

## ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ КАЧЕСТВЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

Михайлов В.Ю.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Институт вычислительной математики и информационных технологий ГОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет Министерства образования и науки России», Казань, Россия (420008, Казань, ул. Кремлевская, 35) e-mail: [vmk.dep@kpfu.ru](mailto:vmk.dep@kpfu.ru)*

В статье описывается подход к проектированию качественных образовательных программ, основанный на поэтапном освоении базовых технологий предметной области. Под качественными образовательными программами понимаются программы, структура и содержание которых соответствуют современному уровню развития фундаментальной науки и прикладных технологий, формирующие у студентов профессиональные компетенции, востребованные на профильном рынке труда, поддерживающие у обучаемых постоянно высокий уровень мотивированности. Проанализирован ряд базовых информационных технологий, на основе которых могут быть спроектированы образовательные программы по ИТ-направлениям. Каждый этап изучения базовой технологии может реализовываться на различном уровне фундаментальности, прагматичности и освоения современных программных систем. В статье достаточно подробно описываются шаги создания проекта образовательной программы, по которому все акторы образовательной системы могут достаточно точно определить степень своей удовлетворенности. Предлагаются способы вычисления содержательных характеристик образовательных программ по определенной структуре, которая называется в статье проектом образовательной программы. Обучаемый на основе такого проекта на каждом этапе реализации ОП может получить подробную характеристику сформированных у него компетенций и план дальнейшего обучения, что поможет сделать процесс обучения более осмысленным, а поведение обучаемого — более мотивированным.

Ключевые слова: качество образовательных программ, базовые технологии, проект образовательной программы.

## AN APPROACH TO THE DESIGN OF QUALITY EDUCATIONAL PROGRAMS

Mikhailov V.Y.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Institute of computer mathematics and information technologies of Kazan (Volga region) federal university, Kazan, Russia (420008, Kazan, Kremlyovskaya street,35), e-mail: [vmk.dep@kpfu.ru](mailto:vmk.dep@kpfu.ru)*

This paper describes an approach to the design of quality educational programs, based on on-stage development of core technologies of the subject area. The quality educational programs comply with the requirements of fundamental science and applied technology, form student's professional competencies demanded by the labor market, support high level of student's motivation. A number of basic information technologies, on the basis of which one can design educational programs in IT – area, are analyzed. Each stage of study of a core technology can be implemented at different levels of fundamental, pragmatic and development of modern software systems. The article describes in detail the steps of design a project of the educational program (a certain information structure) on which all the actors of the educational system can accurately determine the degree of their satisfaction. The article provides also methods for calculating the substantial characteristics of an educational program on the basis of its project. A learner on the basis of that project at each stage of implementation of educational program can get a detailed description of the formed his competencies and plan further studies that will help to make learning process more meaningful and learner behavior more motivated.

Keywords: quality of educational programs, core technologies, project of the educational program.

С нашей точки зрения основным вопросом, требующим постоянного внимания и значительных усилий, является поддержание соответствия содержания образования сложнейшим задачам, которые выдвигает современный уровень развития цивилизации. Особенно это актуально для образования в области информационных технологий (ИТ-образование).

В данной статье мы сосредоточимся на вопросах проектирования качественных образовательных программ (ОП) с точки зрения их содержания и структуры. Качество образовательных программ в значительной мере определяет качество функционирования системы высшего образования в целом.

## **1. Постановка задачи**

**1.1.** Требования многих акторов (*государства* в лице Министерства образования; *работодателей*, заинтересованных в том, чтобы выпускники с первых дней включались в практическую работу; *студентов*, заинтересованных в получении высокооплачиваемой работы) определяются переносом центра внимания на *результаты образования, выражающихся в профессиональных компетенциях выпускников*. Поэтому принципы формирования структуры и содержания образовательных программ с их точки зрения неизбежно должны эволюционировать в направлении *большей прагматичности и нацеленности на конечный результат*.

