

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЗНАНИЕ-ДЕЯТЕЛЬНОСТНАЯ МОДЕЛЬ СПЕЦИАЛИСТА

Докт. техн. наук, проф. МИХАЛЕВ А. С.

Республиканский институт высшей школы, БГУ

Глобальный финансово-экономический кризис, потрясавший мировую экономику, еще и еще раз показывает, сколь велика роль профессиональной компетентности специалистов различных уровней и иерархий при управлении сложными социально-экономическими системами. Этот кризис, естественно, в еще большей степени обострил продолжающийся вот уже более полувека всеобщий и системный кризис мировой образовательной системы и стал для нее очередным вызовом времени [1, 2].

Американская академическая общественность отвечает на этот вызов, консолидируя усилия вокруг «национального крестового похода» на проблемы образования, объявленного правительством США в ряде крупномасштабных образовательных программ. Обладая значительно меньшим по сравнению с США финансовым потенциалом, страны Европы объединяют достижения и возможности своих образовательных систем в ходе Болонского процесса. Страны СНГ, находясь в состоянии сложнейшего переходного процесса к рыночной экономике и не имея сколько-нибудь соизмеримых возможностей по сравнению с ведущими странами «технологического ядра» [3], одна за другой присоединяются к Болонскому процессу, оперативно заимствуя все самое ценное, достигнутое в мировой и европейской образовательных системах [4, 5].

В ходе Болонского процесса, на «стыке» интересов университетов и европейских работодателей была выработана новая, так называемая «компетентностная» парадигма образования, интенсивно формируется понятие об «идеальном выпускнике» вуза, кодексе «идеального служащего». И хотя дискуссии вокруг этих

новшеств все еще продолжаются, вполне очевидно, что традиционное для высшей школы знаниевое проблемно-инновационное «поле» будет дополнено «деятельностным», так что современную парадигму образования следует трактовать как «знание-деятельностную» [6]. Ниже предпринята попытка разработки и обоснования математической модели специалиста, в той или иной степени отвечающей указанной парадигме.

Обоснование модели специалиста. В качестве исходной математической модели примем хорошо известное в теории решения изобретательских задач понятие о степени идеальности технических систем

$$И = \frac{\Phi}{C_1 + C_2}, \quad (1)$$

где Φ – количество и качество функций, выполняемых системой; C_1 – затраты производителя системы по ее изготовлению; C_2 – то же покупателя системы в процессе ее использования.

Используя метод аналогий, будем считать, что при постановке нашей задачи в (1): $И$ – степень идеальности специалиста; Φ – количество и качество функций, которые он способен выполнять в ходе профессиональной деятельности; C_1 – затраты образовательной системы на подготовку специалиста; C_2 – то же работодателя на его содержание.

Из выражения (1) вполне очевидно, что степень идеальности специалиста тем выше, чем больше числитель (количество и качество его функций) и чем меньше знаменатель (совокупные расходы на его подготовку и содержание).

Здесь уместно подчеркнуть, что в полной аналогии с техническими системами затраты C_1 и C_2 , а также Φ достаточно сложным образом взаимосвязаны. При уменьшении затрат C_1 на подготовку специалистов в образовательной системе неизбежно снижается ее качество Φ , в связи с чем должны увеличиваться расходы C_2 на «доучивание», «переподготовку», «повышение квалификации» и «адаптацию специалиста к рабочему месту». В результате этих дополнительных расходов в основном за счет работодателей знаменатель (1) в целом увеличивается, одновременно возрастает Φ , т. е. качество специалиста подтягивается «до кондиции», но процесс его формирования, естественно, замедляется. Вот почему сообщество работодателей предпочитает заполнять имеющиеся вакансии опытными, сложившимися, «готовыми» специалистами, всячески избегая молодых выпускников вузов.

Для дальнейшей конкретизации модели специалиста сформулируем основные требования, предъявляемые к ней:

- модель должна обеспечивать возможность количественных расчетов, т. е. быть в полной мере математической;
- она не должна допускать операций сложения принципиально различных «знаниевых» и «деятельностных» характеристик специалиста;
- модель должна обеспечивать некую взаимозаменяемость «знаниевых» и «деятельностных» характеристик;
- она должна быть достаточно понятной и простой для практического использования.

