

## ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД В РАЗРАБОТКЕ УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ

Макаров А.А., Смольников С.Д., Китаев Д.Ф.

*НОУ ВПО «Международный институт рынка», г. Самара, Россия (443030, г. Самара, ул. Г.С. Аксакова, 21), e-mail: [maa@imi-samara.ru](mailto:maa@imi-samara.ru)*

**В статье поставлена задача формализации определения компетентностей, формируемых конкретной дисциплиной, и представлен процессный подход, используемый для решения комплексной проблемы – интеграции требований работодателя и федеральных государственных образовательных стандартов третьего поколения с целью разработки оптимальных учебных планов и рабочих программ на их основе. Проблема может быть представлена в терминах общей теории систем. Показано, что данный подход может быть реализован с использованием аппарата обучаемых нейронных сетей, что позволит не только оптимизировать процессы формирования учебных планов на основе существующих стандартов, но и решать проблемы формирования специализированных, в том числе и индивидуальных учебных планов. Используя данный подход, можно решать как задачи формирования соответствующих компетенций, так и предлагать оптимальную динамику их подачи. Показано, что для эффективного построения учебного плана следует установить зависимости между компетентностями с весовыми коэффициентами.**

Ключевые слова: процессный подход, рабочий и учебный план, компетентность, профессиональный стандарт, нейронная сеть, бизнес-процесс

## PROCESS APPROACH IN THE DEVELOPMENT OF CURRICULA

Makarov A.A., Smolnikov S.D., Kitaev D.F.

*NOU VPO «International market Institute», Samara, Russia, 443030, Samara, street of G.S. Aksakov, 21), e-mail: [maa@imi-samara.ru](mailto:maa@imi-samara.ru)*

**In the article the task formalization of competencies generated discipline and introduced a process-based approach is used for solving the complex problems of integration of the requirements of the employer and the Federal state educational standards of the third generation with the purpose of perfection of educational plans and work programs on their basis. The problem can be represented in terms of General systems theory. It is shown that this approach can be implemented with the use of trained neural networks, which will allow not only to optimize the processes of formation of curricula based on existing standards, but also to solve problems of formation of specialized, including individual training plans. Using this approach can solve the problem of the formation of relevant competencies and offer optimum dynamics of their submission. It is shown that to effectively build a curriculum should be to establish the relationship between competencies with different weights.**

Keywords: process approach, work and study plan, competence, professional standard, neural network, business process

В образовательных стандартах третьего поколения большое значение приобретает понятие компетентности, которая существует в форме деятельности. Ключевые компетентности становятся основой для формирования компетенции человека [4]. В настоящее время различным вопросам, связанным с использованием компетентностей в учебном процессе посвящено значительное количество работ [2,3,7]. В то же время отсутствуют работы, связанные с формализацией определения компетентностей, формируемых конкретной дисциплиной и, соответственно, подготовкой рабочей программы по этой дисциплине. Федеральные государственные стандарты третьего поколения содержат перечень необходимых для выпускника общекультурных и профессиональных компетенций, который используется при подготовке рабочих программ и учебного плана по конкретному направлению. Так, например, выпускник по направлению подготовки «Бизнес-

информатика» с квалификацией (степенью) «бакалавр» должен обладать общекультурными и профессиональными компетенциями, включающими в себя аналитическую, организационно-управленческую, проектную, научно-исследовательскую, консалтинговую и инновационно-предпринимательскую деятельность.

А выпускник по направлению подготовки «Прикладная информатика», наряду с общекультурными, должен обладать и профессиональными компетенциями, включающими в себя общепрофессиональные, а также проектную, организационно-управленческую и производственно-технологическую, аналитическую и научно-исследовательскую деятельность. Можно видеть, что категории профессиональных компетенций различны для разных направлений. Все это надо учитывать при разработке рабочих программ и учебных планов, однако на практике это сделать достаточно сложно. Преподаватель при подготовке рабочей программы на свое усмотрение проставляет формируемые компетентности, и количество их может варьироваться от одной до, практически, полного списка. Так, анализ основных образовательных программ, подготовленных в различных ВУЗах по направлению «Бизнес-информатика» и размещенных в Интернет, показал, что, например, дисциплина «Базы данных», входящая в базовую часть профессионального цикла может формировать компетенции ОК-10,12,13,16 и ПК-8,12,13 в одном ВУЗе, ПК-19,20 – в другом и ПК-18,19,20 – в третьем. Несомненно, что при подготовке рабочих программ должен быть некий ориентир при выборе компетенций.