Кроме этого, быстрые изменения базовых технологий, лежащих в основе современных производств, резкое повышение доли услуг, обострение международной и внутренней конкуренции приводят к необходимости не только освоения больших объемов знаний, но и *умения учиться в процессе работы, осваивать новые области знаний*, а порой и просто менять профессию. Так, по оценкам компании City&Guilds, уже сегодня в Великобритании значительное количество работников вынуждены несколько раз в течение жизни менять профессию, а по прогнозам к 2025 г. в среднем в течение жизни работник будет менять профессию до 19 раз [6]. В связи с этим можно сформулировать следующие дополнительные требования к структуре и содержанию ОП.

1. Важнейшей компетенцией, которую необходимо сформировать у обучаемого, является *потребность и способность самостоятельно осваивать новые профессиональные компетенции*. Ее необходимо формировать на самых первых этапах ОП.

2. Цели и содержание ОП, реализуемой в течение нескольких лет, могут и должны меняться. Могут существенно измениться также требования работодателей и самих обучаемых. Поэтому, естественно, сначала следует формировать так называемые *базовые профессиональные компетенции*, ценность которых не изменяется с течением времени.

**1.2.** Другие акторы (*академическая общественность, профессорско-преподавательские коллективы университетов*) считают, что главным отличительным признаком университетского образования является *фундаментальность образования*. Ректор МГУ В.А. Садовничий так определяет понятие фундаментальности образования: «Фундаментальность высшего образования — это соединение научного знания и процесса образования, дающее понимание образованным человеком того факта, что все мы живем по

законам природы и общества, которые никому не дано игнорировать. Их нарушение малограмотным или невежественным в науках человеком опасно для окружающих. Эталонным образованием может быть только *фундаментальное научное образование*, главная цель которого — распространение научного знания как неотъемлемой части мировой культуры» [5]. Фундаментальность рассматривается этими акторами как главное требование к содержанию образования. Считается, что человек, который хорошо подготовлен по фундаментальным наукам, быстро осваивает все новое, что появляется в области науки и техники.

Однако на практике формирование содержания и объема цикла ЕН образовательных программ во многом определяется людьми, по сути, не несущими ответственности за конечный результат, что приводит к нивелировке структуры и содержания отдельных дисциплин, отвечающих за фундаментальную подготовку обучаемого. При этом не учитываются принципиальные различия и специфика профессиональных целевых установок ОП, которые естественным образом влекут диверсификацию структуры и содержания дисциплин цикла ЕН. С нашей точки зрения, критерий фундаментальности ОП обладает значительной спецификой и зависит от типа ее целевых профессиональных компетенций.

**1.3. Сохранение высокой мотивированности** обучаемого является ключом к успешной реализации образовательной программы. Положение усугубляется тем, что дисциплины цикла ЕН традиционно изучаются на первых курсах в отрыве от профессионального цикла, что ослабляет мотивацию к их освоению, а к моменту их востребованности они по большей части забываются.

Классиками педагогики давно отмечалось [7], что память обучаемого устроена таким образом, что все сведения и их детали быстро забываются, если они не укладываются в некоторые структурированные шаблоны, периодически востребованные при осуществлении практической деятельности. Кроме вопросов, связанных с памятью, известно, что мотивированность обучаемого является функцией от таких характеристик, выполняемых им заданий и работ, как: творческая значимость (т.е. насколько обучаемый может проявить свои личные качества при их выполнении); разнообразие (т.е. насколько неоднотипные функции необходимо реализовать обучаемому при их выполнении); автономность (т.е. насколько результат работы представляет самостоятельный интерес); соответствие работ запланированным конечным результатам ОП и т.п. Тут уместно заметить, что, по мнению многих опытных педагогов, такие методы, как стимуляция (например, стипендия) и активация (например, введение различных рейтингов студентов), очень слабо влияют на мотивированность обучаемых.

