

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЗНАНИЕ – ДЕЯТЕЛЬНОСТНАЯ МОДЕЛЬ СПЕЦИАЛИСТА

А.С. Михалев, доктор технических наук, профессор кафедры автоматизированных систем управления Минского института управления

*Для достижения поставленной цели
деловитость нужна не менее, чем знания.*

П. Бомарше

Введение в проблему. Глобальный финансово-экономический кризис, потрясающий 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 свои усилия вокруг «национального крестового похода» на проблемы образования, объявленного правительством США в целом 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 сложнейшем переходном периоде 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 всё 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, кодксе «идеального служащего». И хотя дискуссии вокруг этих новшеств всё 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]. Нами 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:

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

где: Φ – количество и качество функций, выполняемых системой;

C_1 – затраты производителя системы на её изготовление;

C_2 – затраты покупателя системы в процессе её использования.

Применяя метод аналогий, будем считать, что при постановке нашей задачи в выражении (1):

I – 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 – затраты 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 взаимозависимы. 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», «повышения 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 к ней в следующем виде:

– модель должна обеспечивать возможность количественных расчетов, т.е. быть в полной мере математической;

– не должна допускать операций сложения принципиально различных «знаниевых» и «деятельностных» характеристик специалиста;

– модель должна обеспечивать некую взаимозаменяемость «знаниевых» и «деятельностных» характеристик;

– должна быть достаточно понятной и простой для практического использования.

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

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n Z_i \times \sum_{j=1}^m D_j}{C_1 + C_2}, \quad (2)$$

где: Z_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 документе, в выражении (2) под Z_i следует понимать объем знаний специалиста по i -ой дисциплине, который не только может, но и должен быть оценен количественно в баллах традиционными или инновационными методами педагогической квалиметрии (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 «сделать себя самого», создать свою собственную жизнь. «Ядро» личности – как субъекта сознательной деятельности находится, по мнению психологов, в мотивационной сфере (потребности, интересы, направленности). Как подчеркивается в обширной специальной литературе по теории личности и теории лидерства, важное место в деятельности личности занимают самосознание, самооценка, самоуважение – от этого зависит 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 ранее исчерпывающе объяснен в нашей публикации [9]. Суть его состоит в том, что вся учебная группа студентов выступит в качестве экспертов, а любой студент этой группы является объектом экспертизы по каждой деятельностной компетенции.

Таким образом, при реализации знание-деятельностной парадигмы обучения достижения каждого студента 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 » так же может достигать нескольких десятков, что делает числитель (2) весьма громоздким. В связи с этим перейдем в выражении (2) к средним оценкам, т.е.:

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

В виде выражения (3) модель предельно упрощается, поскольку первый сомножитель в числителе представляет собой не 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 выражения (3) представляет собой усредненную оценку « m » деятельностных компетенций и её 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:

$$A = F \times S \times \cos \alpha, \quad (4)$$

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, который и в обыденной жизни и в цикле социально-экономических дисциплин приближается к термину «деятельность». Согласно определению, приведенному в «Философском энциклопедическом словаре» [8, с.151] «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 отмечается её осознанность, т.е. опора на некоторую сумму знаний, наличие цели и средств для её достижения.

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

$$P = F \times V, \quad (5)$$

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

Сравнивая формулу (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 знаковой компетентности Z . Деятельностная компетентность D 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 выражении (5).*

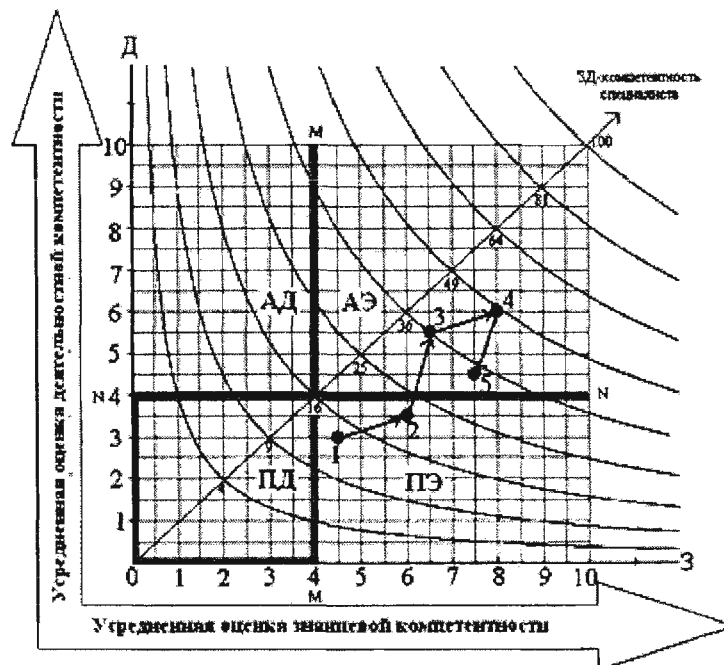


Рисунок – Математическая знание-деятельностная модель специалиста

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 соответствует термину «производительность» труда специалиста.*

На рисунке представлена графическая интерпретация, разработанной знание-деятельностной модели специалиста, в которой использованы десятибалльные оценочные шкалы по обоим усредненным компетентностям Z и D . При этом левее линии MM заштрихована

область знаниевой некомпетентности специалистов (с оценками ниже 4 баллов). Иначе говоря, линия MM на знаниевом поле разделяет специалистов на «дилетантов» и «эрудитов». Аналогично этому линия NN отделяет область деятельностной некомпетентности специалистов (с оценками также ниже 4 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.

