

Олег Ярыгин

## МОДЕЛЬ КОМПЕТЕНТНОСТИ КАК МЕТОДА

У статті представлена модель компетентності, побудована на основі теорії систем і теорії алгоритмів. На основі запропонованої моделі виявляються взаємозв'язки компонентів компетентності, як аналога обчислювального методу по Кнуту. Показано, що властивості, які відбиваються моделлю, відповідають вимогам, що пред'являються до компетентності.

**Ключові слова:** обчислювальний метод, теорія систем, модель компетентності, компетенція, знання, мотивація.

Прежде чем построить модель компетентности, основываясь на аналогии с моделью вычислительного метода по Д. Кнуту [1], сформулируем словесное определение компетентности так, чтобы оно стало более доступным для моделирования.

*Компетентность* – обладание методом и средствами для решения определенного класса проблем, знание и способность выполнения действий (в том числе и принятия решения о применении тех или иных средств), готовность и стремление к решению возникающих проблем, входящих в компетенцию решающего.

Отметим особенности рассматриваемых понятий, следующие из данного определения: компетентность есть дееная и мотивированная преобразующая способность в комплексе со знанием области применения этой способности, знанием целей деятельности и знанием критериев достижения результата.

Компетенция ограничительна, она отделяет область применения компетентности от области прочих проблем и включает критерии, по которым определяется достижение и качество решения.

Компетентность синтетична и дееная (действенно-ориентирована по Ж. Делору [2]).

В компетентностном контексте элементы кортежа приобретают значения, раскрываемые далее.

Множество возможных состояний  $W$  – множество задач и ситуаций, в которых применима компетентность. *Компетентность* мотивирована, так как её компетенция определяет знание о целях деятельности и о критериях достижения этих целей.

Таким образом, компетентность представляет собой единство компетенции, целей, мотивации и способов преобразования.

*Компетентность* не может быть определена без определения её

компетенції, в то время как в рамках одной компетенции могут определяться несколько различных компетентностей.

Компетентность формируется в процессе того или иного вида обучения и проявляется в целенаправленной деятельности, саморазвиваясь при этом.

Компетенция задается извне по отношению к индивиду и может, с одной стороны, ограничивать возможность проявления компетентности, а с другой, мотивировать индивид к развитию компетентности.

В качестве модели компетентности, как системы элементов, представляется обоснованным использовать понятия теории систем, в частности системы, задающей «вычислительный метод» и алгоритм, предложенной Д. Кнудом. («Искусство программирования», т. 2) [1].

По Д. Кнуду вычислительным методом называется кортеж из 4 множеств

$$\langle W, Q, T, F \rangle,$$

где  $W$  – множество возможных состояний,  $W = \{x_i\}$

$Q$  – множество входных состояний,  $Q = \{q_i\}$ ,

$T$  – множество терминальных состояний,  $T = \{t_k\}$ ,  $f(t_k) = t_k$

$F$  – множество правил перехода из исходного состояния в выходное состояние,

$$F = \{f_r\}, f_r : W \otimes W, f_r(q_i) = q_j \\ W \in Q, W \in T$$

Для того чтобы модель вычислительного метода превратилась в модель компетентности, следует не только определить соответствующие множества для компетентности, но и дополнить кортеж модели компонентом, не присущим вычислительному методу, но крайне важным для компетентности, а именно, множеством автокомпетентностей (средств саморазвития), о которых будет сказано ниже.

Итак, при описании компетентности будут использоваться множества, имеющие следующий вид.

Множество возможных состояний  $W$  – множество задач и ситуаций, в которых применима (потребна) данная компетентность, и которые могут быть получены за счет данной компетентности. Иными словами, это множество проблемных ситуаций, т.е. ситуационная область профессиональной деятельности.

Множество входных состояний  $Q$  – множество ситуаций и задач, входящих в  $W$ , в которых за счет проявления компетентности в целом может быть (должно быть) найдено решение, то есть достигнуто состояние, принимаемое за решение.

Множество правил перехода  $F$  – множество других компетенций способностей, умений, методов, алгоритмов решения задач, переводящих, возможно поэтапно, ситуацию, принадлежащую множеству  $Q$ , в ситуацию, принадлежащую множеству  $T$ . Таким образом,  $F$  есть множество того, что

принято называть **знаниями**, либо известными, либо выводимыми, из имеющихся известными методами. Знания принято разделять на *декларативные* («знаю, что»), то есть знание понятий, фактов, связей между понятиями, и *процедурные* («знаю, как»), то есть знание преобразований, алгоритмов, операций над проблемными ситуациями и декларативными знаниями. Такое разделение соответствует множествам ситуаций **Q** (декларативные) и преобразований **F** (процедурные).

Множество терминальных состояний **T** – множество ситуаций, которые при данной компетентности признаются решениями проблемы в рамках заданной компетенции. При данной компетенции терминальная ситуация не изменяется ни одним правилом перехода (например, задача решена с заданной точностью, дан ответ на вопрос задачи с определенной точки зрения, для указанного частного случая и пр.). Множество **T** может задаваться *комплексом критериев* достижения решения.