Таким образом, задача, которую мы перед собой ставим, формулируется так:

*описать способ проектирования ОП, структура и содержание которых соответствуют современному уровню развития фундаментальной науки и прикладных технологий, которые формируют у студентов профессиональные компетенции, востребованные на профильном рынке труда, и которые поддерживают у обучаемых постоянно высокий уровень мотивированности.*

## **2. Базовые технологии предметной области — основа проектирования содержания и структуры качественной ОП**

Основное требование ФГОС — формирование у студента профессиональных компетенций. Уточним это требование. Под профессиональными компетенциями мы предлагаем понимать владение широким набором базовых технологий данной предметной области. *Базовые информационные технологии*, которые будут актуальными в ближайшее десятилетие, сформулированы, например, в [1], где приводится описание 74 технологий, объединенных в 8 групп.

В качестве основы для проектирования ОП мы предлагаем выбрать некоторый *целевой набор базовых технологий* данной предметной области, которые обучаемый должен освоить в результате прохождения ОП.

Под освоением технологии мы понимаем: знание обучаемым фундаментальных законов науки, на которые опирается данная технология; умение использовать прикладные методы, разработанные для данной технологии для решения разнообразных практических задач; умение определить границы применимости уже разработанных методов; знание недостатков разработанных методов и проблем их усовершенствования; умение работать с программными системами, разработанными для решения содержательных задач по данной технологии.

В качестве примеров базовых технологий, которые могут быть включены в целевой набор, который студент должен освоить, рассмотрим три информационные технологии, приведенные в [1]: две из группы «Технологии искусственного интеллекта» и одну из группы «Технологии моделирования и прикладные приложения».

1. *Технологии и системы распознавания слитной речи без настройки на голос диктора, позволяющие преобразовывать аудиоинформацию в текст с точностью, близкой к человеческой.*

Необходимые фундаментальные знания. Важнейшим этапом обработки речи в процессе распознавания является выделение информативных признаков, однозначно характеризующих речевой сигнал. Существует целый ряд математических методов, анализирующих речевой спектр. Самым широкоиспользуемым методом является преобразование Фурье, известное из теории цифровой обработки сигналов. Этот

математический аппарат хорошо зарекомендовал себя в данной области. Имеется множество методик обработки сигналов, использующих в своей основе преобразование Фурье. Постоянно ведутся работы по поиску иных путей параметризации речи. Одним из таких новых направлений является вейвлет-анализ, который стал применяться для исследования речевых сигналов сравнительно недавно. Многие исследователи возлагают большие надежды на использование инструмента вейвлет-анализа для распознавания речи. Теория данного метода сейчас развивается учеными всего мира.

Существующие программные системы, реализующие эти технологии: системы VoxReports11 на ядре ViaVoice, Verbmobil показывают высокие результаты точности. Имеется ряд отечественных разработок (ИПУ РАН, компания «Истра-Софт»).

Основные характеристики качества технологий: точность распознавания (должна составлять в среднем 95–99%) в зависимости от уровня шума.

Этапы освоения технологии. Распознавание отдельных фонем -> отдельных слов -> отдельных фраз -> слитной речи; настройка на голос диктора -> без настройки на голос диктора; идеальные условия -> наличие шумов.

*2. Технологии и системы семантического (смыслового) поиска, позволяющие искать документы в сетях не по принципам ключевых слов и нечеткого поиска, а на основе сличения смысла запроса и смысла, изложенного в документах.*

Необходимые фундаментальные знания. Методы математической логики, включая неклассические логики; методы статистического анализа; языки представления знаний, теория семантических сетей, теория онтологий. Интеллектуальные методы семантического анализа как для точного определения понятий и разрешения полисемии в процессе индексирования, так и для определения наиболее подходящих терминов-расширений пользовательского запроса в процессе поиска.

Существующие программные системы, реализующие эти технологии: системы семантического поиска, работающие в различных ограниченных областях (например, системы для медицинских текстов). Среди отечественных разработок можно выделить интеллектуальную поисковую систему Exactus (Институт системного анализа РАН).