Указанным требованиям, по мнению автора, вполне отвечает следующая модель:

$$И = \frac{\sum_{i=1}^n 3_i \sum_{j=1}^m D_j}{C_1 + C_2}, \quad (2)$$

где 3_i – i -я «знаниевая» компетенция специалиста; D_j – j -я «деятельностная» компетенция.

В модели (2) четко разграничены достижения в обучении, которые названы «знаниевыми» компетенциями, и выходящие за их рамки иные достижения, которые названы «деятельностными» компетенциями. Это в полной мере соответствует позиции, высказанной в документе «Регулирование образовательных структур в Европе» [7]. Как и в упомянутом доку-

менте, в выражении (2) под 3_i следует понимать объем знаний специалиста по i -й дисциплине, который не только может, но и должен быть оценен количественно в баллах традиционными или инновационными методами педагогической квалитметрии (с помощью экзаменов, тестирования и т. п.). При этом термин «знаниевые компетенции» можно считать эквивалентным так называемым ЗУНам (знание, умение, навыки), широко применяемым в высшей школе.

Вторая сумма – деятельностных компетенций D_j в модели (2), по нашему мнению, тесно связана с понятием «личность». Действительно, в [8, с. 314] понятие «личность» определено следующим образом:

1) человеческий индивид как субъект отношений и сознательной деятельности;

2) устойчивая система социально-значимых черт, характеризующих индивида как члена того или иного общества или общности.

Проблема личности в цикле социально-гуманитарных дисциплин – это прежде всего вопрос о том, какое место занимает человек в мире, чем он фактически является, более того, чем он может стать, т. е. может ли человек стать господином собственной судьбы, может ли он «сделать себя самого», создать свою жизнь. «Ядро» личности как субъекта сознательной деятельности лежит, по мнению психологов, в мотивационной сфере (потребности, интересы, направленности). Как подчеркивается в обширной специальной литературе по теории личности и теории лидерства, важное место для личности занимают самосознание, самооценка, самоуважение – от этого зависят уровень притязаний и поведение личности на деятельностном «поле».

Для количественной оценки любой деятельностной компетенции D_j в Минском институте управления предложен, разработан и экспериментально опробован в ходе инновационного проекта «Портфолио» метод групповых взаимооценок, который в исчерпывающей мере опубликован в [9]. Суть его состоит в том, что вся учебная группа студентов выступает в качестве экспертов, а каждый из студентов этой же группы является объектом экспертизы по каждой из деятельностных компетенций.

Таким образом, при реализации знание-деятельностной парадигмы обучения достиже-

ния каждого из студентов оцениваются как сообществом преподавателей (на знаниевом «поле»), так и сообществом студентов (на деятельностном «поле»).

Поскольку количественные оценки остальных величин (C_1 и C_2) не вызывают сколь-нибудь заметных принципиальных затруднений, модель (2) вполне допускает количественные расчеты, т. е. является в целом математической.

Вместе с тем, в виде (2) модель оказывается достаточно сложной для практического использования. Действительно, число « n », прослушанных специалистом дисциплин, составляет в современных учебных планах 80–85, число деятельностных компетенций, т. е. « m », также может достигать нескольких десятков, что делает числитель (2) весьма громоздким. В связи с этим перейдем в выражении (2) к средним оценкам

$$И = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 3_i \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m D_j}{C_1 + C_2} = \frac{ЗД}{C_1 + C_2}. \quad (3)$$

В виде (3) модель предельно упрощается, так как первый сомножитель в числителе представляет собой ни что иное, как хорошо известный всем «средний балл», полученный специалистом на знаниевом «поле» за время обучения. Есть все основания назвать этот сомножитель «знаниевой компетентностью» и считать его личностным свойством специалиста, интегрально характеризующим его познавательные способности. Второй сомножитель в числителе (3) представляет собой усредненную оценку « m » деятельностных компетенций, и ее с тем же основанием целесообразно называть «деятельностной компетентностью». Таким образом, числитель модели (3) представляет собой произведение двух компетентностей, т. е. знание-деятельностную компетентность (сокращенно ЗД-компетентность или просто компетентность).

