

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАРИЯ ВЕРИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ УМК НА ОСНОВЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Представлен подход к построению эталонной модели образовательного процесса на основе использования формального языка описания знаний, а также к автоматическому построению моделей знаний для любых учебно-методических материалов с использованием программного средства автоматического анализа текстов на естественном языке с последующим сравнением построенных моделей знаний на предмет определения полноты реализации (раскрытия) эталонной модели.

Учебно-методический комплекс, рабочая учебная программа дисциплины, процедуры контроля качества организации учебного процесса, эталонная модель ФГОС, формальный логический язык построения иерархических схем, система структурирования знаний, тезаурус, семантическая сеть, направленный граф, реляционная модель данных, сравнение деревьев, программа автоматического анализа неструктурированного текста на естественном языке

Учебно-методический комплекс (УМК) дисциплины является частью основной образовательной программы высшего учебного заведения, разрабатываемой по каждому направлению или специальности подготовки, и в него, согласно^{*}, входят:

1. Рабочая учебная программа дисциплины (РПД).
2. Материалы, устанавливающие содержание и порядок проведения промежуточных и итоговых аттестаций.

Различные вузы по-разному детализируют состав УМК. Представленные в УМК материалы должны быть необходимыми и достаточными для освоения курсов и программ. При этом учебная деятельность в УМК организуется за счет особой системы компетенций, учебных целей и задач, определяемых ФГОС и их типовыми программами, выполнение которых ведет обучающихся к достижению заданных уровней компетентности.

ФГОС УМК следует рассматривать в качестве главного средства достижения поставленных перед системой образования целей.

Для проверки качества учебной работы существуют государственные процедуры контроля качества организации учебного процесса, среди которых:

- процедура государственной аккредитации вуза, включая тестирование студентов и составление карты обеспечения учебного процесса;
- внеплановые проверки знаний;
- методы мониторинга качества образования и др.

Процедура государственной аккредитации вуза, включая тестирование студентов в качестве инструмента педагогического измерения, описана в работах Е. Н. Геворкян, В. Г. Наводнова, М. В. Петропавловского, Г. Н. Мотовой и др. [1], [2].

Традиционная модель проверки предусматривает проверку только наличия кадрового и методического обеспечения дисциплины. Содержание дисциплины проверяется фактически по результатам тестирования, без учета искажений, вносимых инструментом измерения – студентами, которые могли не освоить отдельные дидактические единицы по различным объективным или субъективным причинам. При реализации идеи «Зеленого

^{*} Письмо Рособнадзора от 17.04.2006 г. № 02-55-77 ин/ак.

коридора» подобный эффект сглаживался многократностью измерений, предоставляя гибкий инструмент для плавной адаптации учебного процесса к требованиям стандартов. Единичные измерения могут содержать большие выбросы, отражающие специфику конкретной выборки обучающихся.

Переход на новые стандарты привел к укрупнению числа образовательных программ. Вместо 670 инженерных специальностей появилось 74 направления подготовки.* Для вуза это приводит в том числе к необходимости контроля единообразия учебно-методического процесса головного вуза (с реализацией множества потоков чтения одной дисциплины) в различных потоках с последующей интеграцией в единый образовательный процесс.

Данная задача требует создания инструментария контроля соответствия учебно-методических процессов, реализуемых в различных подсистемах, единой эталонной модели, что позволяет контролировать единообразие того учебного материала, который реализуют различные факультеты, подразделения и филиалы вуза, а именно: рабочие программы дисциплин, конспекты или стенограммы лекций, а также учебные и методические пособия, учебники и т. п.

В настоящей статье предлагается подход к построению эталонной модели образовательного процесса на основе разработанного авторами структурного языка описания знаний, а также к автоматическому построению подобных моделей для любых методических материалов (рабочих программ дисциплин, учебно-методических материалов, стенограмм учебного процесса) и сравнению автоматически построенных моделей на предмет определения полноты реализации (раскрытия) эталонной модели.