Основные характеристики качества технологий: точность и полнота результатов поиска.

Этапы освоения технологии. Построение смысловых портретов текстов, адаптивных к интересам конкретного человека, профессиональной или политической группы, определенного автора текстов, издания, группы изданий.

3. *Технологии моделирования физических, химических и биологических процессов, обеспечивающих достоверное прогнозирование результатов междисциплинарных экспериментальных исследований.*

Необходимые фундаментальные знания. Компьютерные модели сложных нелинейных систем, основанных на системах уравнений, решение которых возможно только численными методами. Компьютерные модели в биологии и генной инженерии. Вычислительные алгоритмы в биоинформатике для анализа и систематизации генетической информации с целью выяснения структуры и функции макромолекул с последующим использованием этих знаний для создания новых лекарственных препаратов.

Существующие программные системы, реализующие эти технологии: список подобных систем обширен.

Основные характеристики качества технологий. Качество компьютерных моделей определяется возможностью проводить исследования соответствующих процессов без физического построения систем, в которых они реально происходят.

Этапы освоения технологии. Компьютерные модели отдельных физических, химических, биологических процессов, позволяющие проводить исследования по прогнозированию и сценарному развитию процессов. Уровень сложности моделей увеличивается по мере освоения технологий компьютерного моделирования.

Оценивая индекс важности, эксперты присвоили первой технологии 67 баллов из 100, что соответствует 15-му рангу приоритетности из 32, второй технологии — 78 баллов из 100, что соответствует 4-му рангу приоритетности, третьей технологии — 77 баллов из 100, что соответствует 5-му рангу приоритетности. Таким образом, вторая и третья технологии признаны экспертами высокоприоритетными, а первая — среднеприоритетной.

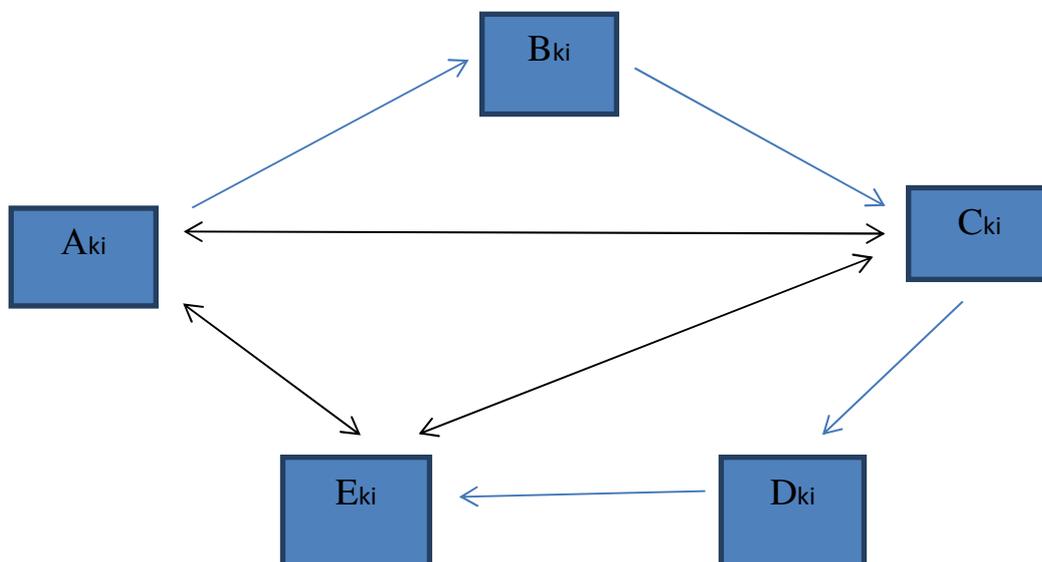
При проектировании конкретной ОП выбор целевого набора базовых технологий предметной области определяется многими факторами: приоритетностью технологии, наличием активных исследовательских групп в данной предметной области, квалификацией преподавателей, наличием соответствующих лабораторий, востребованностью этих технологий на предприятиях региона и пр.