Таким образом, **Q** ограничивает *компетенцию*, как множество проблем, для которых имеются методы решения в **F**, а множество **T** задает цель деятельности. Множества **Q** и **T** описывают *компетенцию*.

Как отмечено выше, в отличие от модели вычислительного метода, объектами преобразования могут оказаться и сами элементы множества **F**. То есть в процессе деятельности (реализации компетентности) её объектом может стать сама эта компетентность. Таким образом, в рамках предлагаемой модели реализуется возможность самосовершенствования компетентности.

**F** – множество *других компетенций, способностей, умений, методов, алгоритмов, порождающих новые элементы и расширяющих множество F*.

В случае применения таких преобразований изменяется и ситуация, и сама компетентность, причем новая ситуация, сама оставаясь в области компетенции **Q**, теперь уже может позволить решить проблемы и вне этой области. То есть с развитием компетентности может расширяться и компетенция её обладателя.

Можно считать, что множество **Φ** характеризует *креативность* обладателя компетентности, порождаемую его *рефлексией* (самоприменением, самосовершенствованием).

Теперь можно сказать, что компетентность **K** определяется кортежем  $\mathbf{K} = \langle \mathbf{W}, \mathbf{Q}, \mathbf{T}, \mathbf{F}, \mathbf{F} \rangle$ .

Указанные взаимодействия элементов кортежа соответствует взгляду современных психологов на связь таких компонентов общих способностей, как интеллект, креативность и обучаемость. По выводам В. Н. Дружинина, основанным на анализе психологических и педагогических исследований, связанных с соотношением интеллекта и креативности: «Любой когнитивный акт должен включать в себя приобретение, применение и преобразование когнитивного опыта.

Способность, ответственную за приобретение опыта можно отождествить с обучаемостью, продуктивность применения опыта определяется интеллектом, преобразование опыта связано с креативностью» [3].

На рис. 1 множество проблемных ситуаций, задач  $W$  представлено неким «универсумом», изображенным замкнутой кривой линией. Компетентность  $Q$  представляется большим эллипсом, полностью лежащим внутри  $W$ . Для любой проблемной ситуации  $s_0$  из  $Q$  имеется одно или несколько преобразований  $f_i$  в  $F$ , позволяющих преобразовать ситуацию  $s_0$  в  $s_1, s_1 \rightarrow s_2 \dots s_{k-1} \rightarrow s_k$  и т.д. Иначе говоря,  $f_1 : s_0 \rightarrow s_1, \dots f_k : s_{k-1} \rightarrow s_k, \dots f_n : s_{n-1} \rightarrow s_n$ .

Как только получена ситуация  $s_k$ , принадлежащая по одному из критериев множеству  $T$ ,  $s_k \in T$ , задача считается решенной, а компетентность реализованной.

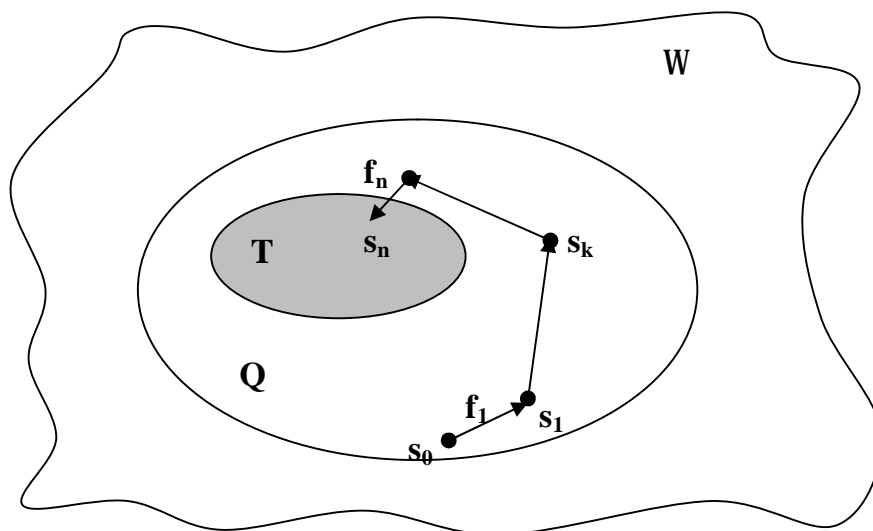


Рис. 1. Графическое представление решения проблемы  $s_0$  в рамках описываемой модели компетентности.

### Чем же характеризуется степень развития компетентности?

Из модели ясно, что эта степень не зависит от того, в каком множестве  $W$ , т.е. области профессиональной деятельности рассматривается компетентность. Однако столь же ясно и то, что степень развития компетентности характеризуется взаимодействием множеств  $Q$ ,  $T$  и  $F$ .

