

УДК 378.14:004

В. Н. ПАВЛЕНКО, Ю. М. ТКАЧЕНКО

Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ»

ОРГАНИЗАЦИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ТРАЕКТОРИИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ В ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗАХ

Изложен подход к организации компьютерной поддержки принятия решений по определению траектории обучения студентов в технических ВУЗах. Описаны следующие этапы реализации подхода: построение процессной модели подготовки студентов в технических ВУЗах; синтез модели обучаемого в форме интеллектуального агента; разработка модели студенческой группы как сообщества интеллектуальных агентов; представление процесса обучения студентов в форме мультиагентной системы. Методологической основой подхода является инженерия знаний, а формой программной реализации – интеллектуальная система поддержки принятия решений. Для синтеза моделей обучаемых использован математический аппарат темпоральной логики.

Ключевые слова: траектория обучения, образовательный процесс, процессная модель, мультиагентные системы, интеллектуальные агенты, темпоральная логика.

Введение

Современное состояние науки и образования в Украине характеризуется повышением требований к качеству подготовки специалистов, что и определяет постоянный поиск новых методов и средств повышения эффективности образовательного процесса. Указанная тенденция приобрела устойчивость в связи с присоединением Украины к Болонскому процессу [1], которая привела к комплексной перестройке системы отечественного высшего образования, в том числе и технического. В силу указанных обстоятельств, особую актуальность приобрели проблемы, связанные с разработкой высокоэффективных компьютерных средств поддержки учебного процесса в различных его аспектах. Компьютерные системы поддержки образовательных процессов должны обеспечивать адаптацию процесса обучения к индивидуальным характеристикам обучаемых, освобождать преподавателей от ряда трудоемких и часто повторяющихся операций по представлению учебной информации и контролю знаний, способствовать разработке объективных методов контроля знаний и облегчать накопление учебно-методического опыта [1].

Компьютерные системы поддержки образовательного процесса, применяемые в Украине, прежде всего система Moodle [2] и SPSS [2], обеспечивают широкий спектр возможностей для полноценной поддержки процесса обучения в дистанционной среде-разнообразные способы представления учебного материала, проверки знаний и контроля успеваемости. Вместе с тем, указанные системы не дают возможности реализации прогнозов успешности

обучаемых с учетом оценки результатов их обучения на предыдущих этапах, хотя одной из наиболее важных задач, непосредственным образом определяющих эффективность организации учебного процесса в технических ВУЗах, является формирование приоритетных направлений подготовки, как учебных групп, так и каждого обучаемого в составе учебной группы, на различных этапах обучения.

Целью статьи является изложение подхода к компьютерной поддержке процесса формирования приоритетных направлений подготовки на основе представления в формальном виде траектории каждого обучаемого и в целом учебной группы.

1. Постановка задачи исследования

Исходными данными для разработки подхода к компьютеризации процесса определения траекторий обучения студентов в технических ВУЗах являются: нормативная база, составленная из коллекции документов «Галузевого стандарту вищої освіти України»; данные об обучаемых (абитуриентах, бакалаврах, специалистах, магистрах); результаты оценивания обучаемых.

Базовыми понятиями при решении данной задачи являются: «Обучаемый», как объект обучения, и «Учебный процесс», как система организации учебно-воспитательной деятельности. При этом предполагается, что в основу учебного процесса положено органическое единство и взаимосвязь преподавания и учения; направленное на достижение целей обучения и воспитания.

В результате решения задачи должны быть сформированы траектории обучения как для от-

дельных обучаемых, так и учебных групп, как сообществ обучаемых. Решение задачи состоит в реализации следующих этапов:

1. Построение процессной модели подготовки студентов в технических ВУЗах.
2. Синтез модели обучаемого в форме интеллектуального агента.
3. Разработка модели студенческой группы как сообщества интеллектуальных агентов.
4. Разработка методов представления процесса обучения студентов в технических ВУЗах и, на этой основе - прикладной информационной технологии (ИТ) синтеза траекторий обучения.
5. Создание и развертывание системы поддержки принятия решений, в форме мультиагентной системы, по организации учебного процесса студентов технических ВУЗов.