### **3. Процесс освоения базовых технологий**

При реализации ОП базовые технологии из выбранного целевого набора  $T=\{T_1, \dots, T_n\}$  могут осваиваться параллельно, а освоение каждой отдельной базовой технологии  $T_k$  должно осуществляться поэтапно, продвигаясь от простых типовых упражнений до сложных комплексных практических приложений, учитывающих возможную неполноту и противоречивость входной информации. Таких этапов может быть несколько. При этом число этапов, на которые разбивается освоение каждой базовой технологии, зависит от

автора ОП. Каждый  $i$ -тый этап освоения в идеале должен соответствовать умению решать содержательные задачи определенного типа и определенной сложности и осуществляться по общей схеме:

$A_{ki} \rightarrow B_{ki} \rightarrow C_{ki} \rightarrow D_{ki} \rightarrow E_{ki}$  :



Пояснение к схеме

$A_{ki}$ -модули, в которых описываются содержательные задачи предметной области, которые обучающий должен научиться решать на  $i$ -том этапе освоения базовой технологии  $T_k$ . Умение решать эти задачи при различных условиях и в различных вариантах постановки составляет цель освоения базовой технологии.

$B_{ki}$ -модули, в которых описываются модели (математические или информационные) предметных областей, к которым могут быть отнесены задачи, описываемые модулями из  $A_{ki}$ . Модели могут быть различной степени строгости и формализованности. В основе формальных моделей лежит строгая математическая теория. Логический вывод в формальных системах строг и корректен, поскольку подчинен жестким формально-математическим правилам. Менее формальные модели могут не основываться на строгой теории. Каждая неформальная модель может разрабатываться только для конкретной предметной области и поэтому не будет обладать универсальностью, которая присуща моделям формальным. Вывод в неформальных системах может во многом определяться экспертами, которые и отвечают за его корректность.

$C_{ki}$ -модули, в которых описываются точные математические или информационные задачи на моделях, решение которых соответствуют решению содержательных задач,

описываемых модулями из  $A_{ki}$ , а также модули, описывающие алгоритмы решения этих задач.

$D_{ki}$ -модули, в которых производится анализ алгоритмов из  $S_{ki}$  с позиций теории сложности и технологичности их программной реализации (распараллеливания, объектно-ориентированной структуры и т.п.).

$E_{ki}$ -модули, описывающие программные продукты, в которых реализуются алгоритмы решения задач, описанные модулями из  $S_{ki}$ .

Освоение базовой технологии  $T_k$  на  $i$ -том этапе может осуществляться и по сокращенным схемам, например:

$A_{ki} \rightarrow S_{ki} \rightarrow E_{ki}$ , при которой опускаются все фундаментальные вопросы обоснованности решений рассматриваемых задач;

$A_{ki} \rightarrow E_{ki}$ , при которой даже не рассматриваются точные формулировки задач на моделях, а просто осваиваются возможности соответствующих программных систем;

$A_{ki} \rightarrow V_{ki} \rightarrow S_{ki}$ , при которой изучается теория решения соответствующих содержательных задач  $i$ -того этапа базовой технологии  $T$ ;

$A_{ki} \rightarrow S_{ki} \rightarrow D_{ki}$ , при которой изучаются информационные и алгоритмические вопросы решения соответствующих содержательных задач  $i$ -того этапа базовой технологии  $T_k$ ; и т.д.

Освоение базовой технологии  $T_k$  на каждом этапе может проходить как на очных занятиях, так и даваться обучаемому в качестве самостоятельной работы.