Обратим внимание на длину вектора  $f_k$ , изображающего некоторое преобразование ситуации в рамках компетенции, и на количество преобразований, потребовавшихся при данном наборе преобразований  $F$  для того, чтобы перейти из ситуации  $s_0$  в ситуацию  $s_n$ .

Длина каждого вектора  $f_i$  показывает насколько «большой» шаг может быть сделан обладателем данной компетентности на основании знаний в ситуации  $s_{i-1}$ . Длина вектора  $|f_i|$  характеризует «мощность» соответствующего преобразования.

Если множество  $F$  состоит из преобразований  $\{g_1, g_2, \dots, g_n\}$ , где мощность преобразований  $|g_i|$  меньше, чем мощности преобразований  $f_1$  и  $h_1$ , то и количество шагов-преобразований при компетентности с  $F = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$ , будет больше, чем количество шагов-преобразований при компетентности с  $F = \{f_1, f_2, \dots, f_m, g_1, g_2, \dots, g_n\}$ , и тем более больше, чем при компетентности с  $F = \{h_1, f_1, f_2, \dots, f_m, g_1, g_2, \dots, g_n\}$ . В последнем случае переход, как видим, может быть сделан любым из трех путей, но кратчайшим по количеству шагов является переход за один шаг  $h_1$  (рис. 1).

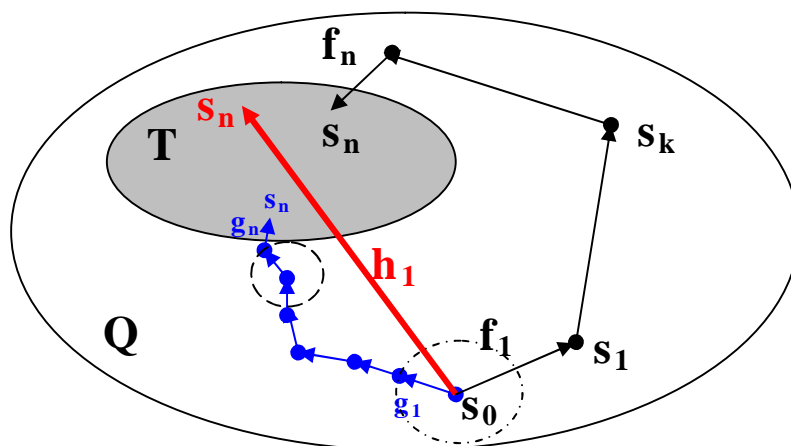


Рис. 2. Сравнение компетентностей с различными множествами процедурных знаний  $F$

Таким образом, уровень компетентности может быть оценен количеством шагов (элементарных действий, ментальных операций и т.п.), за которое осуществляется переход из ситуации  $s_0$  в множество  $T$ .

Можно привести пример даже из элементарной математики, наглядно демонстрирующий смоделированную ситуацию.

Два ученика обладают одинаковой компетенцией, то есть ими изучена одна и та же программа по геометрии 6 класса. Обоим поставлена одна и та же задача: вычислить длину отрезка  $EF$ , соединяющего середины диагоналей трапеции  $ABCD$  (рис. 3).

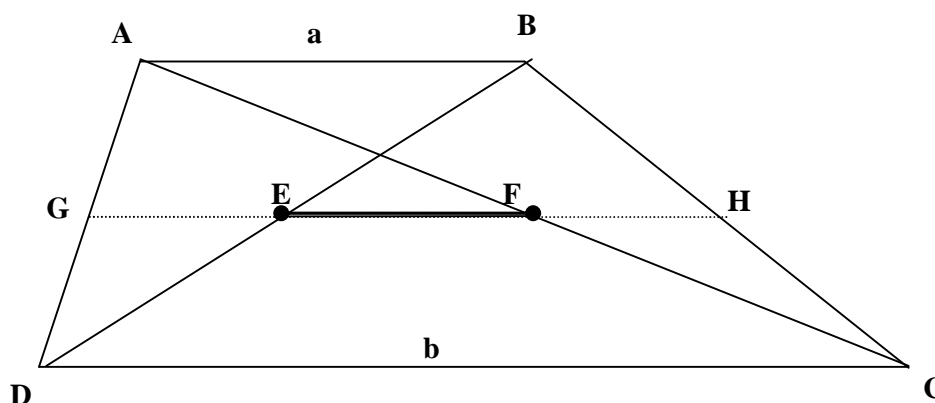


Рис. 3. Задача о «средней линии».

Оба решающих знают теорему о средней линии трапеции, по которой длина средней линии равна полу-сумме оснований ( $f_1$ ) и средняя линия параллельна основаниям трапеции ( $f_2$ ), и теорему о средней линии треугольника, по которой длина средней линии равна половине длины основания ( $f_3$ ) и средняя линия параллельна основанию треугольника ( $f_4$ ).

Указанные теоремы в данном случае представляют собой преобразования  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$  и  $f_4$ , входящие в множества  $F_1$  и  $F_2$ , первого и второго ученика, соответственно. Будем считать, что в  $F_1$  и  $F_2$  входят также арифметические действия  $f_5$  и способность комбинировать преобразования  $f_6 \in F$  (Рис. 4).

