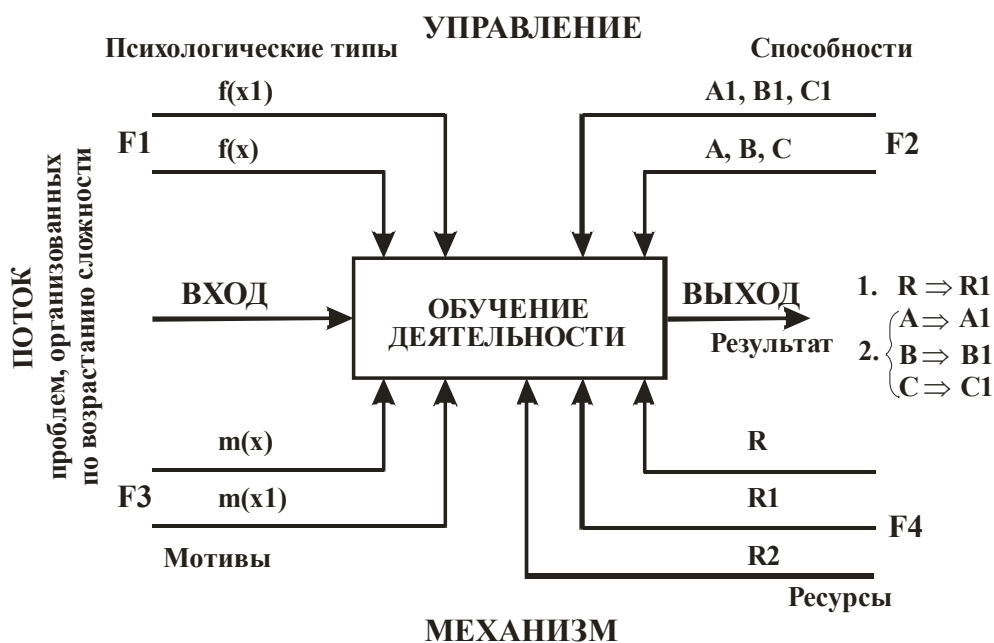


Рис. 25. Функциональная модель обучения деятельности

Модель функционирует следующим образом: на ВХОД поступают проблемы дидактического формата в режиме системного времени, организуя поток учебных проблем по возрастанию сложности. Обучаемый с помощью преподавателя трансформирует проблемы со ВХОДА на ВЫХОД с разными значениями показателей эффективности в зависимости от актуального состояния организации факторов F1, F2, F3, F4 и их метрик. Причем, в условиях массовой подготовки специалистов факторы F1 и F3 – определяют психологическую и мотивационную среды обучения деятельности (f(x) и f(x1)- законы распределения различных психологических типов в обучаемых и преподавателе (психологические метрики среды); m(x) и m(x1) – законы распределения мотивов (метрики мотивов). Фактор F4 – характеризует среду внутренних и внешних ресурсов, поддерживающих процесс обучения деятельности (R и R1 – организации внутренних информационных ресурсов (знания) обучающихся и преподавателя (метрики ресурсов); R2 – организация внешних ресурсов, т.е. вспомогательных средств, поддерживающих процесс обучения деятельности (метрики внешних ресурсов)). Фактор F2 – характеризует организацию способностей, т.е. состояние интеллектуальной среды по решению проблем в определенной предметной области (метрики A, B, C, A1, B1, C1 – уровни развития проектно-конструктивных способностей обучающихся и преподавателя).

Таким образом, системный анализ показывает, что подготовка специалиста (обучение) как процесс, одновременно протекает в разных средах (рис. 26) с разными метриками под управлением определенной технологии подготовки специалистов.

**УПРАВЛЕНИЕ
(ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТА)**



Рис. 26. Модель дидактической системы (пространства) подготовки специалистов

Многие авторы [14] говорят о кризисном состоянии в области разработки учебных книг. То же самое можно сказать и об электронных учебниках и об Web-Д-системах в целом. Те же авторы этот кризис связывают с тем обстоятельством, что традиционный предметно-центрический взгляд на учебник пришел в противоречие с объективными потребностями в образовании, среди которых на первый план вышла задача развития индивидуальных психологических (личностных) ресурсов каждого обучающегося. То по мнению А.З. Рахимова выход из создавшегося кризиса следует искать в создании логико-психологической концепции учебника на основе положений диалектической логики и психологической теории деятельности [15].