По нашему мнению, полезно найти некоторые аналогии между этими вновь введенными понятиями и хорошо известными понятиями из других областей знаний. Обратимся с этой целью к механике, в которой механическая работа A постоянной силы F на отрезке пути S вычисляется по формуле

$$A = FS \cos \alpha, \quad (4)$$

где α – угол между векторами силы F и перемещения S .

Весьма примечательно здесь то, что термин «работа» в ходе развития человеческой цивилизации приобрел чрезвычайно широкий смысл в обыденной жизни и в цикле социально-экономических дисциплин, в которых по своему смыслу и толкованию он приближается к термину «деятельность». Цитируя [8, с. 151], отметим, что «деятельность является специфически человеческой формой активного отношения к окружающему миру, содержание которой составляет его целесообразное изменение и преобразование». При этом различают деятельность интеллектуальную и материальную, производственную, трудовую, репродуктивную и продуктивную и т. д., но в любом случае подчеркивается ее осознанность, т. е. опора на некоторую сумму знаний, наличие цели и средств для ее достижения.

Возвращаясь к выражению (4), отметим, что работу, выполненную в единицу времени, называют мощностью P , которая в простейшем случае при $F = \text{const}$ и $\alpha = 0$ определяется выражением

$$P = Fv, \quad (5)$$

где v – скорость, т. е. приращение пути за единицу времени.

Сравнивая (5) и числитель выражения (3), отметим их аналогичность не только математическую, но и сущностную. Действительно, скорость выполнения специалистом той или иной работы пропорциональна сумме его знаний, умений и навыков, т. е. в определенном смысле v соответствует знаниевой компетентности $З$. Деятельностная компетентность $Д$ включает такие «силовые» компетенции, как «настойчивость», «целеустремленность», «сила воли», «стрессоустойчивость», «амбициозность» и т. п., т. е. ее с полным основанием в любой человеческой деятельности можно уподобить силе F в (5).

Таким образом, знание-деятельностная компетентность специалиста в некотором смысле определяет его «мощность», т. е. объем выполняемой им профессиональной работы в единицу времени, который в экономике соответст-

вует термину «производительность» труда специалиста.

На рис. 1 представлена графическая интерпретация разработанной знание-деятельностной модели специалиста, в которой использованы десятибалльные оценочные шкалы по обеим усредненным компетентностям З и Д. При этом левее линии *ММ* заштрихована область знаниевой некомпетентности специалистов (с оценками ниже четырех баллов). Иначе и более образно говоря, линия *ММ* на знаниевом поле разделяет специалистов на «дилетантов» и «эрудитов». Аналогично этому линия *NN* отделяет область деятельностной некомпетентности специалистов (с оценками также ниже четырех баллов), являясь границей между «пассивными» и «активными» специалистами на деятельностном «поле». Биссектриса определяет идеально сбалансированную знание-деятельностную компетентность, значение которой в баллах показано вдоль этой прямой числами 4, 9, 16, 25 и т. д. вплоть до величины 100.

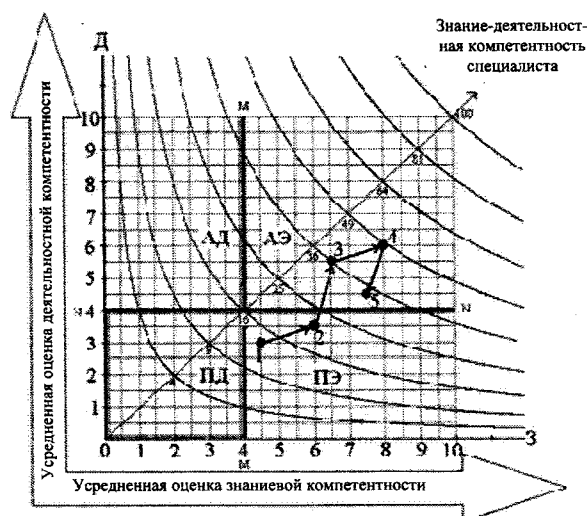


Рис. 1. Математическая знание-деятельностная модель специалиста

Если числитель в (3) полагать равным постоянным величинам (упомянутым числам 4, 9, 16 и т. д.), то при вариациях оценок З и Д их произведение будет соответствовать в математическом смысле семейству равносторонних гипербол с асимптотами – осями координат. На рис. 1 эти гиперболы показаны и, поскольку на каждой из них знание-деятельностная компетентность остается постоянной величиной, их

вполне можно считать «эквивалентностными» линиями на 3Д-плоскости. Здесь уместно отметить, что одна и та же величина произведения ЗД может быть получена при различных величинах сомножителей З и Д. Это свойство модели соответствует некоторой взаимозаменяемости компетенций, когда недостаток знаний специалист может компенсировать за счет деятельностных компетенций: «настойчивостью», «трудолюбием», «стремлением к самообразованию» и т. п.

