

УДК 005.94 + 004.9

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ

**А. Е. Стрижак**

*Институт телекоммуникаций и глобального информационного пространства НАН Украины*

В статье представлены возможности применения методов онтологического моделирования для формирования образовательных стандартов. Показано, что онтологическое моделирование позволяет оптимизировать описание всех уровней национальной рамки квалификаций, определить достаточную полноту информационного содержания предметных курсов, установить соответствия между системами тематических знаний и компетенциями, которые необходимо сформировать у выпускников. Онтологические модели позволяют также включать в содержание курса новые технологические решения.

**Ключевые слова:** национальная рамка квалификаций, онтологические модели, образовательный стандарт.

## ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ОНТОЛОГІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ОСВІТНІХ СТАНДАРТІВ

**О. Є. Стрижак**

*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України*

У статті представлено можливості застосування методів онтологічного моделювання для формування освітніх стандартів. Показано, що онтологічне моделювання дозволяє оптимізувати опис усіх рівнів національної рамки кваліфікацій, визначити достатню повноту інформаційного змісту предметних курсів, встановити відповідності між системами тематичних знань та компетенціями, які необхідно сформувати у випускників. Онтологічні моделі дозволяють також включати в зміст курсу нові технологічні рішення.

**Ключові слова:** національна рамка кваліфікацій, онтологічні моделі, освітній стандарт.

## USING OF METHODS OF ONTOLOGICAL MODELING FOR FORMING OF EDUCATIONAL STANDARDS

**O. Ye. Stryzhak**

*Institute of Telecommunications and Global Information Space of NAS of Ukraine*

The paper presents the possibility of ontological modeling techniques to create educational standards. It is shown that the ontological modeling to optimize the description of all levels of the NQF, sufficient to determine the completeness of the information content of subject courses, establish consistency between systems subject knowledge and competencies that need to equip graduates. Ontological models allow also include course content new technological solutions.

**Key words:** national qualifications framework, ontological models, educational standard.

**Введение.** Качество подготовки квалифицированных специалистов в различных направлениях человеческой деятельности зависит от его содержания. Известно, что содержательный фактор учебного процесса определяется следующими категориями:

- национальной системой квалификаций – представляет собой совокупность механизмов правового и

институционального регулирования квалификаций работников с учетом потребностей рынка труда и возможностей системы образования;

- уровнями квалификации – определенными и утвержденными в установленном законом порядке требованиями к компетенции работника при выполнении должностных обязанностей с учетом их сложности и уровня ответственности.

Полномасштабное содержательное раскрытие этих категорий реализуется на основе национальной рамки квалификаций (НРК) – системного и структурированного описания квалификаций, образовательно-квалификационных уровней, квалификационных стандартов разных уровней и типов, установленных на основе определенного законом набора критериев. НРК определяет единую шкалу уровней квалификации общепрофессиональных компетенций для разработки отраслевых рамок квалификаций, профессиональных стандартов. НРК обеспечивает межотраслевую сопоставимость квалификаций и компетенций, является основой для системы подтверждения соответствия и присуждения квалификаций специалистов. Национальная рамка квалификаций состоит из описания для каждого квалификационного уровня общих характеристик профессиональной деятельности.

Тем самым НРК определяет динамику формирования образовательных стандартов как определенной совокупности норм и требований, определяющих обязательный минимум содержания основных образовательно-профессиональных программ, максимальный объем учебной нагрузки и требования к уровню подготовки специалистов. Образовательно-профессиональная программа (ОПП) является отраслевым нормативным документом, в котором определяется нормативный срок и содержание обучения, нормативные формы государственной аттестации, устанавливаются требования к содержанию, объему и уровню образования и профессиональной подготовки специалиста по тематическому направлению подготовки. Образовательный стандарт – составная отраслевых стандартов высшего образования, используется для следующих действий:

- разработка и корректировка составляющей отраслевых стандартов высшего образования (средства диагностики качества высшего образования);
- разработка и корректировка составляющих стандартов высшего образования высших учебных заведений (вариативные части образовательно – профессиональной программы подготовки специалистов и средств диагностики качества высшего образования, учебный план, программы учебных дисциплин и практик);
- определение содержания обучения в системе переподготовки и повышения квалификации специалистов.

