



Н.К. Нуриев, *заведующий кафедрой информатики и прикладной математики Казанского государственного технического университета, профессор, доктор педагогических наук*
Л.Н. Журбенко, *профессор, доктор технических наук*
С.Д. Старыгина, *заместитель декана по учебной работе факультета дизайна и программной инженерии, доцент*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Методологические аспекты учебной и профессиональной деятельности

Деятельность рассматривается как целенаправленный процесс, который протекает под управлением специалиста (команды) по определённой (личностной, общепринятой) технологии. При этом специалист гарантирует количество и качество продукта полученного в результате своей деятельности [1, 2].

В хронологическом порядке выделим два вида деятельности: учебную и профессиональную, которые по своей цели принципиально отличаются друг от друга. Целью учебной деятельности является развитие способностей (личностных технологий) до уровня, пригодного к профессиональной деятельности. Целью профессиональной деятельности является получение конкурентоспособного (информационного, материального, энергетического) продукта. Несмотря на такое отличие, можно выделить общую для этих видов деятельности инвариантную пятифакторную

информационно-логическую (инфологическую) модель организации деятельности по решению проблем в любой предметной области (рис. 1).

С помощью этой модели осуществляется формализованное представление деятельности как сложного процесса со всеми основными (значимыми) факторами. Рассмотрим этот информационный объект (пятифакторную модель) как управляемый через эти факторы объект, построенный с целью оптимизации этой деятельности относительно определённых критериев. Очевидно, в целом всё это позволяет автоматизировать управление процессом, то есть позволяет спроектировать систему (среду) автоматизированного управления учебной деятельностью. Эта управляющая система (интеллектуальная образовательная среда) составляет ядро любых систем, использующих информационные технологии и телекоммуникационные средства в образовательных системах нового поколения.

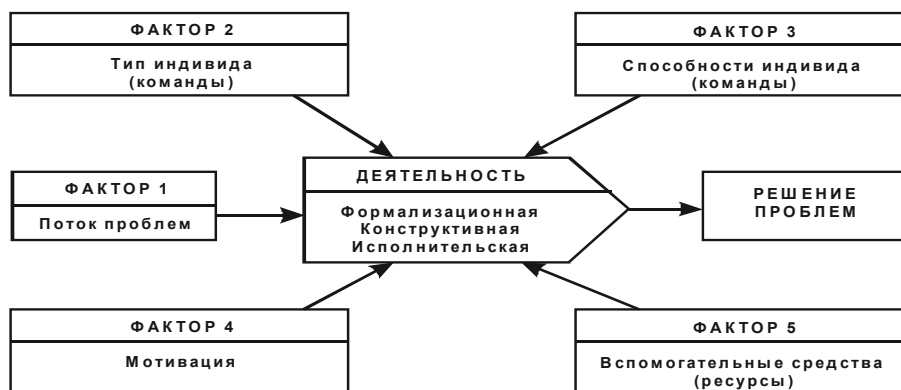


Рис. 1. Инвариантная информационно-логическая модель организации деятельности

Принципиальное отличие образовательных систем нового поколения заключается в том, что эти системы сами во многом управляют процессом обучения (в отличие от старых пассивных систем, управляемых самими обучаемыми или тьюторами).

В целом интеллектуальная образовательная среда в виртуальном пространстве является имитационной моделью образовательной среды, организуемой преподавателем.

Смоделируем функционирование специалиста в естественной среде его профессиональной деятельности. Работа специалиста начинается с того, что на него «наваливается» поток проблем из определённой предметной области разной сложности (см. рис.1, фактор 1), которые он должен с высокими показателями надёжности и качества решать в системе реального времени. При этом у специалиста имеется определённая мотивация деятельности для решения проблем (фактор 4) и ресурсы (фактор 5 — информационные, материаль-

ные, энергетические). Опираясь на свои природные данные (фактор 2 — психические, физические) и развитие в основном за счёт обучения способности (фактор 3 — личные технологии) к этой профессиональной деятельности специалист решает проблемы с определёнными показателями эффективности. Очевидно, состояния факторов также взаимосвязаны между собой, например показатели уровня развития способностей (фактор 3) зависят от состояния показателей факторов 1, 2, 5. Разумеется, разные специалисты в зависимости от состояния факторов (1–5) будут иметь разные значения показателей эффективности, надёжности, то есть в целом разные показатели успеха в деятельности.

В профессиональной деятельности можно выделить три составляющие этот процесс фазы:

1. Формализационная деятельность (формализационная фаза деятельности).