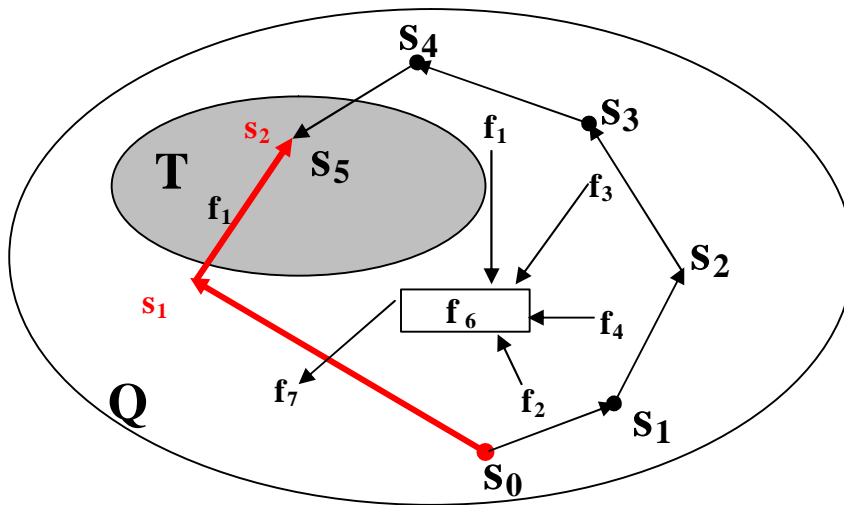


Рис. 4. Решение проблемы  $S_0$  обладателями различных компетенций.

Первый ученик:

- используя преобразование  $f_2$ , показывает, что отрезок GH средняя линия трапеции, переводя тем самым ситуацию  $S_0$  в  $S_1$ ,
- используя преобразование  $f_4$ , показывает что отрезки GE и HF есть средние линии треугольников ABD и ABC, переводя ситуацию  $S_1$  в  $S_2$ ,
- используя преобразование  $f_3$ , вычисляет длины отрезков GE и HF равные  $a/2$ , переводя ситуацию  $S_2$  в  $S_3$ , затем, используя преобразование  $f_1$ , вычисляет длину отрезка GH равную  $(a+b)/2$ , переводя ситуацию  $S_3$  в  $S_4$ ,
- затем, используя преобразование  $f_5$ , вычисляет длину отрезка EF равную  $(a+b)/2 - a/2 = (b - a)/2$ ,
- переводя ситуацию  $S_4$  в  $S_5 \hat{=} T$ , тем самым, завершая решение.

Второй ученик:

- используя преобразование  $f_6$ , преобразует правила  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ ,  $f_4$  в «обобщенную теорему о средней линии трапеции»<sup>1</sup>  $f_7$ , распространив её и

<sup>1</sup> «Средняя линия трапеции равна полу-сумме оснований, причем длины оснований могут иметь произвольное вещественное значение». При положительных длинах имеем теорему о средней линии трапеции; при нулевой длине одного из оснований имеем теорему о средней линии треугольника; при отрицательной длине одного из оснований имеем теорему о длине линии, соединяющей середины

на случай отрицательного значения величины  $a$ , переводит ситуацию  $S_0$  в  $s_1$ , затем, используя преобразование  $f_1$ , вычисляет длину отрезка EF равную  $((-a)+b)/2 = (b - a)/2$ .

Таким образом, компетентность второго ученика выше за счет более развитой способности к обобщению  $f_6$ , то есть за счет более высокого уровня дивергентного мышления и *креативности*.

При формировании компетентности важно учитывать взаимодействие процессов формирования множества декларативных знаний  $Q$  и множества преобразований  $F$  (процедурных знаний).

Если первое множество знаний  $Q$  формируется в основном извне, за счет преподнесения или поиска и извлечения знаний из каких-либо источников, то формирование множества преобразований  $F$  происходит не только за счет «научения» некоторым действиям и приобретения навыков и умений, но и за счет «внутренней» работы, вызываемой и мотивируемой именно недостатком фактического знания, то есть являющейся результатом рефлексии. При отсутствии переправы через реку можно либо строить мост, чтобы перейти по нему реку малыми шагами, либо учиться прыгать, либо плавать, либо летать.

Можно представить, что множество взаимосвязанных знаний  $Q$  (компетенция) представляет собой некоторую причинно-следственную сеть, граф, узлами которого являются фактические знания ( $s_i$ ), а ребрами – причинно-следственные связи между этими знаниями ( $f_i$ ). Тогда стремление покрыть как можно большую часть универсума  $W$  сетью точек  $s_i$  приводит к увеличению количества фактических знаний («знаю, что»). При этом «расстояния» между соседними точками будут невелики, а, следовательно, не будет необходимости учиться делать «большие» шаги, то есть самому формировать новые преобразования  $f_i$  из уже имеющихся преобразований и знаний.