Динамика создания и развития современных технологий требует от системы образования новых подходов при формировании НРК. Основным требова-

нием этого формирования должно быть преемственность содержания и сохранение междисциплинарности на уровне предметно-тематического наполнения учебных дисциплин.

Одним из таких технологических подходов является формирование информационной базы, которая содержательно обеспечивает весь учебный процесс подготовки специалистов в высшей школе, на основе методов онтологического моделирования информационных процессов.

**Цель работы** – представить возможности применения методов онтологического моделирования для формирования образовательных стандартов.

**Основная часть.** Известно, что основу информационной базы поддержки учебного процесса любого учебного заведения составляют учебные планы, учебные программы и библиотечные ресурсы. Сегодня большинство во этих ресурсах имеют электронные образы. Каждый такой электронный образ отображает определенный объем тематических знаний. Эти знания, представленные в виде информационных описаний естественно-языковых конструкций [1], отображают суждения об определенных фактах предметно-тематического профиля. Факты связываются между собой определенными отношениями, а также могут характеризоваться определенными свойствами.

В основном все учебные материалы, особенно книжные, описываются научным стилем, который направлен на передачу определенных сведений или на объяснение каких-либо фактов с научной точки зрения. В нём употребляются разнообразные термины и профессиональная лексика. Этот стиль характерен для образовательной и научной литературы. Научный стиль – стиль научных сообщений. Сфера использования этого стиля – наука и научные журналы, адресатами текстовых сообщений могут выступать учёные, будущие специалисты, ученики, просто любой человек, интересующийся той или иной научной областью; авторами же текстов данного стиля являются учёные, специалисты в своей области. Целью стиля можно назвать описание законов, выявление закономерностей, описание открытий, обучение и т. п.

Основная его функция – сообщение информации, а также доказательство ее истинности. Для него характерно наличие малых терминов, общенаучных слов, абстрактной лексики, в нем преобладает имя существительное, немало отвлеченных и вещественных существительных. Суждения имеют вид конкретных высказываний и утверждений и определяют

наборы действий, которые могут быть применимы в процессе решения конкретных предметно-тематических задач.

Выделение набора действий на основе системы знаний, описанной и представленной в книге, возможно на основе применения к ее естественно-языковому тексту процедуры структуризации. Для этого мы произведем некоторое преобразование книжного текста, представив его не в привычном виде последовательного и по стилю согласованного изложения информации, а отобразив его в совокупности конкретных высказываний и утверждений. Конкретные предметные высказывания/утверждения, имеющие тематическую направленность, могут формировать пассивную базу знаний.

Преобразование пассивной базы знаний, которая представлена в виде изложенных в книге информационных описаний, в активную систему возможно на основе преобразования этих описаний в определенные терминополья [2], где конкретные понятия становятся концептами описанной в книге предметной области [1, 3]. Указанные концепты составляют определенные утверждения, которые определяют конкретные действия и результаты этих действий. Сами утверждения строятся на основе использования семантики концептов и тех отношений, которые эти концепты связывают определенным смыслом.

Множества высказываний/утверждений, сформированные на основе тематических концептов, образуют определенную категорию [4], объекты которой имеют морфизмы для каждой пары высказывание–утверждение. В дальнейшем будем рассматривать морфизмы, которые переводят высказывания, приводящиеся в тексте книги, в утверждения, которые истинны для описываемых фактов. Отметим, что трудно разделить понятие высказывание и утверждение, они практически эквивалентны. Такое разделение достаточно искусственно и носит конструктивный характер в терминах теории нормальных систем [5], где высказывание определяет набор исходных (пассивных данных), а утверждения позволяют выделить и определить конкретные активные действия. Таким образом, формируется множество высказываний конкретного тематического характера, отображаем эти высказывания в форме утверждений, перефразируя их в утвердительной форме [6]. Утвердительная форма помогает сформулировать определенную гипотезу, которая на основе значения конкретных фактов, представляющих проявления конкретных явлений, может подтвердиться или оказаться несостоятельной [7].