Структурный анализ текстовой информации осуществляется в различных поисковых системах, таких, как Google, Yandex и др., на основе применения языков разметки гипертекстовых документов и формирования индексных файлов. Главная задача подобных языковых систем – повышение эффективности поиска информации в больших неструктурированных текстовых массивах. Перед авторами данной статьи стояла иная задача, а именно анализ текста на предмет полноты раскрытия темы. Например, анализ текста учебного пособия, опорного конспекта лекций или стенограммы лекции, полученной из технических каналов записи и распознавания речи, и сравнение его с эталонной моделью содержания этого текста – деревом понятий ФГОС и рабочей программы дисциплины – деревом «ФГОС + РПД».

Эталонная модель строится на основе иерархически организованных списков понятий – тезаурусов. В ходе анализа текста осуществляется аналогичное автоматическое построение иерархического списка понятий проверяемого текста. Если оба списка совпадут, то проверяемый текст считается соответствующим ФГОС с точностью до авторского изложения:

$$f(\text{эталонный текст}) = f(\text{проверяемый текст}) .$$

В действительности подобного совпадения не происходит, поскольку преподаватели, как правило, излагают предмет гораздо подробнее.

Процесс верификации УМК в настоящее время практически не автоматизирован, что приводит к снижению качества и увеличению сроков подготовки и проверки УМК.

* Приказ Министерства образования и науки РФ от 17 февраля 2011 г.

В основу механизма построения эталонной модели «ФГОС + РПД» положен формальный язык под названием ЛЯПИС – Логический Язык Построения Иерархических Схем, входящий в состав разработанной авторами Системы Структурирования Знаний (сокращенно «СиСтруЗн»).

Предлагаемый подход заключается в использовании методов структурирования знаний с помощью синтаксического подхода и модели знаний в виде семантических сетей, представляемых направленными графами. Вершинами таких графов служат термины-понятия, введение которых строго обусловлено соответствующими ГОСТами [3], [4], утвержденными в них правилами разработки и формами представления структур и составных частей информационно-поисковых тезаурусов. Описания и вершин, и ребер этих направленных графов являются частями ЛЯПИС-предложений.

В естественных языках часто возникает проблема неоднозначности. Одно предложение может иметь несколько совершенно различных значений в зависимости от способов его грамматического разбора. Например, в предложении «They are routing tables» (эту фразу можно понимать как «Они маршрутизируют таблицы» или как «Это маршрутизирующие таблицы») слово «routing» можно рассматривать либо как часть группы сказуемого «are routing», либо как часть группы подлежащего, определяющую подлежащее «tables». Точно так же считается, что порождающая грамматика неоднозначна, если существует цепочка $x \in L(G)$, которая может иметь более одного вывода. При этом различными считаются выводы, которые нельзя преобразовать друг в друга, меняя порядок применения правил, но не меняя места их применения.

В языке ЛЯПИС подобные неоднозначности отсутствуют, позволяя совершенно точно определять взаимосвязи между терминами-понятиями, входящими в эталонную модель.

Древовидные структуры данных определяются следующим образом [5]:

- Дерево состоит из одного или нескольких узлов. Узлы могут иметь метки. При изображении деревьев узлы зачастую представляют только их метками.

- Ровно один узел является корнем. Все узлы, за исключением корня, имеют единственный родительский узел; корень не имеет родительского узла. При изображении деревьев родительский узел для данного узла размещают над ним и проводят ребро между ними. Корень, таким образом, является самым верхним узлом.

- Если узел $\langle I \rangle$ – родительский для узла $\langle M \rangle$, то $\langle M \rangle$ является дочерним по отношению к $\langle I \rangle$. Дочерние узлы одного узла называются родственными или сестринскими. Они упорядочены слева направо, и при изображении дерева упорядочивают дочерние узлы данного узла соответствующим образом.

- Узел без дочерних узлов называется листом. Другие узлы, у которых имеется один или несколько дочерних, представляют собой внутренние узлы.