Решение любой проблемы начинается с формализации проблемной ситуации в когнитив-



ной сфере. Результатом этой деятельности является образ (когнитивная модель) проблемы. Реализована эта модель или представлена в реальности может быть в различных формах (форматах), например в абстрактно-знаковом или мультимедийном форматах. На практике, как правило, когнитивная модель представляется в сочетании этих форматов. Разумеется, разные люди обладают различными способностями (личностными технологиями) к формализационной деятельности, которые оцениваются по критериям адекватности, целостности, полноте, сложности, красоте представления и т. д. Интегрированную способность к формализационной деятельности назовём формализационными способностями (способности типа А).

2. Конструктивная деятельность (конструктивная фаза деятельности). Эта деятельность направлена на поиск пути решения проблемы, то есть в когнитивной сфере необходимо построить определённый конструкт в рамках проблемной ситуации (найти способ, метод, методику, алгоритм, технологию) организации взаимодействия объектов, чтобы наиболее эффективно (согласно цели) преодолеть существующие там противоречия и противоречия между объектами. Очевидно, разные люди обладают различными способностями (личностными технологиями) к построению такого конструкта, который оценивается по критериям быстроты, надёжности получения результата, экономичности. Интегрированную способность человека к деятельности по получению эффективного конструкта решения проблемы назовём его конструктивными способностями (способности типа В).

3. Реализационная (исполнительская) деятельность (исполнительская фаза деятельности). Завершающей фазой деятельности является реализация (исполнение) конструкта решения проблемы в реальной среде, то есть достижение согласно цели решения проблемы (конечного продукта) как результата всех фаз целенаправленной деятельности. При этом подразумевается, что разные люди обладают различным уровнем развития реализационных (исполнительских) способностей и исполнительские способности (способности типа С) являются результатом синергистской интеграции многих способностей человека.

В общем случае для любой эффективной деятельности человека по решению проблем необходим определённый уровень развития формализационных (А), конструктивных (В) и исполнительских (С) способностей. Разумеется, этот необходимый уровень развития способностей типа А, В, С достигается за счёт обучения формализационной, конструктивной и исполнительской деятельности.

В психологии [1] понятие деятельности интерпретируется как основа, средство и условия развития личности. Из проведённого анализа следует, что сущность деятельностного подхода в обучении заключается в научении формализационной, конструктивной, исполнительской деятельности в определённой предметной области (компетенции).

Математическое обеспечение дидактической системы. Проведём факторный анализ деятельности в целом с целью раскрытия с помощью математических моделей внутренних механизмов отражения состояния

каждого фактора (1–5) на результаты деятельности.

Фактор 1. Поток проблем. В психологии [1] проблема определяется как вопрос, который стоит на границе известного и неизвестного. Проблема возникает тогда, когда старое знание оказалось недостаточным, а новое ещё не сформировалось.

С объектно-ориентированной точки зрения деятельность есть целенаправленное ресурсообменное взаимодействие индивида с объектами среды. По ходу этого взаимодействия (процесса) возникает множество проблем.

Проблема — это ситуация (проблемная ситуация), когда целенаправленным действиям индивида (команды) оказываются противодействия со стороны среды (объектов среды). В широком смысле проблема — это ситуация, в которой объекты среды оказывают сопротивление к целенаправленной деятельности индивида (команды). Решить проблему означает найти и реализовать способ, метод, методику, алгоритм, технологию воздействия на среду, позволяющие преодолеть её сопротивление и достичь цели.

Сопротивление среды к действиям индивида может быть разной мощности, или, как принято называть, проблема может иметь разную сложность. Таким образом, сложность проблемы может быть измерена через количество затраченного на её решение труда (трудность), представленного в работа-часах (раб/час) по аналогии с определением мощности, принятой в физике или производительностью труда, принятой в экономике. При этом понятие трудность (трудоемкость решения) проблемы является субъективным, а понятие

сложность проблемы — объективным. Следовательно, сложность проблемы можно измерить через известную наименьшую трудоемкость решения проблемы (оценить сложность проблемы через показатели значений производительности труда «чемпиона»).

В общем-то, такой приём оценки сложности проблемы традиционно используют в спорте, где спортсмен, развивая деятельность в рамках определённых правил, ресурсов решает проблему за определённое время, и это время сравнивается с показателями «чемпиона» в рассматриваемом виде спорта. Разумеется, если сложность проблемы может быть измерена в раб/час «чемпиона», в определённом виде деятельности, то все проблемы этой предметной области могут быть отсортированы по возрастанию сложности. Этот факт, в свою очередь, означает, что любой специалист может быть оценен с помощью меры близости к «чемпиону» по показателям эффективности деятельности.