#### **4. Проектирование содержания и структуры ОП**

##### **4.1.** На первом шаге проектирования необходимо:

- 1) определить целевой набор  $T = \{T_1, \dots, T_n\}$  базовых технологий, которые будут осваиваться обучаемым в процессе реализации ОП;
- 2) для каждой базовой технологии  $T_k$  определить этапы ее освоения  $\langle tk_1, \dots, tk_{rk} \rangle$  и для каждого этапа определить одну из схем его освоения, перечисленных в п. 3;
- 3) подготовить наборы соответствующих модулей, состоящих из определенных дидактических единиц.

**4.2.** На втором шаге проектирования содержание и структуру ОП мы будем представлять в виде *проекта решения* образовательной задачи [3,4], т.е. информационной структуры вида  $P = \langle G = \langle V, R \rangle, H = \langle H_1, \dots, H_N \rangle, M, SC = \langle S_1, \dots, S_p \rangle \rangle$ , состоящей из следующих компонент:  $G$  — ориентированный ациклический граф, каждая вершина  $v$  которого имеет набор характеристик  $\langle h_{1j_1}, \dots, h_{Nj_N} \rangle$ , где каждое значение  $h_{kj_k}$  есть элемент некоторого конечного множества  $H_k = \{h_{k1}, \dots, h_{krk}\}$  и располагается на одном из уровней  $M = \{1, \dots, m\}$ ;  $SC$  — набор шкал. Каждая шкала  $S_i$  из  $SC$  есть набор из  $m$  целых чисел  $\langle C_{i1}, \dots, C_{im} \rangle$ .

Содержательно вершинам из  $V$  графа  $G$  соответствуют дидактические единицы проектируемой образовательной программы. Вершины  $v$  и  $w$  графа  $G$  соединяются ребром  $r(v, w)$  из  $R$ , если для прохождения дидактической единицы, соответствующей вершине  $w$ , необходимо успешное прохождение дидактической единицы, соответствующей вершине  $v$ .

В качестве множества  $M$  удобно взять недели обучения. В типовом случае для каждого семестра предусматривается 18 недель обучения. Допускается, что одна дидактическая единица может располагаться на нескольких уровнях (это означает, что она может изучаться в течение нескольких недель).

В качестве первой характеристики вершин мы будем использовать введенные ранее символы  $H_1 = \{A_{ki}, B_{ki}, C_{ki}, D_{ki}, E_{ki} \mid k=1, \dots, n, \text{ где } n \text{ — число выбранных базовых технологий; } i = 1, \dots, r_i, \text{ где } r_i \text{ — число этапов, на которые мы разбили изучение } i\text{-той технологии}\}$ .

*1-допустимое распределение* вершин графа  $G$  по уровням задается следующими правилами. Пусть  $v$  и  $w$  — вершины графа  $G$ ,  $M(v)$  и  $M(w)$  — уровни этих вершин, а  $H_1(v)$  и  $H_1(w)$  — их первая характеристика. Тогда:

- 1) если  $H_1(v) = A_{ki}$ , а  $H_1(w) = B_{ki}$  или  $H_1(w) = C_{ki}$  или  $H_1(w) = D_{ki}$  или  $H_1(w) = E_{ki}$ , то  $M(v) < M(w)$ ;
- 2) если  $H_1(v) = B_{ki}$ , а  $H_1(w) = C_{ki}$  или  $H_1(w) = D_{ki}$  или  $H_1(w) = E_{ki}$ , то  $M(v) < M(w)$ ;
- 3) если  $H_1(v) = C_{ki}$ , а  $H_1(w) = D_{ki}$  или  $H_1(w) = E_{ki}$ , то  $M(v) < M(w)$ ;
- 4) если  $H_1(v) = D_{ki}$ , а  $H_1(w) = E_{ki}$ , то  $M(v) < M(w)$ ;
- 5) если  $H_1(v) = A_{ki}$  или  $H_1(v) = B_{ki}$  или  $H_1(v) = C_{ki}$  или  $H_1(v) = D_{ki}$  или  $H_1(v) = E_{ki}$ , а  $H_1(w) = A_{kj}$  или  $H_1(w) = B_{kj}$  или  $H_1(w) = C_{kj}$  или  $H_1(w) = D_{kj}$  или  $H_1(w) = E_{kj}$  и  $i < j$ , то  $M(v) < M(w)$ ;
- б) если  $r(v, w)$  принадлежит  $R$ , то  $M(v) < M(w)$ ;

