

# СИНЕРГИЯ, МАНЕВРЕННОСТЬ, СЕРВИС, МОБИЛЬНОСТЬ И КАДРОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

**А.С. Михалев**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры философии и методологии университетского образования РИВШ БГУ

**Ключевые слова:** синергия, маневренность, сервис, мобильность, кадровый менеджмент, математические знание-деятельностные модели.

*Достаточно, чтобы слова выражали смысл.*  
Конфуций

**Введение в проблему.** По некоторым оценкам в литературе сформулировано около пятидесяти более или менее близких понятий «система». Воспользуемся наиболее общим философским толкованием этого термина [1, с. 610]. В данном источнике «система (от. греч. – целое, составленное из частей соединение) – совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определенную целостность, единство». Исходя из этого определения можно сформулировать следующие основные принципы оргпроектирования искусственных (целенаправленных, в том числе и образовательных) человеко-машинных систем:

- принцип целостности (синергизма), состоящий в том, что свойства системы принципиально не сводятся к сумме свойств, составляющих ее элементов;
- принцип структурности, позволяющий описать систему через установление ее структуры, т.е. сети связей и отношений между ее элементами;
- принцип иерархичности, позволяющий рассматривать исследуемую систему как элемент более сложной системы, а каждый из элементов исходной системы как систему более низкого порядка иерархии;
- принцип множественности описания систем, утверждающий, что адекватное познание их возможно лишь на пути построения множества различных моделей, каждая из которых описывает тот или иной аспект системы.

Перечисленные принципы в задачах оргпроектирования дополняются целым рядом (около 30) более конкретных правил применения системного анализа при построении организаций.

Далее предпринята попытка проиллюстрировать перспективность и эффективность использования таких понятий, как «синергия», «маневренность», «сервис», «мобильность» при описании образовательных систем, базирующемся на так называемых компетентностных знание-деятельностных математических моделях специалистов. При этом в качестве инструмента исследования выбран метод аналогий, а робототехника избрана в качестве области знаний, в которой указанные понятия доведены до количественных математических оценок.

**Синергия.** «Синергизм, синергия [греч. – сотрудничество, содружество] согласно словарю иностранных слов – вариант реакции организма на комбинированное воздействие двух или нескольких лекарственных веществ, характеризующийся тем, что это действие превышает действие, оказываемое каждым компонентом в отдельности» [2, с. 456]. В настоящее время границы этого термина существенно расширены, приобрели общесистемный и даже общенаучный смысл [3].

Чтобы проиллюстрировать данное понятие, обратимся к робототехнике, а конкретнее, классу манипуляционных роботов. Как известно из теоретической механики, тело (звено манипулятора), свободное в пространстве,

имеет шесть степеней подвижности: три поступательных и три вращательных движения относительно трех ортогональных осей. Манипулятор состоит из последовательно, шарнирно соединенных в цепь «п» звеньев так, что соседние звенья образуют в суставах кинематические пары, класс которых определяется числом степеней подвижности, утраченных в суставах.

Таким образом, число степеней подвижности «п»-звенного манипулятора «р» определяется по формуле:

$$p = 6n - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 - p_1, \quad (1)$$

где:  $p_1; p_2; \dots; p_5$  – числа пар соответственно первого, второго...пятого классов.

В манипуляторе на рисунке 1 с антропоморфной (человекоподобной) кинематикой три подвижных звена: I, II и III и три кинематических пары– «плечо» (пара третьего класса), «локоть» (пара пятого класса) и «запястье» (пара третьего класса).

Итак, число степеней подвижности для этого манипулятора:

$$p=6*3-5*1-3*2=7, \quad (2)$$

т.е. на единицу больше, чем требуется для перемещения и произвольного ориентирования в пространстве объекта, удерживаемого схватом.

