

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЫБОРА ТРАЕКТОРИИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТА В СИСТЕМЕ ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ**

**Макаренко Е.А.**

**Научный руководитель – доцент, к.т.н. Якунин Ю.Ю.**

***Сибирский федеральный университет***

Переход в постиндустриальную информационную эпоху определил необходимость модернизации системы образования вообще и системы высшего образования в частности, на которую ложится основная ответственность за определение перспективы экономического и духовного развития общества. На данный момент в России происходят такие изменения, как усиление внимания к развитию индивидуальности человека, социальные изменения, переход к рыночной экономике, которые приводят к переориентации российского высшего образования в сторону усиления внимания к индивидуальности человека и к потребностям среды.

Необходимы новые подходы, методы обучения в высшем образовании. В настоящее время существует много различных подходов к подготовке специалистов, которые можно разделить на две большие группы: «старые» (традиционные, личностно-ориентированные и др.) и «новые» (компетентностный подход, информационный, контекстный и др.). В России взят курс на реализацию компетентностного подхода.

Как и все новое, компетентностный подход вызывает у ряда исследователей некоторые сомнения по его внедрению в российскую высшую школу. Главные подозрения связаны с фундаментальными знаниями. Российские выпускники вузов всегда славились тем, что имели хорошую фундаментальную базу. И неизвестно, как повлияет компетентностный подход на фундаментальную подготовку специалистов. Это нельзя не учитывать при реализации компетентностного подхода. Но одно отмечается точно, компетентностный подход должен уменьшить расхождение между требованиями работодателей и качеством подготовки специалиста в ВУЗе.

Компетентностный подход представляет собой адаптивную модель высшего образования, в основе которой лежит идея исключения из содержания образования всего того, что не имеет непосредственного отношения к подготовке специалиста по тому или иному направлению. Идея реализуется путем предоставления содержания образования в виде набора компетенций, который в основном содержит практические умения и навыки. В качестве цели при реализации компетентностного подхода в профессиональном образовании выступает формирование компетентного специалиста. При этом предполагается, что компетентный специалист должен обладать как профессиональной компетентностью, так и общекультурной. Получается, что при компетентностном подходе в вузе целенаправленно развиваются и контролируются личностные качества человека. Ранее ВУЗ не контролировал развитие индивидуальности человека, это не являлось его целью.

Подход есть, а вот четкого и полного описания его реализации нет. Предстоит решить еще много задач, прежде чем компетентностный подход заработает в полную силу. И одна из них, рассмотрению и решению которой посвящена данная статья, заключается в трудности выбора индивидуальной траектории обучения студентами. Трудность в том, что только что поступившему студенту сложно разобраться во всем множестве дисциплин и выбрать те, которые нужны для формирования именно тех компетенций, которыми хочет обладать это студент после окончания ВУЗ'а для свободной деятельности в той или иной области. В рамках компетентностного подхода предполагается, что студентам будет помогать академический консультант – тьютор.

Была разработана следующая схема составления индивидуального учебного плана. Предполагается, что студент, который только что поступил в ВУЗ, должен сообщить тьютору, в какой области он предполагает свою деятельность в будущем. А тьютор должен определить набор необходимых компетенций для свободной деятельности в этой области. И подобрать набор дисциплин, изучение которых поможет сформировать этот набор компетенций, а также глубину изучения каждой отдельной дисциплины в соответствии с личными предпочтениями и способностями студента. Если студент затрудняется сформулировать свою будущую область деятельности, тьютор должен помочь ему определиться также на основе личных качеств, способностей и предпочтений.

Для упрощения работы тьютора автором предлагается создать систему поддержки принятия решений, которая на основе некоей входной информации: способности и личных качества студента, желаемого набора компетенций, начального набора и уровня компетенций и др. – будет выдавать варианты траекторий обучения студентов. Данная система будет представлять собой набор дисциплин с указанием глубины и последовательности их изучения. И уже на основе этих вариантов тьютор совместно со студентом будет выбирать наиболее предпочтительную.

Такая система на базе математической модели поможет делать выбор той или иной траектории обучения. Это будет более обоснованный, математически подкрепленный вариант индивидуального учебного плана.

Для построения математической модели были проанализированы структура макета стандарта ГОС ВПО 3 и структура макетов учебных программы дисциплин. В ГОС ВПО каждого поколения указаны цели и результаты обучения, умения и навыки, которыми будут обладать выпускники по тому или иному направлению, дисциплины и глубина их изучения. При этом в этих стандартах есть то, что обязательно к выполнению, а есть то, чем можно варьировать, особенно это касается дисциплин. Есть дисциплины, которые обязательны для изучения, а есть дисциплины по выбору, т.е. студент сам решает, какие дисциплины изучать. В макетах стандартов третьего поколения, которые сейчас находятся на стадии разработки в связи с переходом к компетентностному подходу, в сравнении со стандартами других поколений, процент дисциплин по выбору немного увеличился, результаты обучения выражаются в компетенциях, а не в том, что выпускник должен знать, уметь и какими навыками обладать.