Сформулируем для высказываний и утверждений следующие правила:

а) высказывание/утверждение считается применимым, если существуют условия, определяющие его истинность;

б) высказывание/утверждение считается неприменимым, если не существует условий, определяющих его истинность.

В работах Н. Гуарино и Н. Грубера [8, 9] определение компьютерной онтологии представлено как спецификация концептуализации. В онтологию также включаются и системы ограничений, которые могут быть наложены на отношения в рамках тематики предметной области и выражаются в виде определенного множества аксиом, которое задается на основе понятий–концептов и отношений между ними. Тем самым можем рассматривать онтологию как концептуально определенную и заданную систему знаний.

Конструктивно онтологию, как определенную категорию развития и реализации информационных технологий, будем понимать и формировать на основе определения данного в работах [1, 3], а именно:

- иерархическая структура конечного множества понятий – концептов, описывающих заданную предметную область (ПрО);
- структурно онтология может быть представлена в виде онтографа, вершинами которого являются понятия, а дуги – семантические отношения между ними;
- понятия–концепты и отношения интерпретируются в соответствии с общезначимыми функциями интерпретации, взятыми из электронных источников знаний заданной ПрО;
- определение понятий и отношений выполняется на основе аксиом и ограничений (правил) их области действия;
- существует средство формального описания онтографа;
- функции интерпретации и аксиомы могут быть описаны в нотации формальной теории.

Таким образом, под онтологией понимается нечто большее, чем просто детализированный набор понятий и отношений. Можно описать онтологию как активную систему знаний, включающую в себя множество объектов и связав их с описаниями, а также введя формальные аксиомы, которые ограничивают интерпретацию и совместное употребление этих терминов. Также онтологию можно рассматривать как некую логическую теорию, некое исчисление со своими правилами. Эта теория позволяет система-

тизировать категории действительности и/или выражаемые в языке значения [1].

В общем виде онтологическая модель может быть сформирована и представлена на основе следующих четырех категорий:

- понятия–концепты;
- отношения и свойства;
- аксиомы;
- функции интерпретации.

Понятия рассматриваются как концептуализации класса всех представителей некоей сущности или явления (например, ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ, ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ, КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ СЕТЕЙ, БАЗЫ ДАННЫХ, РЕЛЯЦИОННАЯ АЛГЕБРА и т.п.). Классы, которые объединяют понятия–концепты на основе определенных свойств и отношений, являются общими категориями, которые могут быть упорядочены иерархически. Каждый класс описывает группу индивидуальных сущностей, которые объединены на основании наличия общих свойств. Самым распространенным типом отношений, используемым во всех онтологиях, является отношение категоризации, то есть отнесение к определенной категории. На основе этого типа отношений задается таксономия текстового документа [10]. Аксиомы и функции интерпретации задают условия соотношения категорий и отношений, выражающих конкретные утверждения.

Рассмотрим процесс формирования образовательного-профессиональной программы образовательного-квалификационного уровня БАКАЛАВР по специальности ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ и соответствующей квалификации СПЕЦИАЛИСТ ПО РАЗРАБОТКЕ И ТЕСТИРОВАНИЮ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.

В работах [1, 3, 11] описываются методики и процедуры преобразования пассивной системы знаний, представленной в книге, в активную онтологию, обеспечивающую консультативное сопровождение проблемных задач пациента. Далее на рисунках представлены фрагменты онтографов по рассматриваемой проблеме. Так, на рисунке 1 представлен фрагмент онтографа, вершинами которого являются понятия–концепты, раскрывающие образовательные-квалификационные характеристики специальности ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ; на рисунке 2 представлен фрагмент онтографа, вершины которого определяют концепты основных функциональных направлений указанной специальности; на рисунках 3-а и 3-б отображен фрагмент онтологии системы

знаний, определяющих содержание соответствующих предметно-тематических дисциплин, составляющих подготовку специалистов; на 4-а и 4-б представлен фрагмент онтологии формирования кредитного модуля по дисциплине ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БАЗ ДАННЫХ, составляющего один из курсов по специальности ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ.

Как можно видеть, онтограф представляет образовательно-квалификационные характеристики специальности, которым должны соответствовать компетентности специалиста. Он должен понимать производственные функции, разбираться в области современных информационных технологий, обладать соответствующей системой навыков и т.п.