2. Особенности создания процессной модели обучения студентов в технических ВУЗах

Сегодня повышение качества подготовки специалистов в технических ВУЗах, конкурентоспособного на рынке труда, является одной из приоритетных задач, стоящих перед образовательными учреждениями. Перспективным для ее решения представляется применение процессного подхода к менеджменту качества, входящего в число известных восьми концептуальных принципов международных стандартов ИСО серии 9000:2000 [2].

Для организации учебного процесса в большинстве вузов Украины характерно функционально-ориентированное построение, отличительными особенностями которого являются:

- иерархическая направленность управления структурными подразделениями организации «сверху вниз» при наличии некоторой изолированности их друг от друга;
- ориентация подразделений на выполнение своих целевых установок и задач без осознания ими собственной роли в достижении конечных целей организации;
- недостаточная эффективность взаимодействия подразделений при решении смежных задач, лежащих на стыке их функциональных обязанностей;
- дублирование функций рядом подразделений, что часто приводит к некачественному выполнению работы, так как позволяет персоналу подразделения надеяться, что его дефекты по конкретным видам деятельности будут скорректированы другими подразделениями;
- участие вышестоящего руководства в при-

нятии любого управленческого решения, из-за чего затрудняется и тормозится обмен информацией между структурными подразделениями, при этом некоторая ее часть теряется.

В условиях повышения конкуренции на рынке образовательных услуг переход вузов от функционально-ориентированного к процессно-ориентированному подходу в управлении подготовкой специалиста в технических ВУЗах становится чрезвычайно важным. Стандарты [1-2] определяют процессный подход как «систематическую идентификацию и менеджмент применяемых в организации процессов и, прежде всего, обеспечение их взаимодействия». Иначе говоря, этот подход направлен на достижение желаемого результата наиболее эффективным способом, когда всеми видами деятельности и необходимыми для нее ресурсами управляют как процессами [3].

Под процессом в рассматриваемых стандартах [1-4] понимают совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих видов деятельности, преобразующих входы в выходы. При этом продукция рассматривается как результат процесса. Процесс протекает в соответствии с управляющими директивами, вырабатываемыми на основе целей деятельности, и наличием ресурсов (информационных, финансовых, материально-технических, человеческих), определяемых возможностями и ограничениями, создаваемыми другими процессами и внешней средой организации.

Подготовка специалиста на основе процессного подхода позволяет:

- визуализировать образовательную деятельность в виде модели процессов, отражающей идеальную, с точки зрения высшего руководства ВУЗа, взаимосвязь и взаимозависимость процессов;
- снизить у персонала ВУЗа уровень неопределенности представлений о месте и роли выполняемых им процессов в увеличении профессиональной и социальной ценности личности за счет приращения знаний, умений, навыков и психологически-индивидуальных свойств посредством получения образования;
- оптимизировать процессы, выявив среди них дублирующие или малоэффективные, скорректировав действующие процессы по критерию производительности и ресурсоемкости, распределив ответственность и полномочия между руководителями и сотрудниками подразделений;
- определить индикаторы, позволяющие персоналу, руководителям ВУЗа и всем заинтересованным лицам объективно оценивать результативность и эффективность процессов.

Процессная модель подготовки специалиста может визуализироваться на основе использования

стандарта IDEF0 и представляет собой систему иерархически взаимосвязанных SADT-диаграмм в виде древовидной структуры [3]. IDEF0 применяется для создания функциональной модели, отображающей структуру и функции системы, а также протекающие в ней потоки информации и материальных объектов. Одной из задач IDEF0-методологии является описание двух типов моделей объекта: реального и эталонного, - что необходимо для реинжиниринга процессов, определяющих подготовку специалистов в технических ВУЗах.

3. Применение агентной парадигмы для синтеза модели обучаемого и модели студенческой группы как сообщества интеллектуальных агентов

В рамках рассматриваемого подхода предусмотрено использование мультиагентной технологии как методической основы представления процесса обучения студентов. Отличительной особенностью современных мультиагентных систем является переход от локализованного к распределенному типу обработки информации. На сегодняшний день не существует общепринятого определения понятия «агент», наиболее признанным является определение агента как программной системы, которая имеет следующие особенности: автономность, взаимодействие, мобильность, реактивность, активность, индивидуальность видения «мира», коммуникабельность и кооперативность, интеллектуальность поведения.