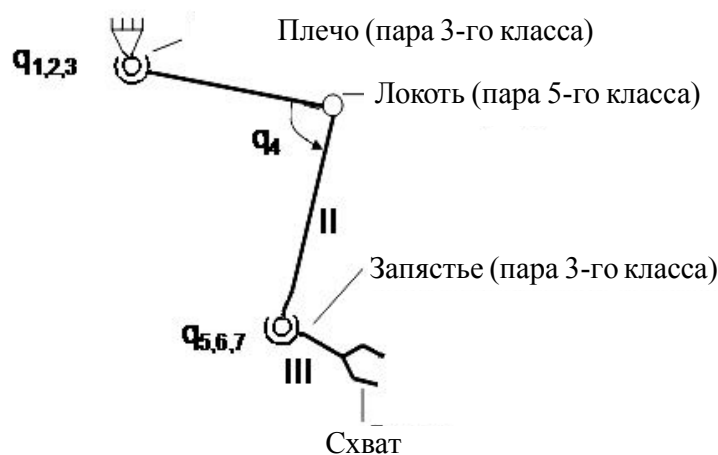


Рисунок 1 – Манипулятор с антропоморфной кинематикой

Итак, у манипулятора как целостной системы подвижных звеньев появилось новое системное (синергетическое) свойство – перемещать и ориентировать в пространстве

объекты, не присущие каждому из составляющих его звеньев (не объединенных в систему).

Здесь, однако, следует подчеркнуть, что манипулятор (с электроприводами в суставах,

сенсорами, микропроцессорами) представляет собой лишь исполнительный уровень робота, предназначенный для отработки сплайн-функций (угловых перемещений в суставах) –  $q_1(t); q_2(t); \dots; q_7(t)$ . Задачи тактического уровня – разложение траектории движения схвата в декартовых координатах на указанные сплайн-функции и, наконец, задача стратегического уровня – планирование траекторий движения самого схвата. Излишне, видимо, говорить о том, что на каждом указанном уровне иерархии синергия манипуляционного робота как целостной системы существенно и нелинейно возрастает.

В образовательных учреждениях, например в вузах, также вполне отчетливо выделяются уровни: исполнительный (кафедры), тактический (факультеты) и стратегический (ректорат, совет вуза). Вполне очевидно, что ни одна кафедра самостоятельно не в состоянии обеспечить подготовку специалистов: только совокупность (система) нескольких кафедр (общеобразовательных, выпускающих, гуманитарных) приобретает необходимое для этой цели системное (синергетическое) свойство, и только на исполнительном уровне. Тактический уровень (факультеты) координирует действия подведомственных кафедр, студенческих групп, и, наконец, стратегический уровень (ректорат, совет вуза) принимает стратегические решения по открытию/закрытию специальностей, набору абитуриентов и т.д.

Рассматривая далее в соответствии с упомянутым принципом иерархичности кафедру как целостную систему, отметим, что ни один из ее преподавателей не в состоянии обеспечить чтение всех дисциплин, закрепленных за кафедрой. Необходимое для этого системное (синергетическое) свойство кафедры проявляется лишь при их интегрированных совместных усилиях, координируемых заведующим кафедрой (тактический уровень) и заседаниями кафедр (стратегический уровень).

И, наконец, рассматривая образовательную систему страны как целостную, отметим, что ни одно из образовательных учреждений не в состоянии обеспечить надлежащую подготовку специалистов по всем необходимым специальностям и специализациям. Указанное

системное (синергетическое) свойство возникает только у всей совокупности учреждений образования (средних, средне-специальных, высших), и только на исполнительном уровне. На тактическом уровне деятельность родственных учреждений образования координируют соответствующие Управления и, наконец, на стратегическом уровне – Министерство образования и правительство страны.

Перечисленные, вполне очевидные аналогии позволяют сделать следующие выводы:

- понятие «синергия» как некое новое полезное свойство, появляющееся при целеустремленном объединении элементов в систему, существенным образом зависит от числа этих элементов (числа степеней подвижности), способов их соединения в единую структуру, сложности самих элементов и т. д.;

- синергию в принципе можно оценить количественно, каждый раз исходя из сущности той или иной системы (в робототехнике, например, через число степеней подвижности);

- критерием качества оргпроектирования и менеджмента в человеко-машинных, например, образовательных системах, является величина получаемой положительной синергии при минимальных издержках ресурсов для ее достижения;

- синергия и ее зависимость от различных факторов является нелинейной функцией последних, т.е. малые вариации величины факторов могут приводить к непропорционально значительным вариациям синергии.