Итак, благодаря использованию усредненных оценок все три компетентности специалиста можно представить на рис. 1 некоторой изображающей точкой, координаты которой являются его знаниевой и деятельностной компетентностями, а произведение последних, т. е. площадь соответствующего прямоугольника, является наглядной графической интерпретацией его 3Д-компетентности. Следует особо подчеркнуть, что положение изображающей точки конкретного специалиста на 3Д-плоскости не является стабильным. При работе по специальности и интенсивном самообразовании компетенции специалиста со временем растут (изображающая точка мигрирует вправо и вверх), в противных случаях компетенции падают (изображающая точка мигрирует вниз и влево).

Любая модель, в том числе и разработанная, должна способствовать более глубокому пониманию изучаемых объектов и явлений и быть полезной при практическом использовании. Проиллюстрируем ниже некоторые из возможных направлений такого использования полученной модели.

Компетентностная «портретизация» специалистов. Выделенные на рис. 1 области позволяют с использованием введенных терминов осуществить некую классификацию (портретизацию) специалистов по величине их компетентностей следующим образом.

1. Пассивный дилетант (ПД) – специалист, обладающий знаниевой и деятельностной компетентностями ниже пороговых уровней, составляющих, например, 4 балла (на рис. 1 эта область выделена штриховкой в левом нижнем углу). О таких людях древние греки, прославившиеся в истории как великие мудрецы и искусные мореходы, пренебрежительно гово-

рили: «Они не умеют ни читать, ни плавать!» Обычно они достаточно отчетливо проявляются уже в студенческие годы и являются «притчей во языцех» как в студенческом, так и в преподавательском сообществах. Позже, покидая вузы с предельно низкими компетентностями, они становятся сущим наказанием и для сообщества работодателей. Немецкий поэт и драматург Шиллер говорил о них так: «Против глупости (по нашей терминологии – двойной некомпетентности) бессильны даже боги!» В связи с этим на рынке труда такие «специалисты» с трудом находят себе применение, а, находя его, редко работают по специальности.

Таким образом, поистине титанический труд преподавателей и расходы C_1 в образовательной системе на «обитателей» ПД-области затрачиваются впустую. Более того, пассивные дилетанты в течение всей последующей своей жизни становятся своеобразной «антирекламой» для тех вузов, которые им с грехом пополам удалось закончить. Именно поэтому любой вуз стремится поднять свой рейтинг и строит свою работу так, чтобы число желающих в нем учиться в разы (!) превышало установленную квоту. При этом существенно уменьшаются трудозатраты преподавателей и последующие «огорчения» работодателей, так как в разы сокращается число пассивных дилетантов как в стенах вуза, так и на его выходе.

2. Пассивный эрудит (ПЭ) – специалист, обладающий парадоксальным сочетанием высокой знаниевой и низкой деятельностной компетентностями (область ПЭ выделена в правой нижней части рисунка). Превыше всего такие специалисты дорожат своим имиджем «знающего человека», социальный статус, материальное положение и прочие атрибуты благополучной жизни их совершенно не интересуют. История человеческой цивилизации изобилует яркими примерами таких личностей (Диоген, Сократ, Архимед, Леонардо да Винчи, Циолковский, Менделеев, Винер, Эйнштейн и многие другие). Движимые неутолимой «жаждой» знаний, такие люди становились настоящими кладями мудрости, оказывали на науку, технический прогресс, огромное влияние, не обладая при этом никакой сколько-нибудь заметной деятельностной компетентностью. В современной жизни пассивные эрудиты могут найти

достойное применение в качестве аналитиков, генераторов идей, консультантов, «кабинетных» ученых, преподавателей и т. д. Вместе с тем древнеримский оратор и философ Цицерон назидательно и вполне обоснованно говорил в адрес пассивных эрудитов: «Не достаточно обладать мудростью, нужно еще уметь пользоваться ею!»