- Потомком узла $\langle I \rangle$ является сам $\langle I \rangle$, дочерние по отношению к $\langle I \rangle$ узлы, узлы, дочерние по отношению к дочерним узлам $\langle I \rangle$, и т. д. для любого количества уровней. Говорят, что узел $\langle I \rangle$ является предком узла $\langle M \rangle$, если $\langle M \rangle$ – потомок $\langle I \rangle$.

На рисунке приведено структурированное определение дерева, записанное на языке ЛЯПИС.

```

-----
{{tree}} - дерево -СОСТОИТ ИЗ ОДНОГО ИЛИ НЕСКОЛЬКИХ->
-> {{node}} - узлов ->•
-МОГУТ ИМЕТЬ->•
->• {{label}} - метки
-РАЗЛИЧАЮТ->•
->• {{root}} - корень (или корневой узел) -СВОЙСТВА КОРНЯ->
-> ровно один узел является корнем
-> корень является нетерминалом
-> корень не имеет родительского узла
-> корень является самым верхним узлом
-> корень является предком для всех остальных узлов данного дерева
->• все остальные узлы, за исключением корня ->
-ЯВЛЯЮТСЯ->
-> {{descendant}} - потомками корневого узла
-ИМЕЮТ ЕДИНСТВЕННЫЙ->
-> {{parent}} - родительский узел (или просто родитель)
-РАЗЛИЧАЮТ->••
->•• {{leaf}} - листья - узлы без дочерних узлов -ВСЕ ЛИСТЬЯ СЛЕВА
НАПРАВО ОБРАЗУЮТ->
-> {{yield}} - крону дерева
->•• {{interior node}} - внутренние узлы - узлы, у которых имеется один
или несколько дочерних узлов
-РАЗЛИЧАЮТ ТАКЖЕ->•
->• {{ancestor}} - узлы-предки
->• {{descendant}} - узлы-потомки
-----

```

Иерархичность реализована авторами в рамках реляционной модели данных. Для этого разработаны соответствующие структуры базы данных со ссылкой на предка, способные хранить иерархии деревьев с любым количеством иерархических уровней вложенности и любым количеством потомков, а также с поддержкой информации об уровне элемента.

Алгоритмы сравнения деревьев хорошо известны [6]–[8]. Показательно, что в случае хранения деревьев в виде таблиц реляционной БД можно воспользоваться выполнением SQL-запросов.

Пусть заданы 2 дерева – списком ребер, списками смежности или матрицей смежности. Нужно определить, являются ли эти деревья одним и тем же деревом, только с разными порядками обхода вершин (вершины не взвешены).

Если неизвестно, какие варианты обходов используются, можно взять одно из построенных деревьев и обходить его всеми возможными способами. Если один из вариантов совпадет со вторым деревом – деревья одинаковые. Иначе – нет.

В случае хранения деревьев в виде таблиц реляционной БД можно сравнить две таблицы БД, например выполнив следующую последовательность SQL-запросов:

- объединение;
- перекрестный запрос с подсчетом дублей;
- вывод записей, не имеющих дублей.

В результате будут отображены те записи, которых нет в таблице сравнения.

В данном случае заведомо известно, что деревья не равны, поэтому их следует сравнивать на предмет покрытия одного, эталонного дерева понятий, ветвями других деревьев, имеющих заведомо большую крону, а именно ветвями деревьев смысла содержания (СО). Такое сравнение можно выполнить при помощи SQL-запросов, определяющих покрытие каждого листа эталонного дерева.

На основе предложенного подхода авторами разработаны алгоритм и методика сравнения моделей – эталонной и реальной. Процесс проверки учебно-методических материалов N выбранных дисциплин (обозначается как «N-РПД») заключается в том, чтобы проверить все учебные материалы УМК на соответствие построенной полной эталонной модели заданного ФГОС – эталонного дерева понятий «ФГОС + N-РПД». Для этого структурированный при помощи глав, разделов, подразделов и параграфов текст любого тестируемого СО подвергается обработке при помощи специализированной утилиты из состава системы «СиСтруЗн», специализирующейся на технологии построения ЕЯ-интерфейсов к реляционным базам данных на основе семантически ориентированного подхода, как итерационного процесса с применением предопределенных библиотек и тезаурусов.