**Маневренность.** В словаре иностранных слов [2, с. 292] термин «маневрировать» имеет следующие толкования: 1) производить маневр, 2) передвигаться в обход препятствиям, лавировать, 3) действовать обходным путем, прибегать к уловкам, изворачиваться, 4) умело распоряжаться, искусно пользоваться чем-либо, производя перераспределения, переборку и т.п.

В робототехнике маневренность как системное свойство манипуляционного робота имеет вполне четкое количественное определение. Маневренностью « $m$ » называется число степеней подвижности манипулятора при закрепленном схвате, т.е.:

$$m = 6(n-1) - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 - p_1. (2)$$

На рисунке 2 понятие «маневренность» проиллюстрировано на примере того же антропоморфного манипулятора, схват которого закрепил неподвижное тело так, что звено III-«запястье» стало также неподвижным.

Из формулы (2) следует, что:

$$m = 6(3-1) - 5 \times 1 - 3 \times 2 = 1, \quad (3)$$

т.е. маневренность рассматриваемого манипулятора  $m = 1$ .

Это означает, что при закреплённом схвате (неподвижном III-ем звене) манипулятор все же еще сохраняет некоторую возможность двигаться. Действительно, «локоть», как это следует из рисунка 2, еще можно поворачивать по окружности, плоскость которой перпендикулярна оси, соединяющей центры шаровых шарниров в «плече» и «запястье».

Маневренность – достаточно полезное системное свойство, поскольку позволяет

«обойти» препятствие между «плечом» и объектом манипулирования, как это показано на рисунке 2, соответствующим образом выбрав положение «локтя» на указанной окружности. В то же время наличие маневренности серьезно затрудняет программирование движений манипулятора: ведь при одном и том же положении «схвата» возможно бесчисленное множество положений «локтя» на окружности. Вот почему при детерминированной среде «обитания», например при работе в условиях промышленного цеха, стремятся исключить маневренность, и лишь когда робот работает в стохастических условиях и появление в рабочей зоне «препятствий» вполне вероятно, приходится увеличивать число степеней подвижности и обеспечивать тем самым необходимую маневренность.

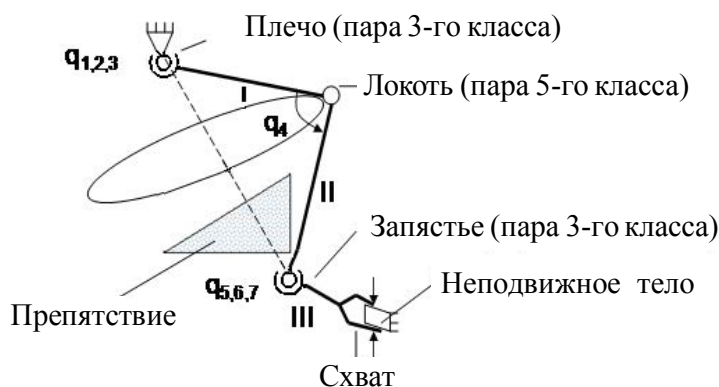


Рисунок 2 – Иллюстрация понятия «маневренность» манипулятора

Маневренность вуза как его системное свойство, необходимое в непредсказуемых условиях функционирования, также зависит от числа его «степеней подвижности» – числа его структурных подразделений: факультетов, кафедр; форм учебного процесса (очной, вечерней, заочной, дистанционной), разнообразия специальностей и специализаций. При возникновении форс-мажорных обстоятельств (препятствий – финансовых, юридических, кадровых, административных) руководители вуза должны предпринять соответствующий им маневр – кадровый, финансовый, юридический и т.д., чтобы обойти, преодолеть препятствие с минимальными издержками ресурсов и за приемлемое время.

Кафедра как целенаправленная система, работающая в стохастических условиях, также

стремится обеспечить некую маневренность путем подготовки не одной, а двух-трех родственных специальностей или специализаций, подбора преподавателей, способных читать не одну, а две-три дисциплины и, таким образом, обеспечивать их взаимозаменяемость на случай форс-мажорных обстоятельств.

Преподаватель в свою очередь обеспечивает собственную маневренность, осваивая два-три и более курсов, читая их на разных кафедрах или факультетах.

И, наконец, образовательная система страны в целом также стремится иметь некоторую маневренность, обеспечивая подготовку специалистов одного профиля или специальности не в одном, а в двух-трех и более вузах, даже в одном регионе страны.