3. Активный дилетант (АД) – это специалист, также обладающий несбалансированными компетентностями (высокой деятельностной и низкой знаниевой). На рис. 1 эта область выделена штриховкой в левом верхнем углу. Такие специалисты отличаются «кипучей» деловитостью, обладая неукротимой «жаждой» деятельности, энергично берутся за любую работу и на любой, но непременно руководящей (!), должности, однако вскоре обнаруживается, что их знаний явно недостаточно для надлежащего выполнения профессиональных функций. Отчетливо осознавая это, они стремятся во что бы то ни стало занять как можно более высокую должность в соответствии с известным славянским изречением: «Сила есть – ума не надо!»

Становясь лидерами, активные дилетанты далеко не так «безопасны», как пассивные эрудиты, поскольку первопричиной всевозможных банкротств, поражений, неудач, кризисов, техногенных катастроф и т. д. является недостаточная знаниевая компетенция лидеров – руководителей финансовых, военных, экономических, политических, производственных и любых других организаций.

О таких людях немецкий поэт, ученый и мыслитель И. Гёте говорил: «Нет ничего страшнее деятельного невежества».

4. Активный эрудит (АЭ) – специалист, обладающий сбалансированными как знаниевыми, так и деятельностными компетентностями (на рис. 1 их область выделена в правом верхнем углу). Оценки их 3Д-компетентности находятся в пределах от 16 до 100 баллов, и, поскольку этот диапазон оказывается достаточно широким, его целесообразно подразделить на три части:

- $16 < 3ДК < 36$ – специалист низкой компетентности;
- $36 < 3ДК < 64$ – специалист средней компетентности;

• $64 < \text{ЗДК} < 100$ – специалист высокой компетентности.

В целом подготовка специалистов типа АЭ вполне позволяет им рассчитывать на востребованность на рынке труда и успешно работать по специальности. Отклонение их ЗД-компетентностей от биссектрисы на рис. 1 в верхнюю область свидетельствует об их больших потенциальных возможностях как менеджеров и, в противном случае, как аналитиков или генераторов идей.

5. Выдающиеся специалисты (ВС) – это люди, имеющие компетентности, выходящие за пределы оценочных шкал, т. е. специалисты, ЗД-компетентность которых превышает 100 баллов в рассматриваемой модели. К выдающимся специалистам вполне приемлемы такие эпитеты, как «особо одаренные», «талантливые», «гениальные» и т. п.

Общеизвестно, что работодатели любого уровня интенсивно ищут таких специалистов, буквально «охотятся» за талантами, переманивая их друг у друга фантастическими размерами заработной платы, комфортными условиями работы, высокими полномочиями, которые позволяют полностью проявить их незаурядные способности. Именно о них белорусский писатель А. С. Русецкий говорил: «Был бы талант – должность найдется!» Более того, уникальное сочетание деятельностных и знаниевых компетенций позволяет им самим быть весьма успешными и крупномасштабными работодателями (Эдисон, Тесла, Маркони, Белл, Нобель, Бенц, Форд, Зингер, Гарвард, Гейц, Чон Чу Ен и многие другие). Безошибочно прогнозируя основополагающие направления научно-технического прогресса, они всегда оказываются «в нужном месте и в нужное время», создают десятки и сотни тысяч рабочих мест, гигантские трансконтинентальные корпорации, являющиеся настоящими локомотивами человеческой цивилизации.