Внутренний текст глав, разделов, подразделов и параграфов представляет собой неструктурированный текст, который может быть подвергнут анализу при помощи специализированной программы анализа неструктурированного текста на естественном языке. В настоящее время наиболее зрелой считается программа TextAnalyst (компания-разработчик Megarputer Intelligence Inc). Используемые методы: индексация, специальная обработка нейронной сетью, лингвистика, онтологии.

Текст остается одним из основных видов информации при представлении в информационных системах. Система TextAnalyst ориентирована на универсальные текстовые документы. Конкретизация области применения позволяет повысить эффективность обработки и анализа информации в интересах более узкой задачи. В силу специфики работы перед авторами стояла задача автоматизации проверки учебных материалов по дисциплинам на соответствие требованиям федеральных стандартов, перечней компетенций, утвержденных рабочих программ дисциплин. Сужение области и наличие эталонных текстовых документов позволило поставить и успешно решить задачи, необходимые для контроля за качеством учебного процесса.

Переход на новые стандарты образования, в том числе на ФГОС 3-го поколения, основанный на компетентностном подходе, породил для высшей школы ряд новых задач.

Большие изменения, потребовавшие новых подходов, произошли в организации всего образовательного процесса. Можно констатировать, что потребность в решении задачи автоматизации верификации УМК вызвана внешними объективными причинами, а именно изменениями, произошедшими в стандартах образования в нашей стране за последнее время.

В условиях внедрения ФГОС 3-го поколения, введения иерархичной подсистемы образования, укрупнения групп направлений подготовки и утверждения новых процедур контроля качества образовательного процесса возникает острая потребность в создании инструментального механизма контроля соответствия процесса проектирования УМК единой эталонной модели ФГОС.

Этот механизм призван контролировать единообразие того учебного материала, который реализуют различные факультеты, подразделения и филиалы вуза. Важно понять, что для базовых дисциплин, читаемых 5–6 потокам, возможно, разными преподавателями в разных местах, составляется одна РПД. Получается, что необходимо проверить многообразие той реализации учебного процесса, который идет в разных группах, на соответствие единой эталонной модели ФГОС.

Разработанные авторами подходы к проверке качества организации учебного процесса основаны не на тестировании остаточных знаний студентов, а на проверке содержания учебно-методических материалов. Проверка организуется в 3 этапа:

1. Построение эталонной модели компетенций и ожидаемых результатов освоения блоков дисциплин.

2. Анализ рабочей программы дисциплины с точки зрения построения модели предметной области дисциплины и полноты раскрытия содержания блока дисциплин.

3. Анализ учебно-методических материалов на предмет полноты раскрытия рабочей программы.

Представленные подходы позволяют решить следующие задачи:

1. Проанализировать раскрытие компетенций в ФГОС.

2. Проанализировать вклад каждой дисциплины в раскрытие компетенций блока дисциплин. В частности, проанализировать наличие нераскрытых компетенций или понятий в блоке дисциплин совокупностью дисциплин.

3. Проанализировать раскрытие эталонной модели дисциплины в конкретных учебно-методических материалах, оценить вклад отдельных разделов учебных дисциплин (лекций, лабораторных и практических занятий, курсового проектирования).

Предложенные подходы отличаются от известных тем, что в данном случае после составления в процессе ЛЯПИС-разбора частичного эталонного дерева понятий «ФГОС + 1·РПД» или полного эталонного дерева понятий «ФГОС + N·РПД» открывается возможность автоматической проверки (без участия человека) любых учебно-методических материалов или СО любого преподавателя. К примеру, можно записать с помощью диктофона любую лекцию, прочитанную тем или иным преподавателем, затем преобразовать ее в «живой» текст, проанализировать его выполнив этапы 4–7 разработанной авторами методики и выдать предварительное заключение о качестве представленного материала (о его соответствии эталонному дереву понятий).