**На любом из перечисленных уровней иерархии образовательных систем критерий качества тактического менеджмента состоит в том, чтобы за счет маневренности, заложенной при оргпроектировании, обеспечить выживаемость и конкурентоспособность образовательной системы в форс-мажорных обстоятельствах.** Вместе с тем маневренность как системное свойство в образовательных учреждениях полезна лишь в стохастических условиях; в детерминированных же стационарных условиях она увеличивает сложность управления, ибо связана с неизбежным увеличением числа

степеней подвижности (элементов) на том или ином уровне иерархии.

**Сервис.** Прочно вошедшее в русский язык английское слово «сервис» означает бытовое обслуживание населения. В робототехнике выработано несколько количественных оценок качества «обслуживания» роботом рабочего объема «услугами» перемещений и ориентирования объектов манипулирования. Под углом сервиса  $\Psi$  манипулятора понимают телесный угол, внутри которого можно подвести схват в данную точку  $X$  пространства, как это показано на рисунке 3.

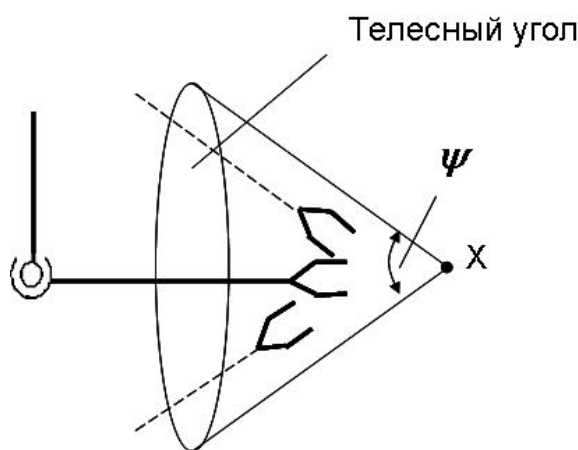


Рисунок 3 – Иллюстрация понятия «угол сервиса манипулятора»

Под коэффициентом сервиса  $C_x$  понимают отношение этого угла к полному телесному углу, равному  $4\pi$ , т.е.

$$C_x = C(X) = \frac{\psi}{4\pi}. \quad (4)$$

Коэффициент сервиса  $C_x$  меняется от положения схвата  $X$  и при проектировании манипулятора стремятся к тому, чтобы он был по возможности высоким и постоянным по объему рабочего пространства  $V(x)$ .

Интегральный критерий качества манипулятора по сервису имеет вид:

$$Kc = \frac{1}{V(x)} \int_x C(x) dx \quad (5)$$

и представляет собой усредненное значение коэффициента сервиса по всему рабочему объему  $V(x)$ , обслуживаемому роботом. **Чем больше значение  $Kc$ , тем лучше спроектирован манипулятор и тем качественнее обслуживание им рабочего объема.**

Эти понятия легко распространить и на объекты образовательных систем. Так, качество образовательных услуг вуза на любой из его кафедр (своеобразный коэффициент сервиса) должно быть одинаково высоким, что обеспечивается соответствующим распределением финансовых, кадровых ресурсов, уровнем научных работ, методического обеспечения.

Каждая кафедра в свою очередь должна располагать преподавателями, по возможности в равной мере владеющими как можно более широким набором учебно-воспитательных методик и приемов (также своеобразным углом сервиса), чтобы «подойти» с различных «направлений» к любому обучающемуся для достижения поставленных педагогических целей. И, наконец, в масштабах образовательной системы необходимо обеспечить хотя бы приблизительно равновысокий уровень образовательных услуг в учреждениях

одинакового статуса (школах, колледжах, институтах, университетах) столичных, областных, районных.

На любом из перечисленных уровней иерархии образовательных систем критерием качества оргпроектирования и менеджмента является приблизительно одинаковый и высокий уровень сервиса (качество учебно-воспитательного процесса) при оказании образовательных услуг.

**Мобильность.** В словаре иностранных слов [2, с 318] термин «мобильный» [*фр. mobile <лат. mobilis*] означает «подвижный», способный к быстрому и скорому передвижению, действию.