Описанная модель ярко подтверждается результатами обследования школьных программ по физико-математическим дисциплинам и знаний выпускников школ в разных странах, проведенного ЮНЕСКО в начале 90-х годов. Обследование проводилось в нескольких десятках стран в школах с физико-математической специализацией. Оценивались следующие относительные показатели:

- а) количество фактических знаний, преподаваемых в школьной программе,
- б) способность применять полученные знания (в решении задач, в ответах на вопросы),
- в) способность применять знания в неожиданных ситуациях.

По количеству фактических знаний первые места занимали

---

диагоналей трапеции. Конечно, решение второго ученика имеет существенную индуктивную составляющую, и требует дедуктивного вывода, который и представляется первым учеником. Но эта индуктивная составляющая и отличает его компетентность от компетентности первого ученика.

---

---

программы школ России, Венгрии, Германии. При этом в середине списка находились Франция, Великобритания, Польша и др. Почти в конце списка оказались школьные программы Израиля, США (рис. 5).

При сравнении умения применять полученные знания разрыв между показателями этих стран сокращался и становился незначительным.

Но при сравнении «умения применять полученные знания в неожиданных ситуациях» порядок поменялся на противоположный, и на первых местах оказались именно школьники США и Израиля, а перегруженные знаниями школьники оказались во второй части списка.

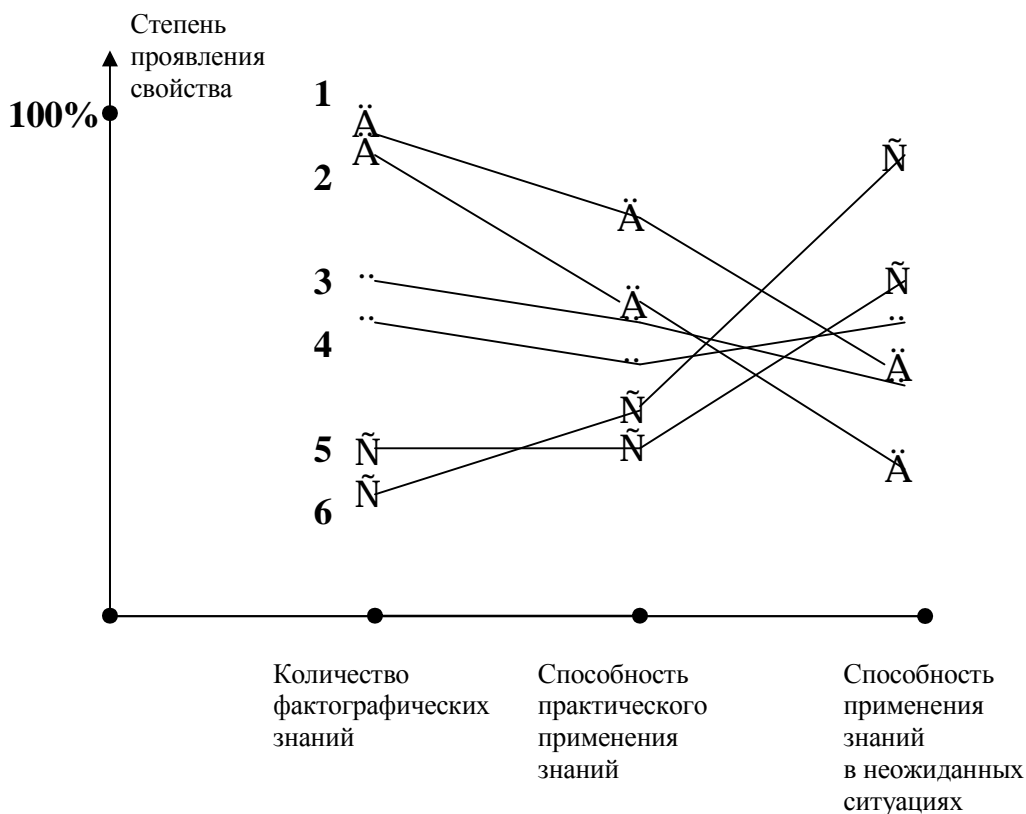


Рис. 5. Сравнительные характеристики способностей (1 – Россия, 2 – Венгрия, 3 – Германия, 4 – Франция, 5 – США, 6 – Израиль).

Как видим, три исследованных показателя соответствуют пониманию трех компонентов общих способностей, которые приведены В. Н. Дружининым в упоминавшейся выше работе [3], а именно обучаемости, интеллекта, креативности.

Предлагаемая математическая модель позволяет объяснить результаты обследования за счет соотношения структур множеств  $Q$ ,  $F$  и  $F'$ .

«Неожиданная ситуация» (непредвиденная ситуация) – это ситуация, не входящая в компетенцию, то есть не принадлежащая множеству  $Q$ . (рис. 8).

На рис. 6 а) показано, что густо загруженное знаниями множество  $Q_a$ , и состоящее из «коротких» преобразований множество  $F_a$  не



позволяють володарю компетентності  $K_a$  подолати межі множини  $Q_a$ , то єсть подолати рамки своєї компетенції, хоча в рамках її він володає гораздо більшим кількістю «готових рішень» і гораздо більшим кількістю їх комбінацій.