Отсюда видно, что мы закладываем в структуру ОП так называемый спиральный принцип изложения и освоения материала, эффективность которого подтверждалась при реализации многих образовательных проектов [8]. Принципиальные концепции предметной области будут повторяться для обучаемого на каждом этапе освоения базовых технологий, постепенно уточняясь и обогащаясь по мере усложнения решаемых им задач.

В качестве значений второй характеристики вершин мы будем использовать роли дидактических единиц в процессе обучения. Это могут быть (в зависимости от детализации) материалы для чтения, наборы упражнений, лабораторные работы, творческие задания и иное, т.е.  $H_2 = \{\text{материал для чтения, набор упражнений, лабораторная работа, творческое задание, коллоквиум, обсуждение результатов выполнения заданий и т.п.}\}$ .

*2-допустимым распределением* назовем 1-допустимое распределение, при котором на каждом уровне находится количество вершин, соответствующие дидактические единицы которых требуют для совместного изучения не более  $N$  часов, где  $N$  — максимальная допустимая недельная нагрузка для обучаемых.

В качестве значений третьей характеристики выберем способы изучения соответствующей дидактической единицы – очное или самостоятельное, т.е.  $H_3 = \{\text{очное изучение, самостоятельное изучение}\}$ .

*3-допустимым распределением* назовем 2-допустимое распределение, при котором на каждом уровне соотношение дидактических единиц, изучаемых очно и самостоятельно, соответствует педагогическим рекомендациям.

*Проект  $P$*  назовем *допустимым*, если распределение вершин графа  $G$  по уровням является 3-допустимым.

**4.3.** На третьем шаге проектирования мы по построенному допустимому проекту  $P$  образовательной программы оцениваем такие ее свойства, как прагматичность, фундаментальность и привлекательность для обучаемого.

1. Введем шкалу прагматичности  $S_1$ , на которой будем отмечать комплексный показатель освоения базовых технологий.

На каждом уровне  $i$  значение прагматичности ОП может быть подсчитано как сумма  $pr = p_1 \cdot x_{1i} + \dots + p_n \cdot x_{ni}$ , где  $p_1, \dots, p_n$  – коэффициенты, отражающие индексы важности выбранных базовых технологий  $T_1, \dots, T_n$ , а  $x_{ji}$  – число пройденных этапов освоения технологии  $T_j$  к моменту достижения уровня  $i$ .

Условие 1. Значения на шкале прагматичности должны постепенно возрастать, достигая плановых значений к заключительному уровню  $m$ .

2. Введем шкалу фундаментальности  $S_2$ , на которой будем отмечать комплексный показатель фундаментальности изучения базовых технологий.

На каждом уровне  $i$  значение фундаментальности ОП может быть подсчитано как сумма  $fdm = p_1 \cdot u_{1i} + \dots + p_n \cdot u_{ni}$ , где  $p_1, \dots, p_n$  – коэффициенты, отражающие индексы важности выбранных базовых технологий  $T_1, \dots, T_n$ , а  $u_{ki}$  – процент этапов освоения технологии  $T_k$  к моменту достижения уровня  $i$ , которые осуществляются по схемам  $A_{ki} \rightarrow B_{ki} \rightarrow C_{ki} \rightarrow D_{ki} \rightarrow E_{ki}$  или  $A_{ki} \rightarrow B_{ki} \rightarrow C_{ki}$ .

Условие 2. Значения на шкале фундаментальности должны не убывать, сохраняя планируемые значения на всех уровнях обучения  $i = 1, \dots, m$ .