В робототехнике это понятие существенно расширено и доведено до четких количественных оценок. Будем изменять с максимально допустимой скоростью поочередно каждую из обобщенных координат  $q_1, q_2 \dots q_7$  манипулятора на рисунке 1. Вполне очевидно, что

схват манипулятора будет при этом перемещаться с различными скоростями  $V_1, V_2 \dots V_7$  в различных направлениях, так что вокруг него образуется своеобразный «ёжик» из векторов указанных скоростей. Мобильностью  $M(x)$  называется объем многогранника, образованного концами «ёжика» скоростей  $V_1$  и полученного указанным выше образом. Усредненная мобильность по всему рабочему объему  $V(x)$  манипулятора, можно получить следующий интегральный критерий качества манипулятора по мобильности:

$$K_M = \frac{1}{V(x)} \int_x M(x) dx. \quad (6)$$

Мобильность является достаточно сложным понятием, характеризующим не только скоростные возможности (в данном случае манипулятора), но и многообразие возможных перемещений. Поэтому рассмотрим более подробно простейший двухзвенный плоский манипулятор на рисунке 4.

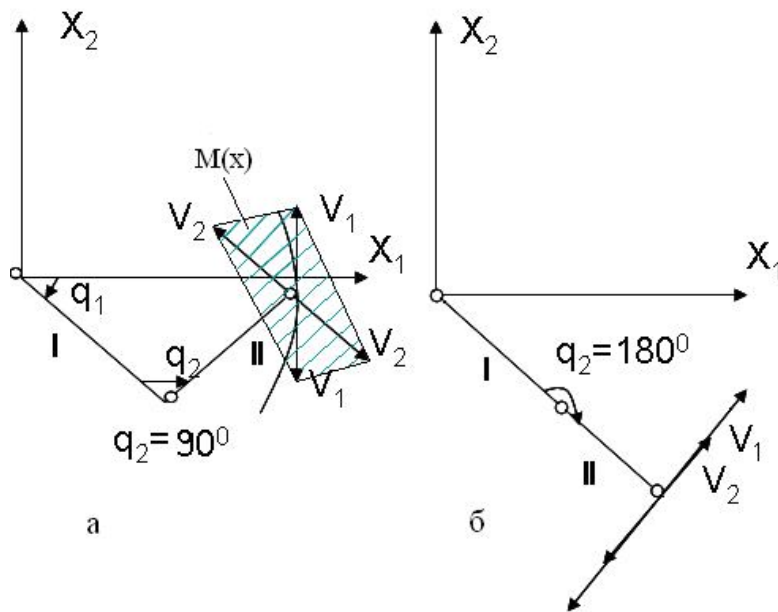


Рисунок 4 – (а, б). Иллюстрация понятия «мобильность» двухзвенного манипулятора

Как видно из рисунка 4а, «ёжик» скоростей  $V_1$  и  $V_2$  ограничен плоской заштрихованной фигурой, площадь которой  $M(x)$  и является мобильностью плоского двухзвенного манипулятора. Легко показать, что в конфигурациях манипулятора при  $q_2 = 90^\circ$  площадь  $M(x)$ , т.е. мобильность, максимальна.

Вместе с тем из рисунка 4б следует, что при  $q_2 = 180^\circ$  векторы скоростей  $V_1$  и  $V_2$  совпадают по направлению и, следовательно,  $M(x) = 0$ ,

хотя скорость перемещения схвата при этом максимальна. Например, поза футбольного вратаря, ожидающего штрафной удар (пенальти), непредсказуемый по направлению и силе, соответствует его максимальной мобильности, так как все его суставы согнуты под углами, близкими к  $90^\circ$ . Этот пример достаточно убедительно показывает, что **мобильность любой системы зависит не только от «скоростных» возможностей, т.е. от мобильности**

составляющих её элементов, но и от их взаимного расположения (конфигурации) в системе.

На основе вышеприведенных положений попытаемся обосновать и наполнить неким математическим содержанием понятие «мобильность специалиста», имея в виду, конечно, его профессиональную мобильность, а также другие введенные термины, рассматривая их с позиции кадрового менеджмента.