Рассмотрим вершину ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ФУНКЦИИ, ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, УМЕНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ выпускника. Содержание этой вершины–концепта отображено на рисунке 2 в виде онтографа основных функциональных направлений, которыми должен владеть выпускник.

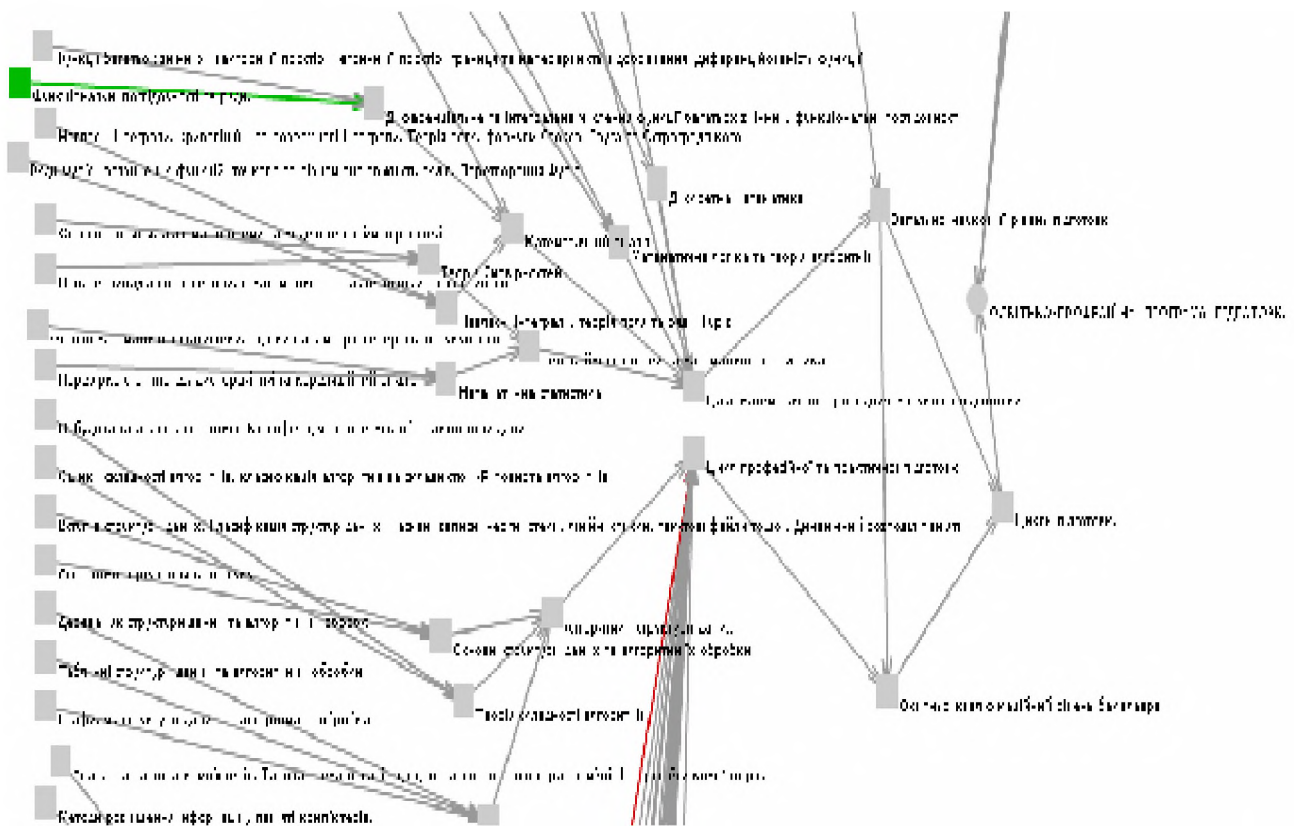
На приведенном фрагменте онтологии представлены функции проектирования программного обеспечения. Вершинами–концептами здесь являются основные навыки квалифицированного специалиста.

В онтологии представлена таксономическая зависимость между всеми категориями, определяющими уровень его подготовки в области использования механизмов проектирования программного обеспечения.