В настоящее время не существует ни одной Web-Д-системы, которая учитывала бы наличие влияния факторов среды на эффективность процесса подготовки специалистов.

Разумеется, на практике любой преподаватель при общении с аудиторией корректирует (форматирует) свою технологию обучения в зависимости от структуры организации и метрик среды (психологической, интеллектуальной, мотивационной, ресурсной) и это является первой основной причиной превосходства класса – Д-систем над Web-Д-системами.

Вторая основная причина неэффективности Web-Д-систем, сегодня, заключается в следующем. Как уже отмечалось, в любой своей деятельности, человек естественно пользуется проектно-конструктивной технологией, т.е. при решении любой проблемы от простой до сложной он сначала формализует проблемную ситуацию в когнитивной сфере, затем конструирует решение опираясь на свою когнитивную модель и только потом реализует это решение в реальной среде. Поэтому, человек при решении любой проблемы сначала решает задачу А – формализации проблемной ситуации; затем решает задачу В – конструирования решения проблемы и, наконец, решает задачу С – осуществляет решение задачи В в реальной среде.

Разумеется, любой человек обладает определенным уровнем развития ABC – способностей. Эти ABC способности являются личностными технологиями используемые им для решения любых проблем. Поэтому ABC технологии это инвариантная составляющая любых методологий.

В контексте рассмотренной модели (рис. 25) задачу подготовки специалиста в рамках определенной дидактической системы (Д-системы) за время Т, можно определить следующим образом: в Д-системе за время Т подготовить к деятельности специалиста по решению проблем в определенной области деятельности так, чтобы

1. $R \Rightarrow R1$ (знания обучающихся стремятся к знаниям специалиста)
2. $\begin{cases} A \Rightarrow A1 \\ B \Rightarrow B1 \\ C \Rightarrow C1 \end{cases}$ (уровни развития способностей обучающихся стремятся к уровню развития способностей специалиста по решению проблем в профессиональной области)

Иначе, можно сказать, требуется подготовить специалиста, который по основным (интериоризованным) информационным ресурсам (условие 1) и уровнем развития ABC способностей (условие 2) будет близок к эталонному специалисту.

На практике, хотя и опосредованно, преподаватель при обучении в классе – Д-систем стремится развить у обучающихся проектно-конструктивные способности и проверить подготовленность и по условию 1, и по условию 2. В условиях работы обучающихся в Web-Д-системе, как правило, предполагается развитие только информационной части профессиональной деятельности (уровень освоения ресурсов), т.е. выполнения условия 1.

Таким образом, в результате системного анализа деятельности специалиста и эвристики полученной в дидактике установлено, что на скорость роста величины уровня развития ABC – способностей в среде проблем из определенной предметной области влияют следующие факторы:

$$\Delta A = FF1(\text{ПОД, СПТ, ИФР, ТОД})$$

$$\Delta B = FF2(\text{ПОД, СПТ, ИФР, ТОД})$$

$$\Delta C = FF3(\text{ПОД, СПТ, ИФР, ТОД})$$

где величины ΔA , ΔB , ΔC – приращения показателей уровня развития ABC – способностей за время, предусмотренное по технологии обучения деятельности (ТОД) в предметной области деятельности (ПОД) обучающихся определенного социально-психологического типа (СПТ) с определенным уровнем возможной интериоризации информационных ресурсов ИФР по технологии ТОД. Через FF1, FF2, FF3 обозначены идентификаторы, показывающие наличие связей между перечисленными факторами. Разумеется, каждый фактор является системой со сложной структурой организации, и характеризующими этот фактор метриками. В свою очередь композиция факторов ПОД, СПТ, ИФР, ТОД также организует качественно новую систему со сложной структурой и метриками.

В практической плоскости этой моделью можно воспользоваться для накопления большого количества экспериментальных дидактических данных (ЭДД) (при накоплении статистики на разных иерархических уровнях организации учебного процесса – кафедры, деканата, университета, департамента образования). Например, создадим ЭДД на уровне выпускающей кафедры (рис. 27).