Каждый агент – это процесс, который владеет достаточной частью знаний об объекте принятия решений и возможностью обмениваться этими знаниями с другими агентами. С точки зрения объектно-ориентированного подхода агент можно рассматривать как комплекс функций в совокупности с интерфейсом, который способен посылать ответы и получать вопросы. Целесообразно также рассматривать любой агент в составе мультиагентной системы как компьютерную программу, которая исполняется асинхронно в соответствии с поведением, заложенным в нее конкретной личностью или организацией. В современных приложениях используют два основных типа агентов: стационарные и мобильные.

Мобильные агенты способны: преследовать определенную цель, общаться с другими агентами, накапливать и использовать собственные ресурсы и опыт; воспринимать среду и ее части, строить частичное представление среды; адаптироваться, самоорганизовываться, саморегулироваться и саморазвиваться [4-7].

Одна из главнейших особенностей агента – это интеллектуальность. Интеллектуальный агент вла-

деет определенными знаниями о себе и об окружающей среде, и на основе этих знаний он способен определять свое поведение. Интеллектуальные агенты являются основной сферой интересов агентной технологии. Важна также среда существования агента: это может быть как реальный мир, так и виртуальный, что становится важным в связи с широким распространением сети Internet [4].

4. Формальное представление траекторий обучения на основе теории временных утверждений

Исходя из особенностей предметной области, адекватным математическим аппаратом представления процессов обучения студентов в технических ВУЗах являются средства формальной логики, в которых возможно отражение во времени процессов, протекающих параллельно и асинхронно. Наиболее полно этим требованиям отвечают темпоральные логики, основанные на теории временных утверждений.

В теории временных утверждений [5] имеются два подхода к темпоральным высказываниям, являющимся утверждениями о будущем. При одном подходе утверждения о будущем рассматриваются аналогично утверждениям о прошлом и настоящем как констатация положения дел (ассерторические утверждения). В этом случае утверждение «*когда-нибудь будет р*» истинно в момент времени t , если и только если в некоторый момент t' , следующий за t , истинно p . Если будущее состояние однозначно детерминировано настоящим, то утверждения о будущем будут либо истинными, либо ложными. Однако более соответствует реальности ситуация, когда допускается, что будущее не предопределено однозначно настоящим и возможны различные варианты развития событий, т.е. возможно ветвление в будущее. При втором (альтернативном) подходе утверждения о будущих событиях рассматриваются не как ассерторические, а как модальные утверждения. В этом случае выражения типа «*всегда будет р*», «*когда-нибудь будет р*», «*через n единиц времени будет р*», корректные (правильно построенные) в случае первого подхода, не являются корректными.

Темпоральная логика *ветвящегося времени* (*ветвящаяся темпоральная логика*) [5] может быть использована для решения задач обучения, прогнозирования и моделирования в интеллектуальных системах, когда необходимо рассматривать время ветвящимся в будущее. Известно, что временная логика может быть построена на основе модальной логики [5]. Модальный оператор необходимости \Box может интерпретироваться как «*необходимо, что всегда будет р*», а модальный оператор возможно-

сти $\diamond p$ – как «возможно, что будет p » или, другими словами, $\Box p$ истинно в момент времени t , если и только если p истинно при всех t' на всякой ветви времени, выходящей из t , а $\diamond p$ истинно при всех t , если и только если p истинно при некотором t' хотя бы на одной ветви, выходящей из t .

Обозначим через p суммарный показатель степени овладения обучаемым всей совокупности дисциплин, изученных к некоему моменту времени t . Очевидно, что p представляет собой критерий, имеющий аддитивную природу. Определим возможность применения к p всего набора модальных операторов, описывающих базовые категории необходимости (неизбежности) и допустимости (возможности).

Положим $G\Box$ – «при любом развитии событий будет иметь место p », $G\diamond$ – «при некотором развитии событий будет иметь место p », $F\Box$ – «неизбежно когда-нибудь будет иметь место p », $F\diamond$ – «возможно когда-нибудь будет иметь место p ».