3. Введем шкалу «уровень мотивированности»  $S_3$ , на которой будем отмечать планируемый уровень мотивированности обучаемого на каждом уровне.

Определим последовательно в баллах (от 1 до 10) такие показатели, характеризующие выполняемые обучаемым работы на  $i$ -том уровне, как: TP — творческая значимость работ; PP — разнообразие работ; CP — соответствие работ запланированным конечным результатам ОП; AP — автономность работ, т.е. насколько результат работ представляет самостоятельный интерес. Важным показателем в данном случае является ОС — качество обратной связи (качество разбора результатов работ). Тогда в качестве количественного эквивалента планируемого уровня мотивированности на данном уровне может быть взята величина  $mot = k*(TP + PP + CP)*AP*OC$ , где  $k$  — некоторый нормирующий коэффициент.

Условие 3. Значения на шкале «уровень мотивированности» должны не опускаться ниже некоторого значения  $Z$  на всех уровнях обучения  $i = 1, \dots, m$ .

*Проект P* назовем *содержательным*, если он является допустимым и удовлетворяет всем трем перечисленным выше условиям. Обобщенную оценку качества содержательных проектов ОП можно вычислять методами, описанными в [2].

### **Выводы**

Легко заметить, что, имея описание ОП в виде содержательного проекта  $P$ , все заинтересованные стороны, указанные в п. 1, могут определить степень своей удовлетворенности. Студент на основе этого описания на каждом этапе реализации ОП может получить подробную характеристику сформированных у него компетенций и план дальнейшего обучения, что поможет сделать процесс обучения более осмысленным, а поведение обучаемого — более мотивированным. Содержательный проект ОП позволяет выделить список педагогических задач, которые необходимо решить для реализации ОП, и описать потенциальную возможность их решения в условиях конкретного вуза.

### **Список литературы**

1. Итоговый аналитический отчет: Перспективные направления развития российской отрасли информационно-коммуникационных технологий (Долгосрочный технологический прогноз Российский ИТ Foresight) – М., 2007. – 223 с.
2. Михайлов В.Ю., Андрианова А.А. Способ построения экспертных систем оценки образовательных программ, основанных на методе анализа иерархий // Материалы XI Международной научно-практической конференции «ИННОВАЦИИ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ» (г. Сочи. 1–10 октября 2014г.) – Сочи, 2014. – С. 91–93.

3. Михайлов В.Ю., Андрианова А.А., Латыпов Р.Х. Вопросы качества проектирования решений образовательных задач // Казанский педагогический журнал. – 2014. – № 6. С. 36–47.
4. Михайлов В.Ю., Кирилова Г.И., Власова В.К. Современные методы моделирования педагогических систем // Журнал «Качество. Инновации. Образование». – 2009. – № 7(50). – С. 2–8.
5. Садовничий В. А. Наука в России: сценарии развития // Россия. Третье тысячелетие. Вестник актуальных прогнозов. – 2003. – № 8. Т. I. – С. 79.
6. Соколов А.В. Долгосрочное прогнозирование тенденций развития образования методами Форсайт// Вопросы образования. – 2004. – № 3. – С. 66–76.
7. Bruner, Jerome S. The Process of Education, New York: Vintage Books. 1963– p. 24.
8. Jay W. Forrester. System Dynamics and Learner-Centered-Learning in Kindergarten through 12th Grade Education. [Электронный ресурс]. —  
Режим доступа: <http://web.mit.edu/sysdyn/road-maps/D-4337.pdf> (дата обращения\_01.12.14).

**Рецензенты:**

Латыпов Р.Х., д.т.н., профессор, директор Института вычислительной математики и информационных технологий Казанского (Приволжского) федерального университета, г. Казань;

Кирилова Г.И., д.п.н., профессор, кафедра системного анализа и информационных технологий Института вычислительной математики и информационных технологий Казанского (Приволжского) федерального университета, г. Казань.