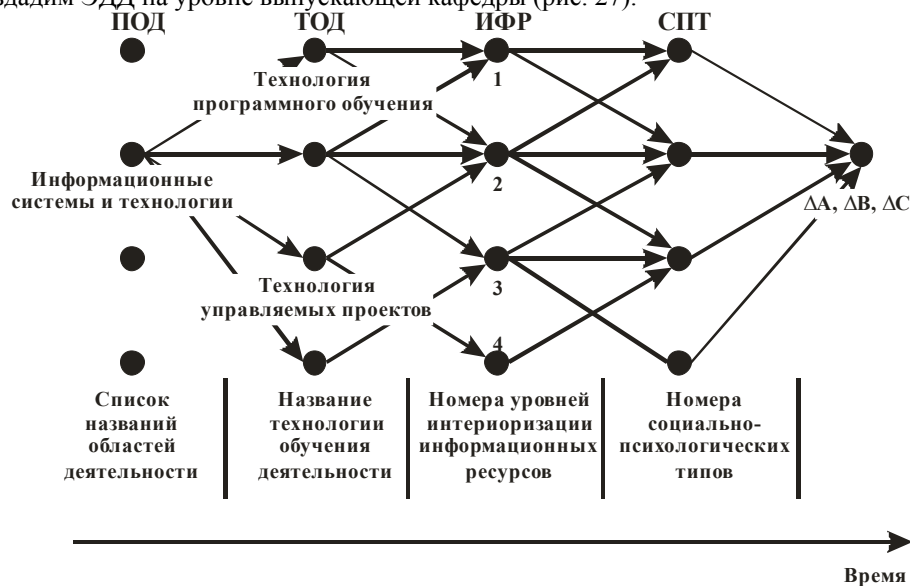


Рис. 27. Эпизод сетевого графа по маршруту, которого может быть подготовлен специалист к деятельности

Разумеется, таких маршрутов много, например, если количество ПОД=12, ТОД=10, ИФР=4, СПТ=64, то всего возможных маршрутов будет $M=12*10*4*60=30720$.

Очевидно, любая выпускающая кафедра может набрать статистику о сочетании организации факторов и их метрик, создающих наиболее благоприятные условия с точки зрения вероятностей для быстрого развития ΔА, ΔВ, ΔС, т.е. какие сочетания обеспечивают быстрое развитие АВС – способностей. Фактически это статистика и выводы из нее являются формализацией накопленного опыта преподавателей, и этот формализованный опыт может быть использован в разных проектах Web-Д-систем.

Итак, сегодня требуется проектирование Web-Д-систем на основе кибернетического подхода, которое во многом ликвидирует перечисленные недостатки Web-Д-систем [17, 18].

Кибернетический подход в целом предполагает комплексную автоматизацию учебного процесса, т.е. это не только информатизация образования с использованием телекоммуникационных технологий, но и автоматизация управления и делопроизводства дидактической системы.

Автоматизация дидактической системы предполагает ее развитие в трех направлениях:

- 1) синтез модели специалиста в виде комплекса значимых для деятельности характеристик специалиста (плана – характеристик для развития обучающихся);
- 2) организацию актуального потока учебных проблем определенной сложности и баз доступных ресурсов для их решения;
- 3) синтез системы – организатора совместной учебной деятельности с адаптивной средой обучения с целью обеспечения высоких значений показателей эффективности обучения.

Концептуальная модель Д-системы, спроектированная на базе кибернетического подхода, приводится на рис. 28. В целом, модель Д-системы, является развивающейся по спирали (по прототипам) системой, поддерживаемой в актуальном состоянии коллективом выпускающей кафедры (командой) с привлечением общеобразовательных кафедр.