Для моделирования траекторий обучения ограничим базис истинных утверждений следующими:

- $G\Box p$ – «неизбежно (при любом развитии событий) всегда будет иметь место p »;
- $G\diamond p$ – «возможно (при некотором развитии событий) всегда будет иметь место p »;
- $F\Box p$ – «неизбежно когда-нибудь будет иметь место p »;
- $F\diamond p$ – «возможно когда-нибудь будет иметь место p »;
- $F_n\Box p$ – «через n единиц времени неизбежно будет иметь место p »;
- $F_n\diamond p$ – «через n единиц времени возможно будет иметь место p ».

Для каждого приведенного оператора процесс развития событий представляется в виде дерева, ветвящегося в будущее (рис. 1).

Введенные операторы являются единичными, так называемыми модализированными темпоральными операторами, а не комбинацией модальных и темпоральных операторов [5].

Представленная выше математическая структура дает возможность синтеза прогнозных моделей для определения траектории как одного обучаемого, так и групп обучаемых.

5. Описание прикладной ИТ поддержки принятия решений по определению траектории обучения студентов в технических ВУЗах

Теоретические результаты, полученные в ходе исследований, будут оформлены в виде ядра интеллектуальной технологии, воплощенной в форме прототипа диалоговой интеллектуальной системы

поддержки принятия решений по организации учебного процесса на основе агентного подхода к моделированию.

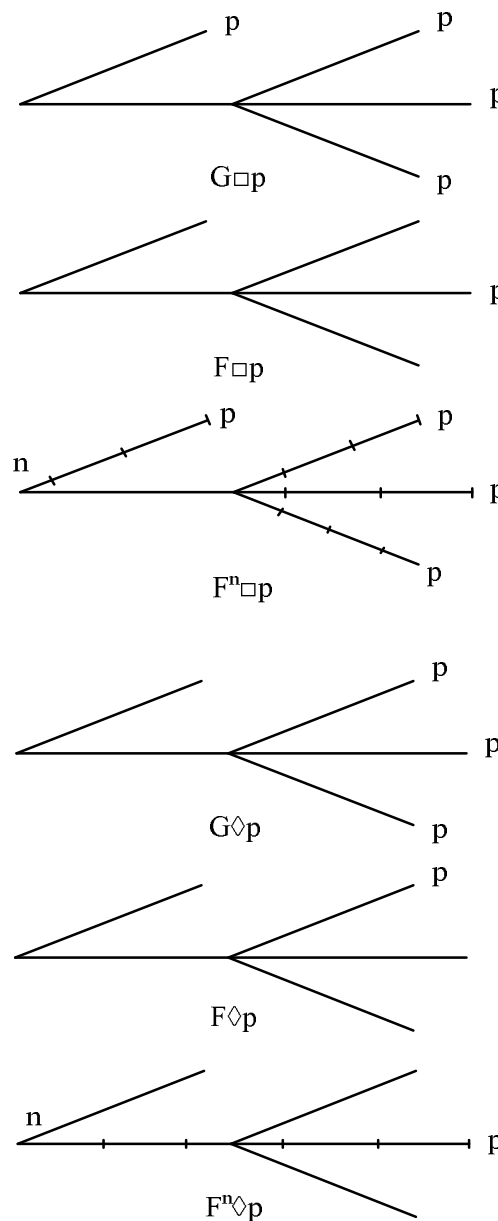


Рис. 1. Графическое представление временных операторов

В ходе исследований предполагается: разработать агентные модели обучаемого и коллективов обучаемых, а также методы формирования идентификационных и прогнозных решений относительно приоритетных направлений подготовки, как отдельных студентов, так и групп студентов технических ВУЗов; методы представления процесса обучения студентов технических ВУЗов, которые в отличие от существующих, основаны на агентном подходе к моделированию, что дает возможность идентификации и прогнозирования приоритетных направлений подготовки на любых этапах обучения, с учетом траектории каждого обучаемого.

Реализацию рассматриваемых моделей предполагается осуществить с помощью среды имитационного моделирования, позволяющей при помощи блок-диаграмм в виде направленных графов строить динамические модели, включая дискретные.