**Кадровый менеджмент на основе математических знание-деятельностных моделей специалистов**

С этой целью воспользуемся математической знание-деятельностной моделью специалиста, предложенной нами ранее [4, с. 5–12]:

$$I = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_i \times \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m D_j}{C_1 + C_2} = \frac{3 \times D}{C_1 + C_2} \quad (7)$$

где:  $I$  – степень идеальности специалиста;  
 $Z_i$  – оценка знаний по  $i$ -й учебной дисциплине;  
 $Z$  – усредненная оценка знаниевой компетентности;  
 $D_j$  – оценка  $j$ -й деятельностной компетенции;  
 $D$  – усредненная оценка деятельностной компетентности;  
 $C_1$  – расходы образовательной системы на формирование компетентностей специалиста;  
 $C_2$  – расходы работодателя на содержание специалиста.

Графическая интерпретация модели (7) представлена на рисунке 5, на котором введены следующие сокращения:

- ПД – пассивный дилетант;
- ПЭ – пассивный эрудит;
- АД – активный дилетант;
- АЭ – активный эрудит;
- ВС – выдающийся специалист.

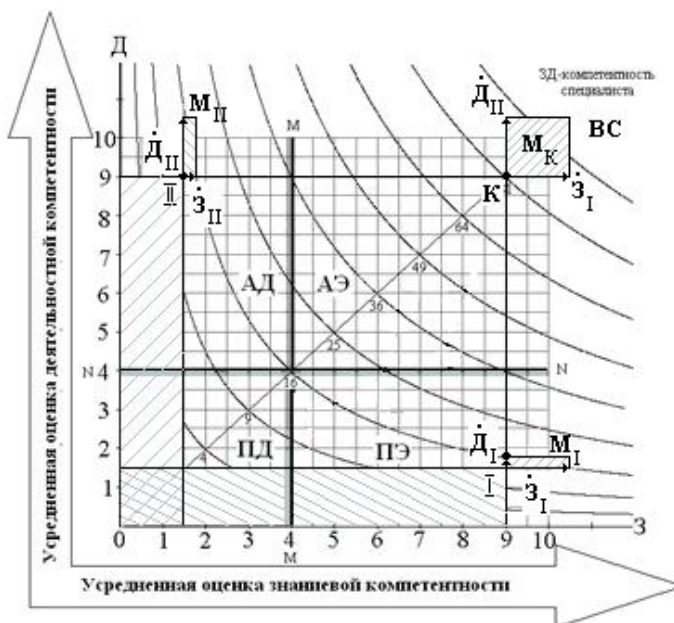


Рисунок 5 – Знание-деятельностные компетенции и мобильность специалистов

Предположим далее, что некий специалист  $I$  имеет весьма высокую усредненную знаниевую компетентность  $Z_1 = 9$  баллов и очень низкую деятельностную компетентность  $D_1 = 1,5$  балла. На рисунке 5 в области пассивных эрудитов это отражено координатами точки  $I$ , так что его компетентность в соответствии с моделью (7) равна  $Z_1 \times D_1 = 9 \times 1,5 = 13,5$  баллов. В случае необходимости этот специалист способен наращивать свои знаниевую и деятельностную компетентности

с определенными скоростями  $\dot{Z}_1$  и  $\dot{D}_1$ . Предполагая, что указанные скорости пропорциональны значениям  $Z_1$  и  $D_1$ , изобразим векторы  $\dot{Z}_1$  и  $\dot{D}_1$ , как это показано на рисунке 5. По аналогии с понятием мобильности в робототехнике будем считать, что площадь  $M_1$ , ограниченная концами векторов скоростей  $\dot{Z}_1$  и  $\dot{D}_1$ , является профессиональной мобильностью специалиста  $M_1$ .

$$M_1 = \dot{Z}_1 \times \dot{D}_1 \quad (8)$$

Предложим далее, что другой специалист II обладает, напротив, очень высокой деятельностью компетентностью  $D_{II}=9$  баллов и крайне низкой знаниевой  $Z_{II}=1,5$  балла, так, что его изображающая точка II расположена в области активных дилетантов, как это показано на рисунке 5. Около этой точки на тех же основаниях построен прямоугольник мобильности  $M_{II}$  второго специалиста, который вследствие преднамеренной симметрии цифр оказался той же величины, что и  $M_I$ .

Допустим, что оба описанных специалиста работают в одной организации (например, в вузе), но в разных подразделениях, и их потенциальные возможности не объединены в некую систему. Между тем организация (вуз) для «выживания» должна совершить некий инновационный прорыв, быстро «оторваться» от конкурентов, например, разработкой и выпуском нового наукоемкого товара (эффективной образовательной технологии в вузе).