Компетентностное формирование специалистов. Разработанная математическая модель позволяет оценивать не только компетентности сформировавшихся специалистов – выпускников высшей школы, но и прослеживать процессы их формирования еще в студенческие и даже школьные годы. Действительно, введем в рассмотрение понятие «текущие средние

баллы», которым будем оценивать достижения студентов на каждом рубежном контроле, т. е. по результатам каждой экзаменационной сессии на знаниевом «поле», а также по результатам анкетирования по проекту «Портфолио» на деятельностном «поле». При этом оценивание тех или иных деятельностных компетенций целесообразно проводить в конце каждого семестра, например накануне традиционной экзаменационной сессии. Тогда достижения каждого студента на рисунке могут быть представлены совокупностью изображающих точек, которые в свою очередь отображают траекторию формирования его компетентностей во времени. В качестве примера на рисунке показана траектория 1–2–3–4–5 некоторого студента в течение пяти первых семестров. Текущие средние баллы при этом определяются путем усреднения достижений за настоящую и все предыдущие сессии, т. е. координаты точки 3 на графике – это усредненная оценка знаниевой компетентности за все дисциплины не только третьего семестра, но и предыдущих двух, а также усредненная оценка деятельностной компетентности не только за третий семестр, но и за предыдущие два.

Таким образом, учреждение образования получает возможность с первого семестра и до конца обучения оценивать формирование компетентности каждого из обучающихся.

Конечно, и прежде высшая школа использовала понятие «текущий» и «итоговый» средний балл обучающихся, назначая им повышенные стипендии или, напротив, лишая обычных, выдавая некоторым из них особые дипломы (с отличием), предоставляя право первоочередного распределения и т. д. Особенность изложенного подхода состоит в том, что в поле зрения как преподавателей, так и самих студентов находятся сразу обе компетентности, наглядно изображаемые траекторией на одной плоскости.

Общеизвестно, что управление любыми процессами или объектами немислимо без адекватно точных и оперативных измерений их текущих параметров. В этой связи разработанная математическая модель может составить достаточно добротную основу для эффективного управления учебно-воспитательным процессом в учреждениях образования любого профиля и уровня.

При надлежащем развитии образовательного учреждения, примером которого может служить Минский институт управления, а именно: наличии корпоративной компьютерной сети, компьютерного тестирования знаний студентов, реализации идей «электронной зачетки», «электронной ведомости», компьютеризированной оценки деятельностных компетенций и т. д., реализация знание-деятельностной парадигмы обучения и управление учебно-воспитательным процессом на основе разработанной математической модели не вызывают сколько-нибудь заметных принципиальных затруднений.

ВЫВОД

Разработана и предложена математическая модель, в которой знание-деятельностная компетентность обучающегося или специалиста представлена как произведение оценок знаниевой и деятельностных компетенций. При этом усредненная знаниевая компетентность оценивается сообществом преподавателей традиционным способом, а деятельностная – сообществом студентов методом групповых взаимооценок, базирующимся на гипотезе о нормальном (гауссовском) распределении оценок компетенций в студенческой группе. На основе предложенной модели выполнены «портретизация»

специалистов и формирование их компетентностей в ходе учебно-воспитательного процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кумбс, Ф. Г. Кризис образования в современном мире. Системный анализ / Ф. Г. Кумбс. – М.: Прогресс, 1970. – С. 293.
2. Михалев, А. С. Кризис мировой образовательной системы / А. С. Михалев // Инновационные образовательные технологии. – 2005. – № 1. – С. 7–14.
3. Михалев, А. С. Экономические аспекты системного кризиса образования в странах СНГ / А. С. Михалев // Инновационные образовательные технологии. – 2005. – № 3. – С. 17–24.
4. Жук, А. И. Модернизация внешней школы Беларуси созвучна идеям Болонского процесса / А. И. Жук // Высшая школа. – 2009. – № 2. – С. 3–7.
5. Демчук, М. И. Болонский процесс: истоки, направленность и перспективы для Республики Беларусь / М. И. Демчук // Высшая школа. – 2009. – № 3. – С. 11–16.
6. Михалев, А. С. Знание-деятельностная парадигма обучения и подходы к ее реализации в Минском институте управления / А. С. Михалев, Ю. Г. Казеко // Инновационные образовательные технологии. – 2009. – № 2. – С. 47–57.
7. Tuning Educational Structures in Europe // EC. Educational and culture Socrates – Tempus. – 2006.
8. Философский энциклопедический словарь. – М.: Сов. энциклопедия, 1983. – С. 750.
9. Михалев, А. С. Формирование портфолио методом групповых взаимооценок: теория и эксперимент / А. С. Михалев // Проблемы управления. – 2008. – С. 151.

Поступила 08.12.2010