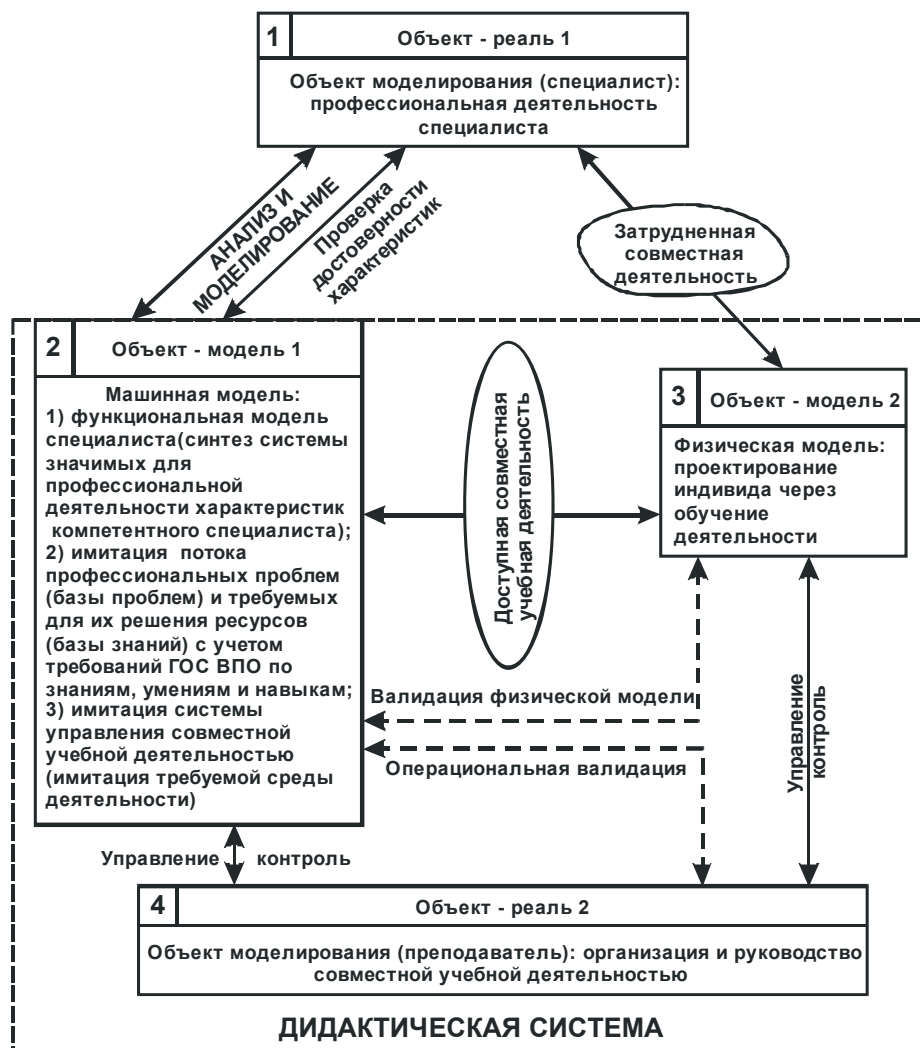


Рис. 28. Концептуальная модель Web-D-системы, спроектированная на базе кибернетического подхода

Литература.

- [Лешкевич Т.Г., 2006] Лешкевич Т.Г. Философия науки: Учеб. Пособие. – М.: Инфра-М, 2006. – 272 с.
- [Креггер О. и др., 2005] Креггер О., Тьюсон Д. Типы людей и бизнес. – М.: АСТ: Апрель, 2005. – 457 с.
- [Тайгер Д. и др., 2005] Тайгер Д., Бэррон-Тайгер Б. Делай то, для чего рожден. - М.: АСТ: Апрель, 2005. – 683 с.
- [Хигер Б., 2006] Хигер Б. Ваш характер на кончиках пальцев. – М.: ЗАО Центр полиграф, 2006. – 333 с.
- [Юнг К.Г.] Юнг К.Г. Психологические типы. – СПб.: Азбука, 2001. – 213 с.
- [Мерлин В.С., 1980] Мерлин В.С. Проблемы интегрального исследования индивидуальности человека // Психологический журнал. – 1980. - т.1, № 1. – С. 58 – 71.
- [Мерлин В.С., 1981] Мерлин В.С. Системный подход к онтогенезу интегральной индивидуальности // Психология формирования и развития личности. – 1981. – С. 87 – 105.
- [Кулагин Б.В., 1984] Кулагин Б.В. Основы профессиональной психодиагностики. – Л.: Медицина, 1984. – 216 с.
- [Нирмаейр Р. и др., 2006] Нирмаейр Р., Зайфферт М. Мотивация. – М.: Омега-Л, 2006. – 127 с.

10. [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.
11. [Нуриев Н.К., 2005] Нуриев Н.К. Оценка уровня конкурентоспособности специалиста // Высшее образование в России. – 2005. – № 12. – С. 109 – 113.
12. [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.
13. [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.
14. [Гельфман Э.Г. и др., 2006] Гельфман Э.Г., Холодная М.А. Психодидактика школьного учебника. Интеллектуальное воспитание учащихся. – СПб.: Питер, 2006. – 384 с.
15. [Рахимов А.З., 2003] Рахимов А.З. Психодидактика: Теория и практика психолого-педагогической инноватики, технологизации и акмеологизации образования. – М.: Творчество, 2003.
16. [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.
17. [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.