Если поставить эту задачу перед пассивным эрудитом I, то, возможно, затратив определенные усилия, проявив свои незаурядные знаниевые компетентность и мобильность, он за отпущенное время найдет радикально новое техническое решение для товара (образовательной технологии) с элементами мировой новизны. Однако его крайне сомнительные, низкие деятельностные компетентность и мобильность не позволяют привлечь административный ресурс, найти источник финансирования, защитить интеллектуальную собственность, организовать инженерную, технологическую проработку, выпустить опытный образец товара. Все это мог бы проделать энергичный дилетант II, но его усилия без идей первого специалиста окажутся беспочвенными. В итоге мобильность организации (вуза), как полезное системное (синергетическое) свойство совершать инновационные «рывки», будет практически равна нулю. Более того, затраты  $C_2$  работодателя на содержание этих специалистов в конечном счете едва ли окупятся.

Вывод вполне очевиден: из специалистов I и II следует создать некую систему и наименее затратный способ в этом случае – организовать инновационный проект и группу по разработке упомянутого нового товара

(образовательной технологии) с соответствующей целью, ресурсами, временными ограничениями и т.п.

Пусть на первых порах ответственными за этот проект окажутся лишь двое описанных специалистов. Как оценить их объединенные компетентность и мобильность? Решение этой задачи следует, видимо, искать в рамках модели (7), введя новое понятие – степень идеальности коллектива инновационного проекта:

$$I_k = (Z_I + Z_{II})C(D_I + D_{II}) / (C_1 + C_2) = (Z_I D_I + Z_{II} D_I + Z_I D_{II} + Z_{II} D_{II}) / (C_1 + C_2). \quad (9)$$

Корректности ради, подставив в (9) наши числовые оценки, получим:

$$I_k = (9 \times 1,5 + 1,5 \times 1,5 + 9 \times 9 + 1,5 \times 9) / (C_1 + C_2) = 110,25 / (C_1 + C_2). \quad (10)$$

Как и следовало ожидать, компонента  $Z_{II} D_I = 1,5 \times 1,5 = 2,25$  балла имеет второй порядок малости и ею можно пренебречь. Компоненты  $Z_I D_I$  и  $Z_{II} D_{II}$  также малы по сравнению с доминирующей составляющей  $Z_I D_{II}$  и достаточно сомнительны по смыслу из следующих соображений: вряд ли знания «дилетанта» добавят что-либо новое к знаниям «эрудита», и едва ли «пассивный» добавит что-либо существенное к энергии «активного».

Таким образом, модель (9) предельно упрощается:

$$I_k = (Z_I \times D_{II}) / (C_1 + C_2) = (9 \times 9) / (C_1 + C_2), \quad (11),$$

и на рисунке 5 это можно отобразить точкой К.

Нетрудно видеть, что знание-деятельностная компетентность коллектива резко, нелинейно (синергетически) возрастает (до 81 балла) по сравнению с суммой компетентностей, не объединенных в коллектив специалистов:

$$Z_I D_I + Z_{II} D_{II} = 9 \times 1,5 + 1,5 \times 9 = 27 \text{ баллов.} \quad (12)$$

Оценим далее мобильности специалистов, считая, например, что векторы  $\dot{Z}_{I,II}$  и  $\dot{D}_{I,II}$  составляют, например, 15% от векторов  $Z_{I,II}$  и  $D_{I,II}$  соответственно:

$$M_I = 0,15 \times 0,15 = (0,15 \times 9) \times (0,15 \times 1,5) = 0,3 \text{ балла;}$$

$$M_{II} = 0,15 \times 0,15 = (0,15 \times 1,5) \times (0,15 \times 9) = 0,3 \text{ балла,}$$

а сумма мобильностей этих специалистов (не объединенных в коллектив) составит:

$$M_I + M_{II} = 0,6 \text{ балла.} \quad (13)$$



Согласно модели (7) мобильность коллектива:

$$M_K = (Z_I + Z_{II}) \times (D_I + D_{II}) \quad (14)$$

или, пренебрегая малыми компонентами, получим:

$$M_K = Z_I \times D_I = (0,15 \times 9) \times (0,15 \times 9) = 1,82, \quad (15)$$

что существенно больше суммы (13) мобильностей специалистов, не объединенных в коллектив.