В учебных программах по дисциплинам указываются цель дисциплины, требования к входным знаниям, умениям и готовностям учащегося, приобретенных в результате освоения предшествующих дисциплин. Указываются дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо структура и содержание дисциплины и в соответствии со стандартами третьего поколения, компетенции формируемые в результате освоения дисциплины. Эти данные необходимы при составлении индивидуального учебного плана.

Данные, полученные в результате изучения макетов ГОС ВПО 3 и рабочих программ по дисциплинам, являются исходными данными для создания математической модели процесса выбора траектории обучения. Математическая модель должна показать механизм составления траектории, в ней необходимо описать, какие исходные данные нужны, какие математические операции или действия к ним применить, чтобы получить готовый результат.

Итак, результаты образования при компетентностном подходе выражаются в компетенциях, при этом разные специалисты должны обладать разными компетенциями на разном уровне, и этот уровень должен быть не ниже некоторого нижнего предела. Поэтому необходимо, чтобы разные траектории обучения для одного и того же специалиста были построены так, чтобы изучение дисциплин, вошедших в эти траектории,

давали одинаковый уровень обладания. И естественно, что изучение разных дисциплин приводит к освоению разных компетенций на разном уровне. Теперь рассмотрим это подробнее.

В первую очередь необходимо разобраться с компетенциями, так как траектория будет строиться на основе того, какими компетенциями хочет обладать студент и на базе основной образовательной программы по направлению, которое он выбрал. Сейчас существуют списки компетенций, которыми будет обладать специалист при изучении той или иной образовательной программы, а единого списка всех компетенций нет. При этом необходимо сделать не просто перечень компетенций, а определить иерархию, построить дерево на множестве компетенций. Общий список компетенций будет достаточно велик, и в нем будет сложно найти нужную компетенцию. В «дереве» поиск будет делать гораздо проще. А также дерево компетенций позволит прослеживать связь между одними и теми же компетенциями для разных специальностей и дисциплин.

Итак, опишем общее дерево, в котором будут собраны все компетенции:

$T(X, E)$ , – дерево компетенций, где

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  – множество вершин, описывающих компетенции;

$E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$  – множество ребер.

Каждый элемент множества вершин определяется следующим образом:  $x_i = (name, y_i, \alpha_i)$ , где  $name$  – название компетенции,  $y_i = [0, 1]$  – уровень владения компетенцией,  $\alpha_i$  – параметр, определяющий вклад компетенции  $x_i$  в родительскую компетенцию, при этом  $\sum \alpha_i^r = 1$ , где  $r$  – уровень иерархии.

Общее дерево представляет собой некоторую иерархию компетенций. То есть, есть некоторый верхний уровень, назовем его «компетенции», который подразделяется на общекультурные и профессиональные компетенции (по ГОС ВПО 3), которые, в свою очередь, подразделяются на другие компетенции нижнего уровня и т.д. (рис. 1).