Рисунки 3–а – 3–б отображают онтологию организации систем знаний (пассивных) по предметно-тематическим дисциплинам, составляющих полный курс по специальности ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ.

Каждая вершина–концепт определяет содержание этих дисциплин. Это содержание может быть представлено набором учебников, учебных и методических пособий, монографиями по темам конкретной дисциплины. На рисунках 4–а – 4–б представлено организация кредитного модуля по одной из дисциплин специальности. Определяются основные виды учебной работы по конкретным тематическим дисциплинам. Каждая дисциплина составляет систему знаний по специальности. Определяется учебная нагрузка, учебные планы и программы. И теперь каждая программа и каждый учебный план подкрепляется соответствующим информационным ресурсом – монография, методические рекомендации, учебные пособия и т.п.





*Рис. 3–а.* Фрагмент онтології предметно-тематических дисциплін по спеціальності ПРОГРАММНА ІНЖЕНЕРІЯ.



*Рис. 3–б.* Фрагмент онтології предметно-тематических дисциплін по спеціальності ПРОГРАММНА ІНЖЕНЕРІЯ (продовження).



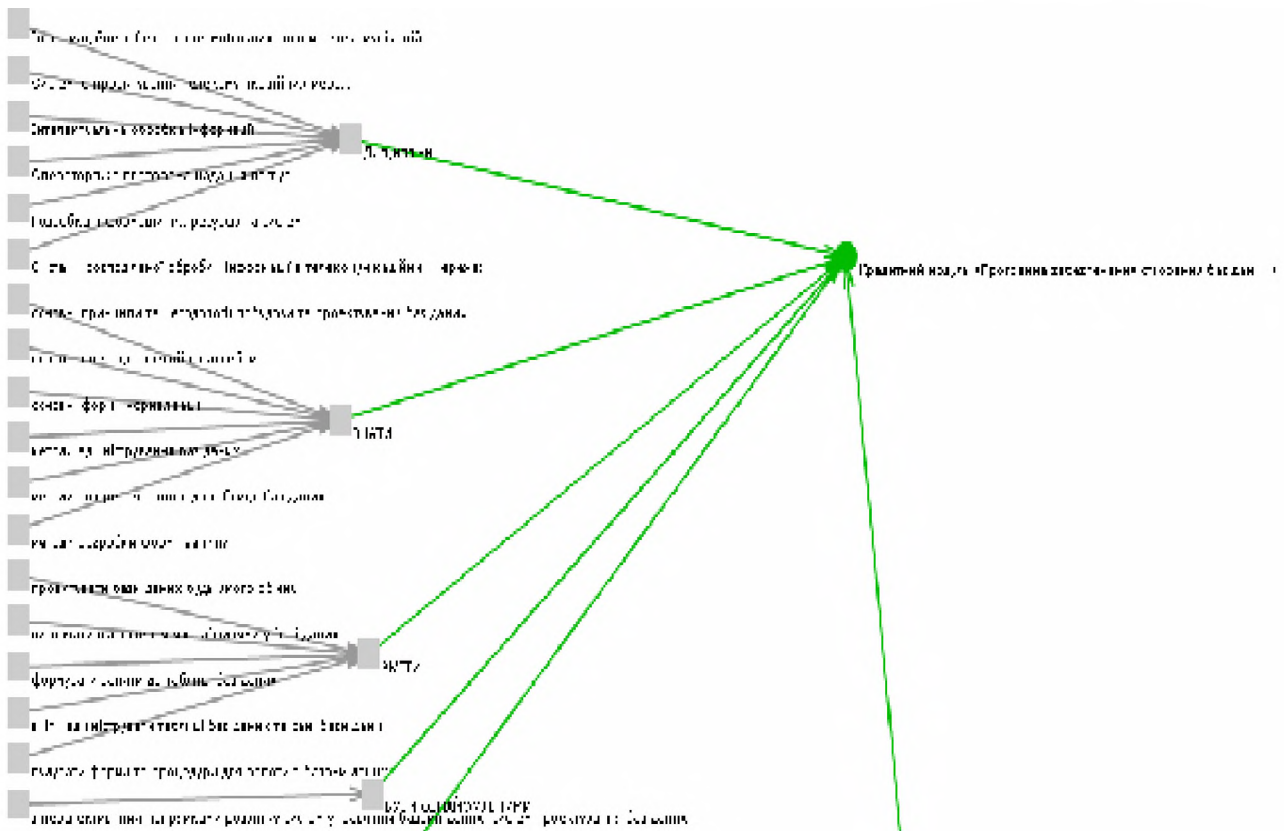


Рис. 4-а. Фрагмент онтології формування кредитного модуля по дисципліні ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БАЗ ДАННЫХ.