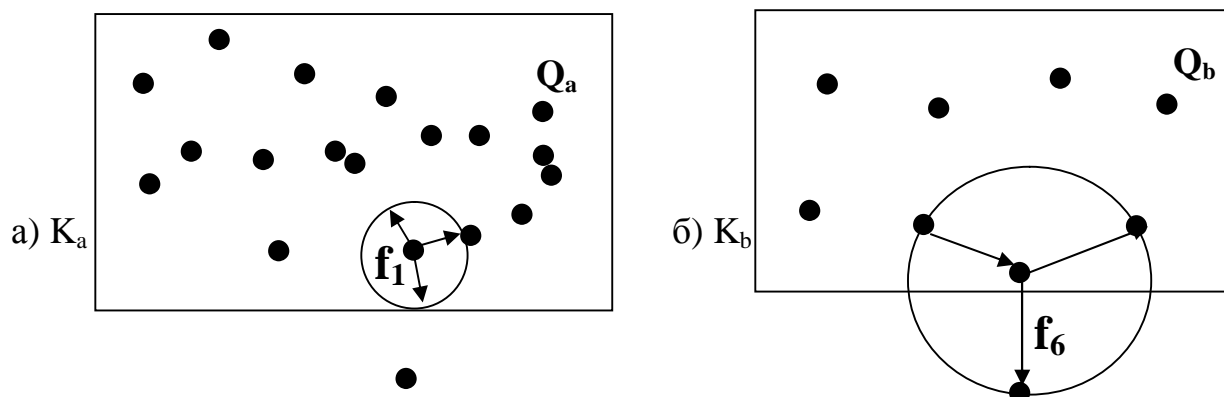


Рис. 6. Структура компетентностей  $K_a$  и  $K_b$  и соответствующих компетенций  $Q_a$  и  $Q_b$

В то же время, обладатель компетентности  $K_b$ , обладая меньшим количеством знаний  $Q_b$ , но вооруженный более мощными преобразованиями  $f_6$ , может решить проблему, находящуюся вне рамок его компетенции  $Q$ . Можно назвать компетентность первого типа дедуктивной компетентностью, а компетентность второго типа – индуктивной. Зная о таком различии компетентностей, не следует спешить с выводами о преимуществах той или другой. Например, дедуктивная компетентность будет хороша для инженера конкретного производства, для чиновника государственного учреждения, а индуктивная компетентность – для исследователя, изобретателя, для спасателя и других представителей экстремальных профессий.

В качестве еще одного подтверждения данного вывода можно привести слова известного венгерского исследователя высшей нервной деятельности и морфологии человеческого мозга Й. Хамори написанные им в книге «Долгий путь к мозгу человека»: «Мозг человека служит в первую очередь не для хранения информации. ...хранилищами информации должны быть книги, а человеку следует знать, какую из них следует взять в руки и перелистать, чтобы найти нужную информацию. Действительно важно, что наш мозг не должен использоваться в качестве энциклопедии; он служит для мышления, и поэтому нужно оставить его свободным. Если мы будем развивать и использовать свой мозг таким образом, а не забивать его энциклопедическими данными, то в нашем распоряжении останется огромный запас неиспользованной емкости, что очень важно для растущего в современных условиях потока информации.» [5]. Простим автору несколько архаичные примеры с хранилищами

информации, тем более, что современные примеры «электронных хранилищ», отличаясь и объемом и скоростью доступа, ещё ярче подтверждают высказанную идею.

Построенная модель позволяет установить основные свойства компетентности и сформулировать их на языке педагогики.

*Свойства компетентности  $\mathbf{K} = \langle \mathbf{W}, \mathbf{Q}, \mathbf{T}, \mathbf{F}, \mathbf{F} \rangle$*

1. *Результативность компетентности  $\mathbf{K}$*  состоит в том, что за некоторое конечное число шагов, состоящих в применении преобразований  $\mathbf{f}_i$  из  $\mathbf{F}$  любая ситуация  $\mathbf{s}_r$ , входящая в компетенцию  $\mathbf{Q}$ , будет преобразована в ситуацию  $\mathbf{s}_n$ , входящую в множество  $\mathbf{T}$ .

2. *Определенность компетентности  $\mathbf{K}$*  состоит в невозможности двусмысленного толкования описания ситуаций  $\mathbf{s}_r$ , входящих в компетенцию  $\mathbf{Q}$ , и выполнения преобразований  $\mathbf{f}_i$  из  $\mathbf{F}$ , что достигается необходимой формализацией языка описания ситуаций и преобразований.

3. *Ограниченность компетенции  $\mathbf{Q}$*  состоит в определенности критериев, по которым определяется принадлежность ситуации  $\mathbf{s}_r$  компетенции  $\mathbf{Q}$  и терминальному множеству  $\mathbf{T}$ . То есть, заданность границ между множеством  $\mathbf{Q}$  и множеством  $\mathbf{W}$ , а также границ множеством  $\mathbf{T}$  в множестве  $\mathbf{Q}$ .