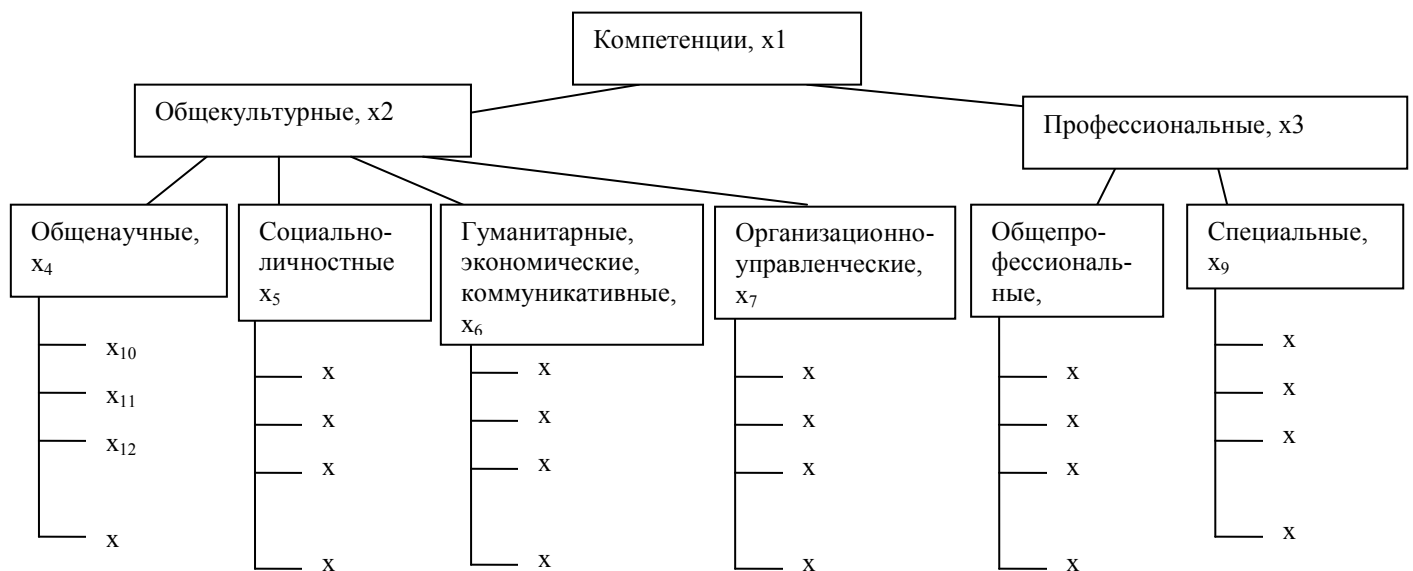


Рис. 1. Общее дерево компетенций

Для разных специальностей требуемый уровень обладания одной и той же компетенции может быть разным, поэтому определим нижний порог владения компетенцией для каждой специальности ( $k$ ). Для каждой специальности определим дерево компетенций, сформированное на базе общего дерева:  $T \rightarrow \{T^1, T^2, \dots, T^s\}$ .

Для вершин деревьев, которые не имеют потомков, примем максимальное значение параметра  $y^k$ , равное 1. Для вершин деревьев, имеющих потомков, значение уровня владения для соответствующих компетенций рассчитывается по формуле:

$$y_{\max,i}^{t,k} = \frac{1}{w^r} \sum_i y_i^r,$$

где  $t$  и  $r$  – номера уровней дерева, причем  $r$  – более низкий уровень иерархии по отношению к  $t$ ,  $w$  – число компетенций на  $r$ -ом уровне,  $k$  – номер специальности.

Одна и та же компетенция может осваиваться при изучении нескольких дисциплин в рамках одной специальности, поэтому для разных дисциплин ( $l$ )  $k$ -ой специальности в дереве компетенций, которое мы будем обозначать, как  $T^{k,l}(X, E)$ ,  $l = \overline{1, p}$ , для  $i$ -ой компетенции будут иметь разные значения верхнего и нижнего предела уровня владения  $y_i$ . При этом, принимаем за истинный тот факт, что они могут осваиваться на одинаковом уровне, потому что априорно другого мы сказать не можем. Так, например, если компетенция для конкретной специальности приобретается при изучении двух дисциплин, то  $\max$  ее освоения при изучении каждой дисциплины будет равен 0,5, то есть  $y_{\max,1}^{l,k} = 0,5$  и  $y_{\max,2}^{l,k} = 0,5$ . Тогда формулу для вычисления максимума можно записать следующим образом:

$$y_{\max,i}^{t,k,l} = \frac{1}{\sum_l 1(y_i^r)},$$

$$\text{где } 1(y_i^r) = \begin{cases} 1, \text{ если } y_i^r \neq 0 \in T^{k,l}(X, E) \\ 0, \text{ если } y_i^r = 0 \in T^{k,l}(X, E) \end{cases},$$

Для каждой компетенции общего дерева компетенций  $T(X, E)$  будут определены весовые коэффициенты  $\alpha$ . Весовые коэффициенты будут нужны для расчета уровня обладания дисциплины конкретным выпускником по формуле:

$y_i^{k,l,j} = \alpha_i \cdot T_j^{k,l}$ , где  $y_i^{k,l,j}$  - уровень обладания  $i$ -ой компетенцией  $j$ -ым студентом по  $l$ -ой дисциплине для  $k$ -ой специальности, выраженный через количество баллов по дисциплине;  $T_j^{k,l}$  – количество баллов, которое  $j$ -ый студент получил по  $l$ -ой дисциплине для  $k$ -ой специальности:  $T_j^{k,l} \in [0, 100]$ ;  $\alpha_i$  - весовой коэффициент для  $i$ -ой компетенции.

Дальнейшие исследования в этой области предполагают построение более точной математической модели, оценку коэффициентов экспертным путем и с применением аппаратов имитационного моделирования и математической статистики. На базе построенной модели предполагается разработка системы поддержки принятия решений, в которой будут создаваться индивидуальные траектории обучения для студентов и выполняться поиск оптимальных вариантов.