Выходом из создавшегося положения может быть подготовка профессиональных стандартов в области информационных технологий. При использовании профессиональных стандартов при формировании учебных планов и рабочих программ основным источником информации являются содержащиеся в описании квалификационных уровней разделы – перечень должностных обязанностей и перечень основных умений, навыков и знаний, требуемых для выполнения должностных обязанностей. На основе указанных разделов формируются требования к компетенциям выпускников ВУЗов. Такая работа уже ведется, и подготовлены стандарты для девяти ИТ-специальностей [1]. В то же время в проведении данной работы следует отметить определенные трудности, такие как динамичность развития ИТ-отрасли и большое количество специальностей.

Рассмотрим пример (см. табл. 1) из указанного источника, связывающий задачи профессиональной деятельности бакалавра и должностные обязанности 2-го и 3-го квалификационных уровней профессионального стандарта «Специалист по информационным системам».

Таблица 1 – Должностные обязанности и задачи бакалавра

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| Должностные обязанности 2-го и 3-го |  |
|-------------------------------------|--|

|   |  |
|---|--|
| квалификационных уровней профстандарта «Специалист по информационным системам».   | Задачи бакалавра   |
| Производственно-технологическая деятельность  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– Инсталляция и администрирование ИС</li> <li>– Настройка параметров ИС</li> <li>– Интеграция ИС с аппаратно-программными комплексами заказчика</li> <li>– Техническое сопровождение ИС в процессе эксплуатации</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Инсталляция, администрирование, настройка ИС, реализация интеграции ИС с используемыми аппаратно-программными комплексами, техническое сопровождение ИС в процессе их эксплуатации</li> </ul> |

Теперь для подготовки рабочих программ задачи бакалавра свяжем с соответствующими компетентностями выпускника, например, таким образом (см. табл. 2):

Таблица 2 – Задачи и профессиональные компетенции бакалавра

| Задачи бакалавра   | Профессиональные компетенции   |
|--|--|
| Производственно-технологическая деятельность   |  |
| Инсталляция, администрирование, настройка ИС, реализация интеграции ИС с используемыми аппаратно-программными комплексами, техническое сопровождение ИС в процессе их эксплуатации | <ul style="list-style-type: none"> <li>– способен принимать участие в создании и управлении ИС на всех этапах жизненного цикла (ПК-11);</li> <li>– способен эксплуатировать и сопровождать информационные системы и сервисы (ПК-12);</li> <li>– способен принимать участие во внедрении, адаптации и настройке прикладных ИС (ПК-13);</li> </ul> |

Эта работа может быть проведена теми же экспертами – специалистами, которые разрабатывают профессиональные стандарты.

В терминах общей теории систем описанную выше проблему можно представить как гомоморфное отображение  $G$  множества компетенций  $M$  во множество умений, навыков и знаний профессиональных стандартов  $N$ :

$$U: M \xrightarrow{G} N \quad (1)$$

где  $U$  – оператор отображения. Этот оператор является ключевым фактором отображения (1). Понятно, что его, скорее всего, не удастся выразить в виде аналитической функции, т.е. он не аналитичен. Мы полагаем, что оператор  $U$  – алгоритмический, то есть отображение  $G$  можно описать как процедуру, состоящую из нескольких последовательных действий. Ниже

приводятся аргументы в пользу того, что в роли оператора  $U$  может выступать обученная надлежащим образом нейронная сеть. Есть основания считать также, что этот оператор можно реализовать как процедуру поиска решений на графе в пространстве задач (PR-проблема). Возможно, есть и другие способы реализации  $U$ .