Для получения полного заключения необходимо проанализировать подобным образом все источники СО. Благодаря автоматизации затраты времени на сравнительно трудоемкое составление эталонного дерева понятий «ФГОС + N·РПД» оказываются весьма и весьма оправданными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Наводнов В. Г., Петропавловский М. В. О методике представления информации для оценки уровня деятельности вуза по показателям укрупненных групп специальностей. Йошкар-Ола: ЦГА, 2003.

2. Наводнов В. Г. Развитие системы аккредитации высшего образования в РФ // *Alma mater. Вестник Высшей школы*. 2004. № 1. С. 25–28.

3. ГОСТ 7.25–80. Одноязычный информационно-поисковый тезаурус. Правила разработки, структура, составные части, форма представления. М.: Изд-во стандартов, 1980.

4. ГОСТ 7.25–2001. Одноязычный информационно-поисковый тезаурус. Правила разработки, структура, составные части, форма представления / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Минск, 2001.

5. Компиляторы: принципы, технологии и инструментарий / А. В. Ахо, М. С. Лам, С. Р. Ульман, Д. Джеффри; Пер. с англ. 2-е изд. М.: ООО "И. Д. Вильямс", 2008.

6. Адельсон-Вельский Г. М., Ландис. Е. М. Алгоритм организации информации // Сб. докл. АН СССР. 1962. Вып. 146. С. 263–266.

7. Кнут. Д. Искусство программирования. Т. 3. Сортировка и поиск. 2-е изд. / Пер. с англ. М.: ООО И. Д. Вильямс, 2000.

8. Кнут. Д. Искусство программирования. Т. 4. Генерация всех деревьев. История комбинаторной генерации / Пер. с англ. М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2007.

N. N. Kuzmin, A. V. Krasov, I. A. Ushakov

DEVELOPMENT OF TOOLKIT FOR VERIFICATION OF UMK DESIGNING PROCESS ON THE LINGUISTIC APPROACH BASIS

The approach of construction for educational process master model on the developed structural language basis for description of knowledge, and automatic construction of similar models of knowledge for any educate-methodical materials and the subsequent comparison of automatically constructed models of knowledge for definition is presented realization (disclosing) master model.

Educate-methodical complex, the working curriculum of discipline, procedure of quality assurance for organization of educational process, FGOS master model, formal logic language for construction of hierarchical schemes, system for knowledge structurization, the thesaurus, the semantic network, the directional graph, relational model of data, comparison of trees, the program of the automatic analysis for non-structured natural language text

УДК 519.81

Е. А. Бурков, С. С. Нассер

ПОДДЕРЖКА ИДЕНТИФИКАЦИИ И ОЦЕНКИ РИСКОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ (НА ПРИМЕРЕ ОПЕРАТОРОВ БЛОЧНЫХ ЩИТОВ УПРАВЛЕНИЯ)

Рассмотрена методика идентификации и оценки производственных рисков на примере работников энергетической отрасли. Приведены основные группы рисков, связанных с профессиональной деятельностью операторов блочных щитов управления.

Производственные риски, метод анализа иерархий, эргономика

Анализ современных энергетических предприятий (атомных и других электростанций) [1], [2] позволил выявить ряд особенностей деятельности специалистов, управляющих ими (обычно операторов БЩУ — блочных щитов управления), которые могут негативно сказываться на работе и здоровье (производственные или эргономические риски). Эти особенности связаны как с напряженностью и ответственностью деятельности, так и с ее различными особенностями, например с выполнением ряда операций и стоя и сидя, необходимостью переходить от одного органа управления к другому, работе в едином, хотя и большом пространстве, с различными информационными моделями и др. [1]–[3]

Для экспертной идентификации и оценки значимости эргономических рисков работы операторов БЩУ предлагается следующая методика:

Этап 1. Строится обобщенная иерархическая модель производственных рисков для типовых рабочих мест БЩУ. Построение обобщенной модели вызвано необходимостью избежать путаницы при заочной работе экспертов. Обобщенные модели предъявляются экспертам.