В дидактике [5,6] известно, если обучаемый освоил из определённой предметной области класс $P(1)$ — проблем определённой сложности и решает их на уровне «чемпиона», то на рассматриваемый момент он с надёжностью 80 % решает проблемы на 20 % сложнее (труднее), чем $P(1)$. Этот факт позволяет определить количественные оценки «зоны ближайшего развития (ЗБР)», установленного Л.С. Выготским. На рис. 2. показана модель развития обучающегося с 20 % ЗБР.

Таким образом, процесс обучения протекает от простого к сложному через ЗБР и стремится к уровню некомпетентности, то есть наступает момент времени, когда индивид не в состоянии с высокой надёжностью

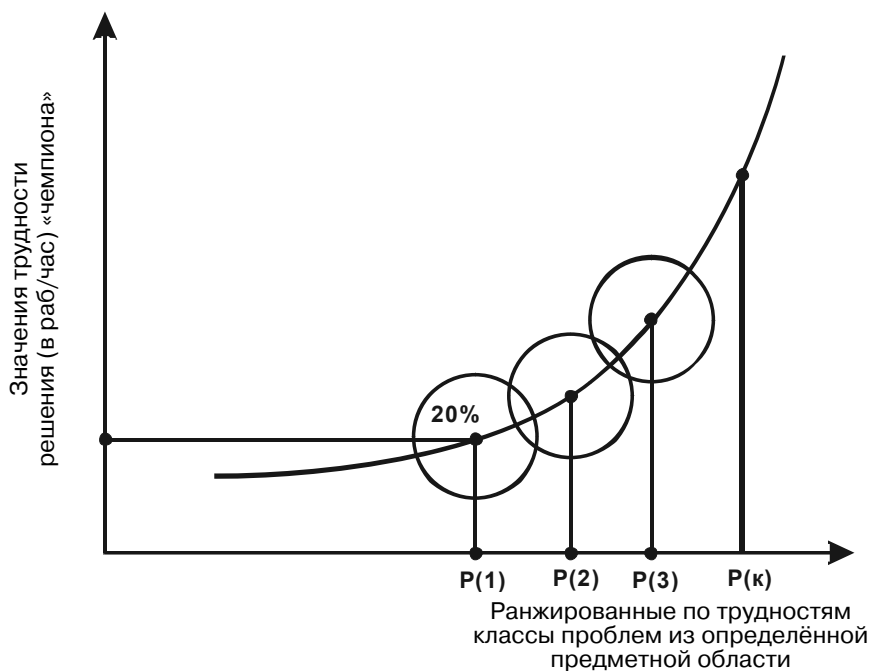


Рис. 2. Модель развития индивида через ЗБР

решать проблемы класса $P(k)$ сложности в актуальном режиме.

Фактор 2. Тип индивида (команды).

Как отмечал Ян Каменский, обучение должно быть построено на принципе природосообразности. В современных условиях этот принцип приобретает особо значимый смысл в связи с усложнением потока проблем и среды деятельности (факторов, противодействующих успешности деятельности).

Информационное взаимодействие психики человека представим как взаимодействия потока проблем определённого типа и интенсивности с индивидом с определённым профилем на психической карте (рис. 3).

Психическая карта с определёнными профилями индивидов строится на основе известных моделей и следующих 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)** [2,4].

На этой основе построены известные тесты MBT и CAPT. В нашей модели предпочтения измеримы в абсолютной шкале, то есть каждый интервал, меняется от -100 до 100 ,