Отметим, что здесь в качестве примера была выбрана производственно-технологическая деятельность, но аналогичная работа осуществляется для задач бакалавра по всем остальным видам деятельности. Это позволит более целенаправленно формировать рабочие программы для подготовки бакалавров в конкретных областях профессиональной деятельности.

Формирование той или иной компетентности бакалавра может опираться на другие компетентности. Например, логично предположить, что формирование компетентности (ПК-14) – «Способен принимать участие в реализации профессиональных коммуникаций в рамках проектных групп, презентовать результаты проектов и обучать пользователей ИС» по направлению подготовки «Прикладная информатика» может опираться как минимум на общекультурную компетенцию ОК-4 – «Способен находить организационно-управленческие решения и готов нести за них ответственность». Поэтому для более эффективного построения учебного плана следует установить все такие зависимости с весовыми коэффициентами, в качестве которых может выступить доля времени, отводимая на дисциплины (или дидактические единицы), формирующие данную компетентность (см. табл. 3). Данная работа также может быть проведена с привлечением экспертов.

Таблица 3 – Пример формирования результирующей компетенции

| Первоначальная компетенция | Результирующая компетенция |
|----------------------------|----------------------------|
| ОК-1                       | ОК-1                       |
| ОК-3                       | ОК-2                       |
| ОК-4                       | .....                      |
| ПК-4                       | ПК-14                      |
| .....                      | .....                      |
| ПК-22                      | ПК-22                      |

Заметим, что формирование компетенций на базе набора дидактических единиц, из которых компонуются отдельные дисциплины, также можно рассматривать как гомоморфизм множества дидактических единиц во множество компетенций со своим процедурным оператором.

Опишем, каким образом можно формализовать описанную выше идею. Обозначим  $X_i^{(0)}$ ,  $X_i^{(f)}$  – соответственно, начальный и конечный уровни компетенций ( $X_i^{(0)}, X_i^{(f)} \in [0, 1]$ ). Уровни

компетенций, измеряемые в относительных единицах в границах  $[0,1]$ , можно оценить на основании входных и выходных тестов и опросов обучаемых, соответственно, до и после их обучения. Поскольку вклад в конечный уровень данной компетенции могут внести несколько компетенций начального уровня, то:

$$X_i^{(f)} = \sum_j w_{ij} (X_j^{(0)}) X_j^{(0)}, \quad \sum_j w_{ij} = 1 \quad (2)$$

где  $w_{ij}$  – весовой вклад  $j$ -ой начальной компетенции в  $i$ -ую конечную. Эти веса, вообще говоря, могут быть функциями  $X_i^{(0)}$ . В этом случае задача (2) становится нелинейной.

Ограничимся на первом этапе предположением, что  $w_{ij}$  – постоянные величины. Тогда задача (2) представляет собой типичную проблему обучения нейронной сети. В самом деле на входе известен (по тестам, опросам и т.п.) вектор начальных уровней компетенций:  $X^{(0)} = \{X_1^{(0)}, X_2^{(0)}, \dots, X_n^{(0)}\}$ . Мы планируем в результате обучения получить вектор конечных компетенций  $X^{(f)} = \{X_1^{(f)}, X_2^{(f)}, \dots, X_n^{(f)}\}$ . Соответственно, следует подобрать такие  $w_{ij}$ , чтобы из данного входного вектора получить требуемый выходной.

После обучения нейронной сети можно, используя различные входные векторы  $X^{(0)}$  (соответствующие различным уровням подготовки обучаемых), получать планируемые выходные векторы.