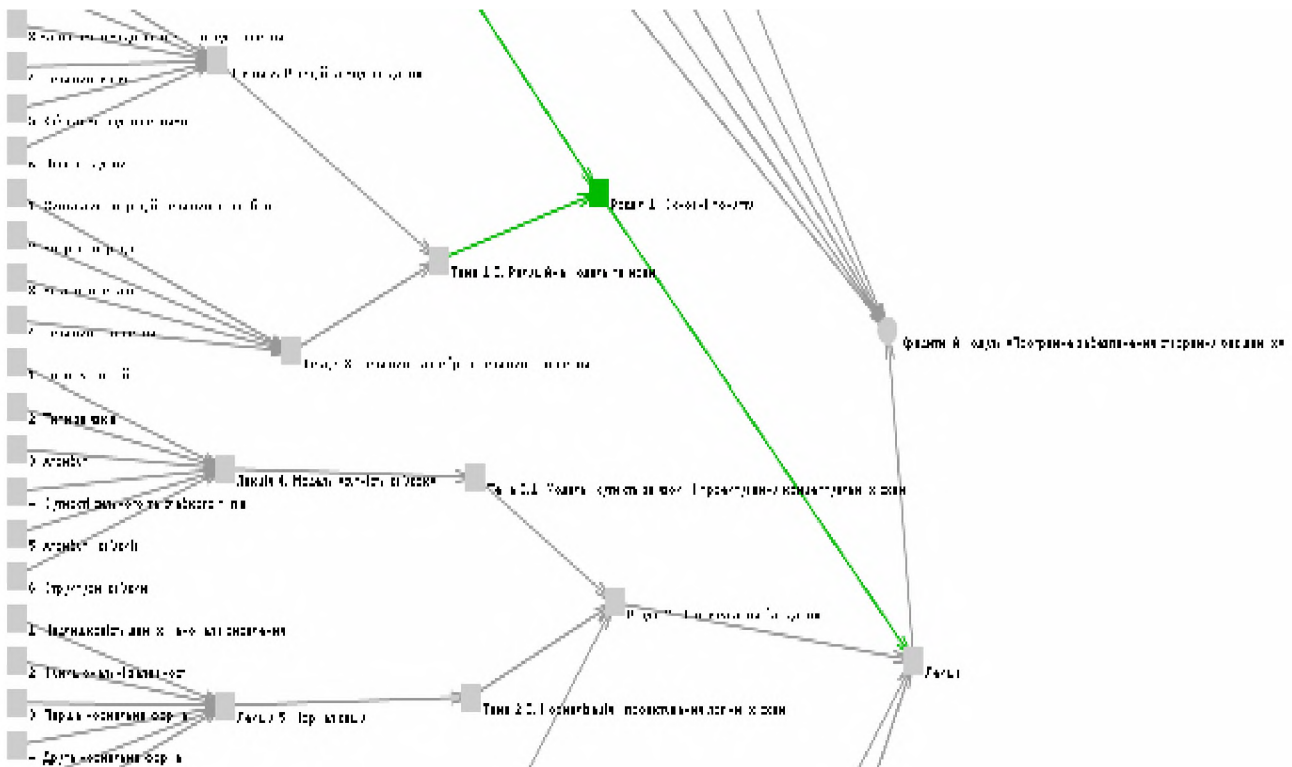


Рис. 4-б. Фрагмент онтології формування кредитного модуля по дисципліні ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БАЗ ДАННЫХ (продолжение).