Выводы

Таким образом, в ходе дальнейших исследований будет создана информационная технология и специализированная диалоговая система на ее основе, применение которой даст возможность повысить эффективность организации учебного процесса в технических ВУЗах, в части определения приоритетных направлений подготовки студентов.

Литература

1. Байденко, В. И. *Болонский процесс: учеб. пособие [Текст]* / В. И. Байденко. – М. : Исслед. центр проблем качества подготовки студентов, 2009. – 220 с.
2. ГОСТ Р ИСО 9001–2001. *Системы ме-*

неджмента качества. Требования. – Введ. 2001–08–31. – М. : Госстандарт России, 2005. – 22 с.

3. Горленко, О. А. *Процессный подход к менеджменту качества [Текст]* / О. А. Горленко, И. Г. Манкевич; под ред. О. А. Горленко. – Брянск : БГТУ, 2008. – 168 с.

4. Радченко, И. А. *Интеллектуальные мультиагентные системы: учеб. пособие [Текст]* / И. А. Радченко. – СПб. : БГТУ, 2006. – 88 с.

5. Смирнов, В. А. *Логические системы с модальными временными операторами [Текст]* / В. А. Смирнов // *Материалы II Советско-финского colloquium по логике «Модальные и временные логики»*. – М., 1979. – С. 89–98.

6. Тарасов, В. Б. *Агенты, многоагентные системы, виртуальные сообщества: стратегическое направление в информатике и искусственном интеллекте [Текст]* / В. Б. Тарасов // *Новости искусственного интеллекта*. – 1998. – № 2. – С. 21–37.

7. Brooks, R. A. *Intelligence without Representation [Text]* / R. A. Brooks // *Artificial Intelligence*. – 1991. – № 47. – P. 139–159.

Поступила в редакцию 29.11.2013, рассмотрена на редколлегии 11.12.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф., проф. каф. системотехники Э. Г. Петров, Харьковский национальный университет радиоелектроники, Харьков, Украина.

ОРГАНІЗАЦІЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ПІДТРИМКИ ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ У ТЕХНІЧНИХ ВУЗАХ

В. М. Павленко, Ю. М. Ткаченко

Викладено підхід до організації комп'ютерної підтримки прийняття рішень щодо визначення траєкторії навчання студентів у технічному вузі. Описано наступні етапи реалізації підходу: побудова процесної моделі підготовки студентів у технічних ВУЗах; синтез моделі учня у формі інтелектуального агента; розробка моделі студентської групи як спільноти інтелектуальних агентів; подання процесу навчання студентів у формі мультиагентної системи. Методологічною основою підходу є інженерія знань, а формою програмної реалізації - інтелектуальна система підтримки прийняття рішень. Для синтезу моделей, яких навчають, використано математичний апарат темпоральної логіки.

Ключові слова: траєкторія навчання, освітній процес, комп'ютерні системи, процесна модель, мультиагентні системи, інтелектуальні агенти, темпоральна логіка.

ORGANIZATION OF COMPUTER SUPPORT PROCESSES OF FORMING STUDENTS LEARNING PATHS IN TECHNICAL UNIVERSITIES

V. N. Pavlenko, J. M. Tkachenko

This article expounds an approach to the organization of computer decision support to determine the route of teaching students in a technical universities. Our paper describes the following stages of the approach: the construction of a process model of training students in a technical universities, the synthesis of the student model in the form of an intelligent agent, the development of the student group model as a community of intelligent agents; representation of the process of training students in the form of multi-agent system Methodological basis of the approach is a knowledge engineering, and software implementation form is an Intelligent Decision Support System. For the synthesis of the student model was used mathematical apparatus of temporal logic.

Keywords: learning trajectory, educational process, process model, multi-agent systems, intelligent agents, temporal logic.

Павленко Віталій Николаевич – д-р техн. наук, зав. кафедри теоретической механіки и роботомеханических систем, проректор по НПП, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: pavlenko_vitaliy@mail.ru

Ткаченко Юлия Михайловна - аспирант кафедры информатики, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина, e-mail: juli.tkachenko@mail.ru