Аналогичным образом можно, используя нейронную сеть, подбирать набор (вектор) дидактических единиц  $Y_j(t)$  для формирования нужного уровня данной конечной компетенции на любом этапе обучения  $t$ :

$$X_i^{(t)} = \sum_j w_{ij} (Y_j) Y_j^{(t)} + X_i^{(t-1)} \quad (3)$$

Ряд исследований в области динамики освоения знаний и умений [5] дает основания предполагать, что темп изменения компетенции  $X_i$  можно описать следующим уравнением:

$$\frac{dX_i}{dt} = \sum_j w_{ij} Y_j X_j (1 - X_j) \quad (4)$$

В выражении (4) учтен эффект насыщения: максимальная скорость изменения уровня компетенции, как следует из (4), наблюдается при  $X_i \approx 0,5$ . При  $X_i \rightarrow 1$  скорость существенно уменьшается, поэтому в этой области большой объем переданных на обучение дидактических единиц не даст существенного вклада в динамику изменения  $X_i$ . Таким образом, комбинируя выражения (2), (3) и (4), можно не только решать задачи формирования соответствующих компетенций, но и также и предлагать оптимальную динамику (темпы) их подачи в процессе всего обучения.

Установив отношения между компетентностями, можно переходить к следующему этапу – описанию дидактических единиц, формирующих те или иные компетентности. В настоящее время при подготовке рабочих программ в разделе «Место учебной дисциплины в

структуре ООП ВПО» указываются дисциплины, знания которых необходимы для освоения данной дисциплины. Здесь же указываются дисциплины, освоение которых должно осуществляться, используя знания и умения, полученные в ходе изучения данной дисциплины. Однако здесь не идет речь о преемственности формирования компетентностей. В этом случае возможна последовательность дисциплин, противоречащая последовательности их формирования.

Учитывая полученную последовательность формирования компетентностей, следует переходить к формированию учебного плана, выстраивая дисциплины в нужной последовательности. Поскольку последовательность дисциплин отвечает нескольким критериям (а не только последовательности формирования компетентностей), то возможна ситуация, когда невозможно будет выставить последовательность дисциплин, отвечающую всем критериям. В этом случае видится целесообразным подход, предусматривающий формирование дисциплин из отдельных дидактических единиц, формирующих конкретные компетентности. Такой подход, кроме всего прочего, позволит формировать дисциплины, оптимальные по структуре и трудоемкости.

Подготовка рабочей программы осуществляется преподавателем и опирается на профессиональный стандарт ФГОС ВПО по направлению и основную образовательную программу бакалавриата, реализуемую институтом по направлению.

Подготовку учебного и рабочего планов удобно описать с применением процессного подхода, ключевым понятием которого является понятие бизнес-процесса. Бизнес-процесс – это регулярно повторяющаяся последовательность действий, направленных на получение заданного результата, ценного для организации. В нашем случае бизнес-процесс направлен на получение рабочих и учебной программы.

И в заключение в соответствии с рассмотренным выше материалом опишем бизнес-процесс формирования рабочих программ в нотации IDEF0, которая лежит в основе методологии SADT и широко применяется для описания бизнес-процессов широкого спектра задач [6] (см. рис.1):