Как видно из приведенного примера, весь образовательный стандарт и его курсовое обеспечение могут быть представлены в виде множества онтологических моделей всего процесса формирования учебного курса подготовки бакалавров по соответствующей специальности. Однако, даже из фрагментов приведенных онтологий можно сделать вывод, что системы аксиом по каждой из онтологий и тем более функций интерпретации не совпадают и могут иметь не очень мощное пересечение. Хотя множества функций интерпретации действий для каждого из указанных онтографов имеют как общие и так определенные наборы отличающихся по семантике элементов.

Для создания операционной среды онтологического моделирования образовательных стандартов необходимо осуществить интеграцию полученных онтологических моделей составляющих процессов. Например, функциональные связи между элементами множеств, которые определяют понятия-концепты, описывают определенные процедуры процесса обработки запросов пациента по проблемам состояния своего здоровья. Получаем множество, элементами которого являются онтологии, описывающие семантику процессов консультирования. Полученное множество онтологий определяется как единая онтологическая модель взаимодействия процессов решения задач консультирования. Онтологии объединяются и определяются как единая онтологическая модель описания образовательного стандарта.

Отдельные формализованные онтологические модели, позволившие определить функции интерпре-

тации различных уровней НРК, базируются на основе множества функции интерпретации, которая задается на понятиях-концептах и на их отношениях.

Практическое использование онтологического моделирования требует применения разнообразных функций интерпретации. Например, в нашем случае применяются функции определения пересечения множеств и анализа соответствия. Исходя из этого, следует применять процедуру объединения онтологических моделей процессов формирования и отображения разных уровней НРК. Последняя строится на основе следующего утверждения: множество функций интерпретации объединенной онтологии не является объединением множеств функций интерпретаций онтологий составляющих.

**Выводы.** Онтологическое моделирование процессов формирования образовательных стандартов позволяет оптимизировать описание всех уровней НРК, определить достаточную полноту информационного содержания предметных курсов, установить соответствия между системами тематических знаний и компетенциями, которые необходимо сформировать у выпускников.

Онтологические модели, за счет своей предметной связности, обеспечивают корректность формирования междисциплинарных связей. Это позволяет оптимизировать процесс формирования учебных программ, учебных планов и кредитных модулей. Онтологические модели позволяют также включать в содержание курса новые технологические решения.

#### Література

1. Гладун В. П. Процессы формирования новых знаний [Текст] / В. П. Гладун. – София : СД «Педагог 6», 1994. – 192 с.
2. Коршунова С. О. Роль тезаурусного моделирования в организации терминополья «ТЕХТ–ТЕКСТ»/ ВЕСТНИК ИРКУТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЛИНГВИСТИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА – № 1, 2009. – <http://cyberleninka.ru/article/n/rol-tezaurusnogo-modelirovaniya-v-organizatsii-terminopolya-text-tekst>.
3. Палагин А. В. Системная интеграция средств компьютерной техники / А. В. Палагин, Ю. С. Яковлев. – Винница : УНІВЕРСУМ, 2005. – 680 с.
4. Букур И. Введение в теорию категорий и функторов / И. Букур, А. Деляну. – М. : Мир, 1972. – 259 с.
5. Malishevski A. V. Qualitative models in the theory of complex systems. – М.: Nauka. Fizmatlit. 1998. – 528 с.
6. Мендельсон Э. Введение в математическую логику / Э. Мендельсон. – М. : Наука, 1971. – 320 с.

7. Кантор Г. Труды по теории множеств. – М. : Наука, 1985. – 430 с.
8. Guarino N. The Ontological Level. In: Casati R., Smith N. and White G. (eds.), *Philosophy and the Cognitive Sciences*, Vienna: Holder–Pichler–Tempsky, 1994.
9. Gruber T. R. A translation approach to portable ontology specifications / T. R. Gruber // *Knowledge Acquisition*. – 1993. – Vol. 5. – P. 199–220.
10. Шаталкин А. И. Таксономия. Основания, принципы и правила / А. И. Шаталкин. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 600 с.
11. Величко В. Ю. Автоматизированное создание тезауруса терминов предметной области для локальных поисковых систем / В. Величко, П. Волошин, С. Свитла // “Knowledge – Dialogue – Solution” International Book Series “INFORMATION SCIENCE & COMPUTING”, Number 15. – FOI ITHEA Sofia, Bulgaria, 2009. – P. 24–31.