Если числитель в выражении (3) полагать равным постоянным величинам (упомянутым числам 4, 9, 16 и т.д.), то при вариациях оценок Z и D их произведение будет соответствовать в математическом смысле семейству равносторонних гипербол с асимптотами – осями координат. На рисунке эти гиперболы показаны и, поскольку, на каждой из них знание-деятельностная компетентность остается постоянной величиной, их вполне можно считать «эквивалентными» линиями на ЗД-плоскости. Здесь уместно отметить, что одна и та же величина произведения ЗЧД может быть получена при различных величинах сомножителей Z и D . 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 рисунке некоторой изображающей точкой, координаты которой являются его знаниевой и деятельностной компетентностями, а произведение последних, т.е. площадь соответствующего прямоугольника, является наглядной графической интерпретацией его ЗД-компетентности. Следует особо подчеркнуть, что положение точки, изображающей конкретного специалиста на ЗД-плоскости не является стабильным. При работе по специальности и интенсивном самообразовании компетенция специалиста со временем растет (изображающая точка мигрирует вправо и вверх), в противных случаях компетенция снижается (изображающая точка мигрирует вниз и влево).

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

Компетентностная «портретизация» специалистов

Выделенные на рисунке области позволяют, с использованием введенных терминов, осуществить некую классификацию (портретизацию) специалистов по величине их компетентностей:

1. **Пассивный дилетант (ПД)** – специалист, обладающий знаниевой и деятельностной компетентностями ниже пороговых уровней, составляющих, например, 4 балла (на рисунке эта область выделена штриховкой в левом нижнем углу). О таких людях древние греки пренебрежительно говорили: «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. Фридрих 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 С1 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 значительно превышало установленную квоту. При этом существенно уменьшаются трудозатраты преподавателей и последующие «огорчения» работодателей, так как во много раз сокращается количество пассивных дилетантов как в стенах вуза, так и на выходе из него.

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, искусство огромное влияние, не обладая при этом никакой сколько-нибудь замстойной деятельностью. В современной жизни пассивные эрудиты могут найти достойное применение в качестве аналитиков, генераторов идей, консультантов, «кабинетных» ученых, преподавателей и т.д. Однако еще Цицерон назидательно и вполне обоснованно говорил: «Недостаточно обладать мудростью, нужно еще уметь пользоваться ею!»

3. Активный дилетант (АД) – это специалист также обладающий несбалансированными компетентностями (высокой деятельностной и низкой знаниевой). На рисунке 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 не достаточно для надлежащего выполнения профессиональных функций. Отчетливо осознавая это, они стремятся во что бы то ни стало занять как можно более высокую должность.

Становясь лидерами, активные дилетанты далеко могут оказаться не «безопасными», 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 Гёте говорил: «Нет ничего страшнее деятельного невежества».

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

– $16 < \text{ЗДК} < 36$ специалист низкой компетентности;

– $36 < \text{ЗДК} < 64$ 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 рисунке в верхнюю область свидетельствует об их больших потенциальных возможностях как менеджеров, а в других случаях – 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 применимы 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 им полностью проявить незаурядные способности. Более того, уникальное сочетание деятельностных и знаниевых компетенций позволяет им самим быть весьма успешными и крупномасштабными работодателями (Эдисон, Тесла, Маркони, Белл, Нобиль, Бенц, Форд, Зингер, Гарвард, Гейц, Чон Чу Ён и мн. др.). 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 проследить процессы их формирования ещё в студенческие и даже школьные годы. Действительно, введем в рассмотрение понятие «текущие средние баллы», которыми будем оценивать достижения студентов на каждом рубежном контроле, т.е. по результатам каждой экзаменационной сессии на знаниевом «поле», а так же 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 роста компетентности (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 так же усредненная оценка деятельностной компетентности не только за третий семестр, но и за предыдущие два.

Таким образом, с нашей моделью 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 вызывает сколько-нибудь заметных затруднений.

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 высшей школы Беларуси созвучна идеям Болонского процесса / А.И. Жук // Высшэйшая школа. – 2009. – № 2. – С. 3 – 7
5. *Демчук, М.И.* Болонский процесс: истоки, направленность и перспективы для Республики Беларусь / М.И. Демчук // Высшэйшая 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//ЕС.Educational and culture Socrates – Tempus, 2006.
8. *Философский энциклопедический словарь.* – М.: Советская энциклопедия, 1983. – С. 750
9. *Михалев, А.С.* Формирование портфолио методом групповых взаимооценок: теория и эксперимент / А.С. Михалев // Проблемы управления. – 2008. – С. 151.

РЕЗЮМЕ

Предложена и обоснована математическая модель, в которой знание-деятельностная компетентность обучающегося или специалиста представлена, как произведение совокупности оценок знаниевых и деятельностных компетенций. При этом усредненную знаниевую компетентность каждого обучающегося традиционными способами оценивает сообщество преподавателей, а деятельностную – сообщество студентов методом групповых взаимооценок, базирующимся на гипотезе о нормальном (Гауссовском) распределении количественных оценок каждой компетенции в студенческой группе. На основе предложенной модели выполнена компетентностная «портретизация» специалистов и показан процесс их компетентностного формирования в ходе учебно-воспитательного процесса.