4. *Наличие и знание критериев и ситуаций достижения целей.* Ситуации, входящие в множество  $\mathbf{T}$  должны быть либо перечислены, либо заданы с помощью некоторого характеристического свойства, которое проверяется одним из преобразований  $\mathbf{f}_i$  из  $\mathbf{F}$ .

5. *Эффективность компетентности  $\mathbf{K}$*  характеризуется единством множества знаний (разрешимых ситуаций)  $\mathbf{Q}$ , множества преобразований  $\mathbf{F}$ , то есть соответствием количества знаний и способностей их применять на практике. Достижение оптимального соотношения между множествами  $\mathbf{Q}$  и  $\mathbf{F}$  обеспечивает повышение эффективности компетентности.

6. *Конструктивность компетентности  $\mathbf{K}$*  состоит в том, что результат проявления компетентности представляется не в виде знания о существовании решения (теоремы существования), а в виде реализованного решения, то есть не в утверждении о существовании последовательности  $(\mathbf{s}_i, \mathbf{f}_i) \textcircled{R} (\mathbf{s}_{n-1}, \mathbf{f}_{n-1}) \textcircled{P} \mathbf{s}_n$ , а в виде самого решения  $\mathbf{s}_n$ .

7. *Саморазвитие (автокомпетентность) компетентности  $\mathbf{K}$*  – наличие индуктивных преобразований  $\mathbf{j}_k$  из множества  $\mathbf{F} \dot{\rightarrow} \mathbf{F}$ . При наличии в составе компетентности таких индуктивных преобразований (способностей), компетентность  $\mathbf{K}$  может вызвать расширение множеств  $\mathbf{Q}$  и  $\mathbf{F}$ . Множество  $\mathbf{Q}$  расширяется, за счет пополнения его новыми знаниями, не получаемыми дедуктивными преобразованиями  $\mathbf{f}_i$ . Множество  $\mathbf{F}$  – за счет пополнения его новыми преобразованиями, не входившими в него после завершения процесса обучения (формирования заданной компетентности). Новые преобразования могут быть дедуктивными ( $\mathbf{f}_{N+1}$  включается в  $\mathbf{F}$ , но не в  $\Phi$ ) или индуктивными ( $\mathbf{f}_{N+1}$  включается в

множество  $\Phi$ ). В рассмотренном выше примере автокомпетентность у второго ученика имеет более высокую степень проявления. При переходе самой компетентности  $\mathbf{K}$  в новое состояние  $\mathbf{K}\zeta$  происходит преобразование следующих её элементов:

$$\mathbf{Q} \textcircled{R} \mathbf{Q}\zeta \quad \mathbf{F} \textcircled{R} \mathbf{F}\zeta \quad \Phi \textcircled{R} \Phi\zeta$$
$$\mathbf{K} = \langle \mathbf{W}, \mathbf{Q}, \mathbf{T}, \mathbf{F}, \mathbf{F} \rangle \textcircled{R} \mathbf{K}\zeta = \langle \mathbf{W}, \mathbf{Q}\zeta, \mathbf{T}, \mathbf{F}\zeta, \mathbf{F}\zeta \rangle$$

Именно это свойство компетентности можно назвать креативностью, то есть способностью к развитию и созданию новых объектов, понятий, моделей и самих новых компетентностей.

При таком взгляде на креативность возникает представление её в рамках рассматриваемой модели, как единство всех компетентностей, присущих индивиду  $\mathbf{F} = \{ \mathbf{K}_i \}$ .

Парадоксальность определения последнего множества, являющегося элементом компетентности  $\mathbf{K}$  через множество, включающее  $\mathbf{K}$ , на самом деле оказывается всего лишь рекурсией, так как  $\mathbf{F}$  в левой части равенства-определения, определяется в момент времени после возникновения множества компетентностей  $\{ \mathbf{K}_i \}$ , то есть  $\mathbf{F} |_{t+Dt} = \{ \mathbf{K}_i | t \}$ .

В самом общем смысле можно назвать «средствами саморазвития» интуицию, воображение, приводящие порой к непредсказуемым, но позже проверяемым практикой, и теоретически обосновываемым и доказываемым результатам.

Процесс обучения не может быть сведен к формированию некоторой отдельной компетентности, так как жизнь и деятельность человека неразрывно объединяют и требуют проявления самых разных способностей, знаний и умений в их взаимодействии и развитии, то есть различных компетентностей. Так житель современного города является и гражданином страны, живущим по её законам, и пешеходом, выполняющим правила дорожного движения, и носителем языка, на котором он говорит, и биологическим существом, стремящимся к теплу и чистому воздуху, и работником, выполняющим свою работу, и телезрителем, критически воспринимающим информацию и т.д.