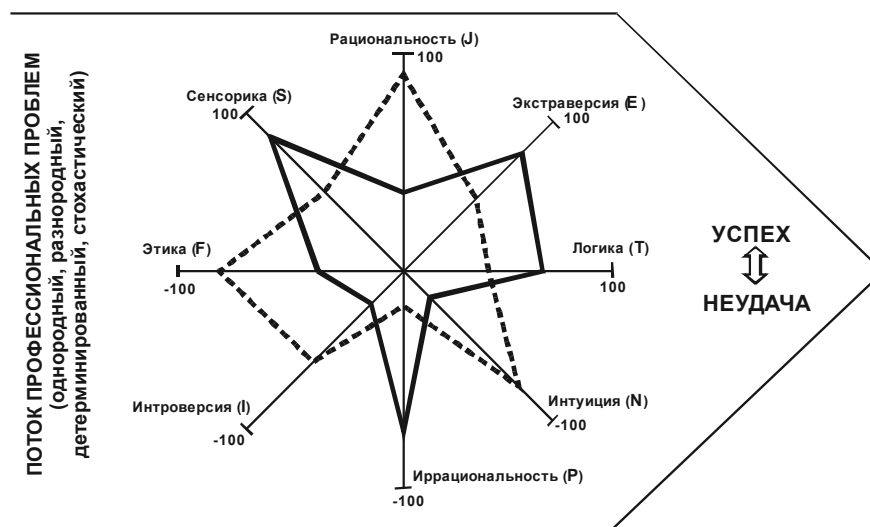


Рис. 3. Психическая карта индивидов с двумя различными профилями

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. означает только противоположность полюсов), то есть в модели сразу учитывается единство противоположностей в индивиде. В соционической классификации выделяют шестнадцать типов людей, по состоянию всевозможных сочетаний психических вариантов: **ISTJ, ISTR, ESTP, ESTJ, ISFJ, ISFP, ESFP, ESPJ, INFJ, INFP, ENFP, ENFJ, INTJ, INTP, ENTP, ENTJ.**

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 определённых типа индивида с профилями ESTP и INFJ, меру принадлежности к которым определяет упорядоченный набор вероятностей. На психической карте приведены профили со следующими значениями состояния вероятностей:

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

Таким образом, любая группа людей (студенческая группа, поток, команда) имеет определённую психическую карту с множеством соответствующих профилей. Эта карта на практике имеет значение, так как, исходя из этой карты, мы можем спрогнозировать и ответить на многие вопросы: о потенциальной успешности деятельности команды, об успешности деятельности индивида в команде, об особенностях требуемой технологии обучения группы и отдельных индивидов [3].



Разумеется, индивид, в зависимости от профиля на психической карте, проблемы одного типа и интенсивности будет решать успешно, а другого типа и другой интенсивности — неудачно, то есть нет людей, которые успешно бы решали потоки проблем всех типов.

Фактор 3. Способности индивида (команды). Способности — качество индивида (команды), определяющее его возможности по достижению требуемого результата на основе имеющихся ресурсов за определённое время. Психический профиль индивида в основном задаёт манеру взаимодействия (определённый тип технологии этого взаимодействия) индивида с потоком проблем. Разумеется, для решения определённого рода проблем будет оптимальным индивид с определённым психическим профилем. Учёт фактора соответствия рода проблем и профиля индивида безусловно необходим при выборе любого вида деятельности. В то же время этот фактор является недостаточным. Дело в том, что поток проблем бывает разной интенсивности и сложности, поэтому индивиду для решения проблем в актуальном режиме необходимо обладать определённой интеллектуальной и физической мощностью. Одну и ту же работу, одного и того же количества, с одним и тем же качеством исполнения разные люди совершают за разное время. Чем больше работы (интеллектуальной, физической) может совершить человек за единицу времени, тем больше его мощность (производительность). Определить физическую мощность человека можно по проделанной работе (Р) за единицу времени (t), то есть $N=P/t$.

Аналогично определим интеллектуальную мощность человека, проявившуюся при

решении интеллектуальной составляющей проблемы (интеллектуальной работы) за заданное время. Состояние уровней развития проектно-конструктивных ПК= $\langle A, B, C \rangle$ способностей человека будем интерпретировать как состояние интеллектуальной силы, которую он может приложить при взаимодействии с проблемой определённой сложности и предметной области. Причём А — величина интеллектуальной силы (интс), которую может развить индивид при деятельности по формализации проблемы в когнитивной сфере, В и С — величины интс, которые индивид может развить при деятельности по конструированию решения проблемы и её исполнению соответственно. Алгоритмы определения величин А, В, С приводятся в работе [5].

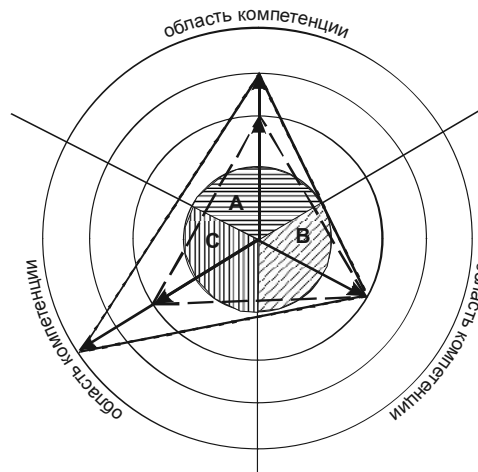


Рис. 4. Профили «чемпиона» (сплошная линия) и специалиста (штриховая линия)

На рис. 4 приводится пример двух профилей: «чемпиона» (сплошная линия) и специалиста (пунктирная линия), где «чемпион»



он» — лучший собирательный образ по поддержке деятельности в рассматриваемой предметной области (компетенции) [5].