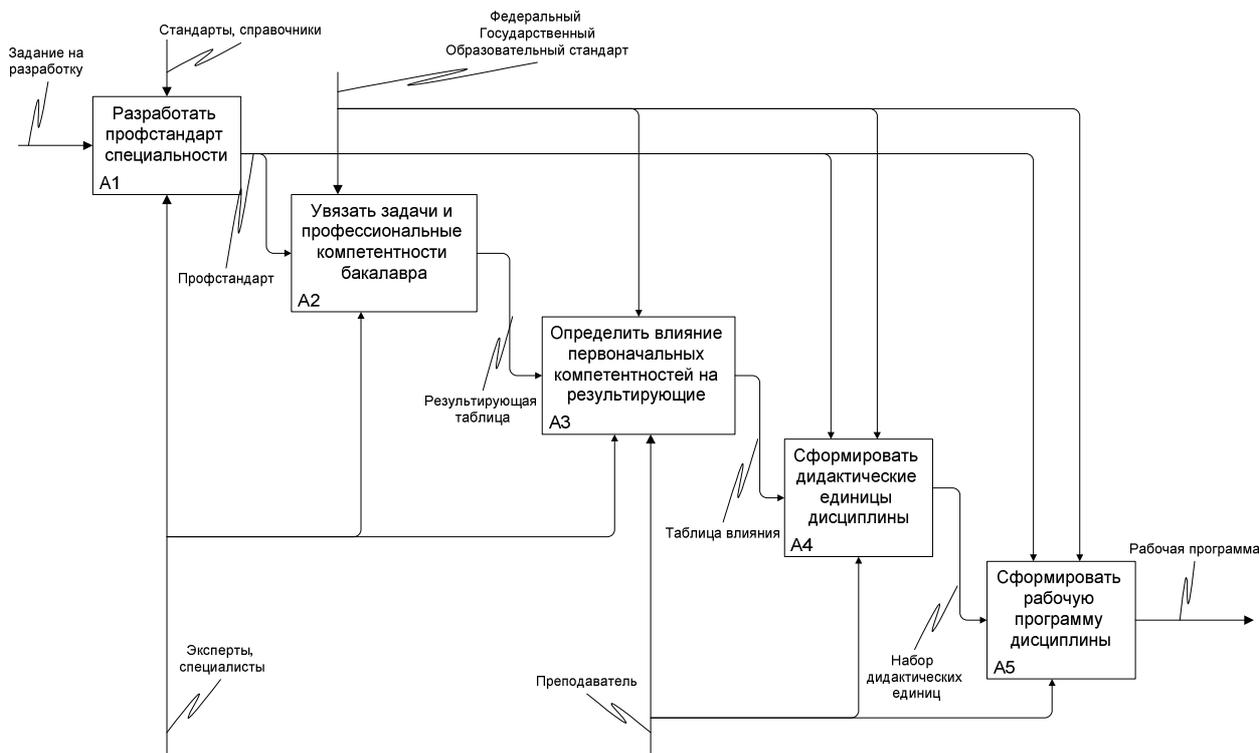


Рисунок 1 – Бизнес- процесс подготовки рабочего плана

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Предложен системный подход к решению комплексной проблемы – интеграции требований работодателя и стандартов 3 поколения с целью разработки оптимальных учебных планов и рабочих программ на их основе.
2. Показано, что в основу решения обозначенной проблемы может быть положен процессный подход.
3. Показано, что данный подход может быть реализован с использованием аппарата обучаемых нейронных сетей, что позволит не только оптимизировать процессы формирования учебных планов на основе существующих стандартов, но и решать проблемы формирования специализированных, в т.ч. и индивидуальных учебных планов.

### Список литературы

1. Ассоциация предприятий компьютерных и информационных технологий. Профессиональные стандарты в области информационных технологий – М.,2008. – 616 с.
2. Бочагов О.В. Построение комплексной системы оценки компетенций студентов // Экономика, Статистика и Информатика. – 2010. - №2. – С. 2-6.
3. Гибульский В.В., Кадан А.М. Реализация поддержки бизнес процессов кафедры ВУЗа средствами RUNA WFE // Информационные технологии в науке, образовании и бизнесе : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Махачкала, 25 июня 2011г. – Махачкала, 2011. –

С. 311-317.

4. Голуб Г.Б., Коган Е.Я., Прудникова В.А. Парадигма Актуального образования // ГУ ВШЭ. – 2007. – С. 20-42.

5. Пиявский С.А. Системы поддержки принятия решений в образовании // Учебное пособие. – Самара: СГАСУ, 2005. – 216 с

6. Хаймович И.Н. Применение методологии SADT при моделировании бизнес – процессов технологической подготовки производства машиностроительного предприятия // Известия Самарского научного центра РАН. – 2010. - №72. – С. 270-273.

7. Хаймович И.Н., Дровяников В.И. Особенности интеграции экономико-математического инструментария в информационную систему управления вуза // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2010. - №74. – С.17-20.

**Рецензенты:**

Хаймович И.Н., д.т.н., профессор кафедры информационных систем и компьютерных технологий НОУ ВПО «Международный институт рынка», г. Самара.

Прохоров С.А., д.т.н., профессор, зав. кафедрой информационных систем и технологий ФГБОУ ВПО Самарского аэрокосмического им. академика С.П. Королева Национального исследовательского университета, г. Самара.