Таким образом, сумма компетентностей специалистов I и II составляет 27 баллов, тогда как их объединение в коллектив (систему) синергетически увеличивает компетентность последнего до 81 балла. Аналогично этому сумма их мобильностей составила 0,6 балла, а при объединении в коллектив она выросла до 1,82 балла.

Весьма интересно оценить также затраты  $C_2$  работодателя при компетентностном формировании групп для разработки инновационных проектов. В нашем примере очевидно:

$$C_2 = K[(Z_I \times D_I) + (Z_{II} \times D_{II})] = K \times 27, \quad (15)$$

где:  $K$  – коэффициент пропорциональности между заработной платой и компетентностью специалистов.

Если бы все работы по проекту выполнялись одним высококвалифицированным специалистом, эквивалентным по компетентностям  $Z$  и  $D$  группе из двух специалистов I и II, то при тех же условиях затраты работодателя составили бы:

$$C_2 = K(Z \times D) = K \times 81. \quad (16)$$

Итак, проведенные расчеты даже при предельном уменьшении в системе числа объектов до двух, убедительно свидетельствуют о том, что оргпроектирование и кадровый менеджмент на основе математических знание-деятельностных моделей специалистов при надлежащем их подборе в целеустремленных

коллективах приводят к парадоксальным увеличениям синергии, мобильности, маневренности и сервиса последних при одновременном и весьма существенном уменьшении затрат на их содержание.

В более сложных коллективах из «п» специалистов и «т» менеджеров степень идеальности коллектива по сравнению с моделью (11) естественно усложняется и принимает вид:

$$I_K = \frac{\sum_{i=1}^n Z_i \times \sum_{j=1}^m D_j}{C_2}, \quad (17)$$

где:  $Z_i$  – знаниевая компетентность  $i$ -того специалиста,  $D_j$  – деятельностная компетентность  $j$ -того менеджера,  $I = I; II; \dots n, j = I; II; \dots m$ .

Из всего вышесказанного вполне очевидно, что **каждый из «п» специалистов должен обладать весьма высокими знаниевыми компетенциями в своей узкой области**, набор которых определяется основными компонентами разрабатываемого инновационного проекта (товара, услуги и т.п.), включая например «системный анализ», «математику», «физику», «программное обеспечение», «микроэлектронику», «дисплейную технику». Аналогично этому **каждый менеджер должен обладать высокими деятельностными компетенциями каждый в своей области менеджмента**, например, в сферах «кадрового менеджмента», «связи с общественностью», «рекламы», «маркетинга». Аксиомой инновационного менеджмента является также обязательное привлечение так называемого административного ресурса, например, в виде общего руководства и заинтересованности первого лица организации в успехе инновационного проекта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Философский энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1983. – 750 с.
2. Словарь иностранных слов. – М.: Русский язык, 1982. – 606 с.
3. Капица, С.П. Синергетика и прогнозы будущего / С.П. Капица, С.П. Курдюмов, Г.Г. Малинецкий. – М.: УРСС, 2003. – 280 с.
4. Михалев, А.С. Математическая знание-деятельностная модель специалиста / А.С. Михалев // Инновационные образовательные технологии. 2009. № 4.

**РЕЗЮМЕ**

Поставлена и решена задача построения многоконтурной кибернетической модели потоков экономических благ и ресурсов в современной рыночной экономике и определены место и роль в ней образовательных систем. Описаны ключевые личностные компетенции и их значение для «человека», «коллектива» и «общества». На основе математической четырёхпараметрической знание-деятельностной модели обучающегося, определены рациональные индивидуальные «траектории» формирования компетенций, направленных на увеличение человеческого капитала.

**SUMMARY**

Using the method of analogies an attempt was made to describe complex hierarchical educational systems with use of well-traversed and filled with mathematical content concepts of robotics such as "synergy", "agility", "service" and "mobility".

There were shown that these concepts successfully complete the terminology and basic principles of organization planning, systems analysis and the idea of human resource management with the use of mathematical knowledge-activity models of specialists in the formation and management of innovative projects.