Сравнение значений А, В, С у разных специалистов удобно проводить с помощью когнитивных карт (рис. 5).

Фамилия	А	В	С
Чемпион	■	■	■
Фамилия 1	■	■	■
Фамилия 2	■	■	■
Фамилия 3	■	■	■
Фамилия 4	■	■	■

Рис. 5. Эпизод когнитивной карты специалистов

Фактор 4. Мотивация. Мотив рассматривается как интегрированный результат синергетического и антагонистического воздействия внутренних и внешних стимулов на специалиста, вследствие которого у этого специалиста формируется мотив определённой направленности и силы. Затем этот мотив реализуется им через организованную целенаправленную деятельность. В модели фактор 4 представляется как вектор с вероятностными компонентами, построенный на основе профиля, аналогичного тому, что показан на рис. 3. Разумеется, в реальности мотив формируется как результат более сложного, чем в модели, процесса, содержащего в себе множество внутренних факторов со сложной организацией.

Фактор 5. Вспомогательные средства (ресурсы). 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, то есть специалист является компетентным, когда внутренние ресурсы почти равны внешним.

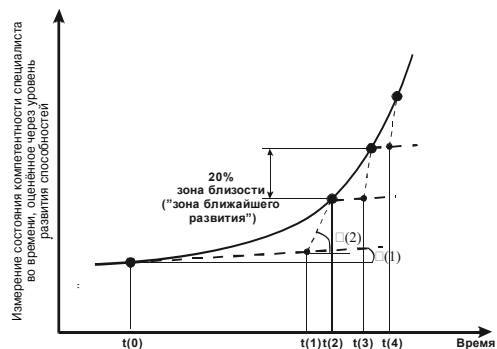


Рис. 6. Модель развития неустойчивого состояния компетентности специалиста

На рис. 6 состояние компетентности специалиста располагается на линии развития внешних ресурсов (чёрные 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 (1) — характеризует эффективность самообразования); в момент $t(1)$ специалист теряет компетентность (выходит за 20% зоны ближайшего развития) и ему необходима переподготовка (в противном случае он теряет компетентность, как правило, навсегда); в интервале $[t(1), t(2)]$



специалист проходит переподготовку до уровня компетентности (угол (2) характеризует эффективность переподготовки) и т. д. Очевидно, чем выше темп развития внешних ресурсов, тем чаще необходимо проходить переподготовку. Разумеется, процесс изменения состояния компетентности во многом идеализирован, но он отображает суть явления.

Программное обеспечение дидактической системы

Универсальной (инвариантной) единицей в интеллектуальной образовательной системе является учебный курс (учебный комплекс), который позволяет научиться эффективно производить какой-то продукт (информационный, материальный, энергетический) в определённой предметной области (в частности, в области программной инженерии). В проекте интеллектуальная образовательная среда (программный комплекс) поддерживает следующие функции:

1. Идентификацию психического образа обучающегося.
2. Оценку уровня развития проектно-конструктивных способностей в рассматриваемой предметной области.
3. Идентификацию зоны ближайшего развития обучающегося на ранговой шкале сложности проблем в рассматриваемой предметной области.
4. Выборку наиболее комфортной для индивида технологии обучения в предметной области.
5. Синтез предписаний (рекомендаций) обучающему с целью мотивации и самоорганизации эффективной учебной деятельности.

6. Анализ данных успеха (неудач) обучающегося для преподавателя (мониторинг обучающегося).

В проекте предполагается, что система (образовательная среда) в развитии будет всё более «интеллектуализироваться».

Литература

1. Волков Б.С., Волкова Н.В., Губанов А.В. Методология и методы психологического исследования. М.: Академический Проект: Трикста, 2006. 352 с.
2. Жижин К.С. Экспресс-диагностика подсознания. Ростов н/Д: Феникс, 2006. 160 с.
3. Иванов В.Г., Нуриев Н.К. Формирование конкурентоспособной профессиональной команды для информационно-интеллектуальной поддержки бизнес-процессов // Дополнительное профессиональное образование. 2005. № 6 [18]. С. 24–27.
4. Крегер О., Тьюсон Д. Типы людей и бизнес. М.: АСТ. Астрель, 2005. 457 с.
5. Нуриев Н.К. Дидактическое пространство подготовки компетентных специалистов в области программной инженерии. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2005. 244 с.
6. Нуриев Н.К. Проектирование дидактической системы инновационной подготовки специалистов в области программной инженерии: Автореф. дисс... д-ра. пед. наук. Казань, 2006. 44 с.
7. 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.