Поэтому обязательно рассматривать комплексы компетентностей, которые образуют компетентности более высокого уровня, то есть  $\mathbf{K} = \mathbf{K}_1 \textcircled{\wedge} \mathbf{K}_2 \textcircled{\wedge} \dots \textcircled{\wedge} \mathbf{K}_r$ , где  $\mathbf{K} = \langle \mathbf{W}, \mathbf{Q}, \mathbf{T}, \mathbf{F}, \mathbf{F} \rangle$ , а  $\mathbf{K}_i = \langle \mathbf{W}_i, \mathbf{Q}_i, \mathbf{T}_i, \mathbf{F}_i, \mathbf{F}_i \rangle$ .

При этом, для простоты можно считать, что компоненты полученной метакомпетентности представляют собой объединения соответствующих компонентов компетентностей  $\mathbf{K}_i$ :  $\mathbf{W} = \mathbf{W}_1 \textcircled{\wedge} \mathbf{W}_2 \textcircled{\wedge} \dots \textcircled{\wedge} \mathbf{W}_r$ , хотя, на самом деле, взаимодействие может оказаться гораздо более сложным и придется говорить о декартовом произведении компонентов. Поэтому будем обозначать такой результат «интеграции» множеств символом  $\textcircled{\wedge} : \mathbf{T} = \mathbf{T}_1 \textcircled{\wedge} \mathbf{T}_2 \textcircled{\wedge} \dots \textcircled{\wedge} \mathbf{T}_r$ .

Вопрос о взаимодействии компетентностей  $\mathbf{K}_i$  при формировании

общей компетентности **K** заслуживает отдельного исследования. Здесь же позволим себе ограничиться аналогией между комплексом компетентностей и соревнованиями спортивных команд с «длинной скамейкой» запасных игроков:

– в зависимости от возникающей задачи могут мобилизоваться одна или другая компетентность, например, при решении иррационального уравнения может требоваться а) быстрое, хоть и приблизительное решение или б) решение с высокой заданной точностью при большом ресурсе времени. В ситуации а) можно использовать графический способ решения, в ситуации б) потребуется итерационный метод, с многократными вычислениями и проверками точности;

– одни компетентности могут заменяться одной или несколькими другими при решении одной и той же задачи;

– обязательно имеется некоторый минимальный набор компетентностей, чтобы решать задачи в рамках заданной компетенции, по аналогии со стартовым составом спортивной команды;

– распределение функций между разными компетентностями и их элементами, как между игроками разных линий (есть нападающие, есть вратари, а есть и судьи);

– тренировка компетентностей (расширение множества **F**);

– повышение уровня компетентности с расширением её компетенции по аналогии с переходом команды в более высокую лигу, и даже в другой вид спорта (расширение множества **Φ**).

Предложенная модель позволяет:

– выявлять общие черты различных компетентностей, чтобы сделать их сравнимыми по некоторым количественным и качественным показателям (общая структура и вариации составляющих частей);

– ввести типизацию компетенций в зависимости от соотношения свойств компонентов компетентности (дедуктивный тип, индуктивный тип и др.);

– выбирать направление развития компетентности в зависимости от будущей сферы профессиональной деятельности (расширение множества знаний **Q**, расширение множества преобразований **F**, развитие «самообучения», для получения новых преобразований);

– оценивать уровень развития компетентностей по критериям, определенным для компонентов, составляющих компетентность (сопоставление объема и состава полученных знаний с заданным множеством **Q<sub>0</sub>**, сопоставление объема и состава освоенных преобразований с заданным множеством **F<sub>0</sub>**);

– формировать компетентности не столько ориентированные на конкретную профессиональную деятельность, сколько на уровень компетентности профессиональной деятельности.

Практически о том же говорит и А. Пуанкаре в своей статье

«Интуиция и логика в математике» [4]: «Чистый анализ предоставляет в наше распоряжение много примеров, гарантируя нам их непогрешимость; он открывает нам тысячу различных путей, которым мы смело можем верить; мы уверены, что не встретим там препятствий; но какой из этих путей скорее всего приведет нас к цели? Кто скажет нам какой следует выбрать? Нам нужна способность, которая позволяла бы видеть цель издали, а эта способность есть **интуиция**. Она необходима для исследователя в выборе пути, она не менее необходима и для того, кто идет по его следам и хочет знать, почему он избрал этот путь».

Эти же слова, как ни удивительно, вполне можно отнести и к такому же таинственному понятию как «компетентность», демистификации которого посвящена и настоящая работа.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ : т. 2 / Д. Кнут. – М. : Мир, 1977. – 724 с.
2. Делор Ж. Образование: сокровитное сокровище / Ж. Делор. – УНЕСКО, 1996.
3. Дружинин В. Н. Психология общих способностей / В. Н. Дружинин. – СПб : Питер, 2002 – 368 с.
4. Пуанкаре А. О науке / А. Пуанкаре. – М. : Наука, 1983. – 362 с.
5. Хамори Й. Долгий путь к мозгу человека / Й. Хамори. – М. : Мир, 1985. – 150 с.