

О. Н. Сметанина

**ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ МАРШРУТОМ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

В статье рассматриваются задачи управления образовательным маршрутом с учетом ключевых факторов, профиля вуза и профессиональных образовательных потребностей обучающегося. На основе анализа информационных ресурсов для решения рассматриваемых задач выявлено, что для принятия решений необходимо использовать интеллектуальные технологии с участием эксперта и инженера по знаниям. Проведен анализ оценки социального и экономического эффектов, полученных участниками академической мобильности в рамках реализации образовательного маршрута. *Образовательный маршрут; интеллектуальные технологии; семантическая сеть; интеграция информации; образовательная программа; управление*

ВВЕДЕНИЕ

В коммюнике министров высшего образования стран Европы, подписанном в апреле 2009 г., содержится перечень приоритетов высшего образования на следующее десятилетие. Среди них выделены трудоустройство выпускников; обучение, ориентированное на студента; мобильность.

Реформа высшего образования в России, проводимая в рамках Болонского процесса, направлена на решение различных задач, в том числе, и связанных с перечисленными приоритетами высшего образования. Одной из таких задач является приведение содержания и структуры профессионального образования в соответствие с потребностями рынка труда

Вуз ежегодно с учетом развития науки, техники, культуры, экономики, технологий и социальной сферы обновляет: образовательные программы, что особенно характерно для образовательных программ подготовки ИТ-специалистов, содержание рабочих программ учебных курсов, предметов, дисциплин, программ учебной

и производственной практики, методических материалов, обеспечивающих реализацию соответствующей образовательной технологии.

Развитие процессов академической мобильности и желание студента участвовать в них может внести свои коррективы в образовательную программу подготовки обучающихся. Студент имеет возможность выбрать отличающийся от образовательной программы набор дисциплин в рамках государственного образовательного стандарта, который будет представлять собой образовательный маршрут.

В данной статье под образовательным маршрутом (ОМ) будем понимать модель путей достижения образовательного стандарта, когда выбор пути реализации стандарта зависит от профиля вуза и индивидуальных особенностей обучающегося.

Обзор исследований, проводимых специалистами в области разработки ОМ, показал, что значительная часть их посвящена вопросам педагогики, а также ориентирована на среднее образование [1, 2].

Статья написана по результатам совместных исследований по управлению академической мобильностью, процессом разработки образовательной программы (ОП) [3–7].

Обзор известных ИТ-решений в области разработки ОМ показал отсутствие аналитических решений, которые предлагаются в данной статье для реализации поддержки решений при управлении образовательным маршрутом с учетом ключевых факторов, профиля подготовки направления и профессиональных образовательных потребностей обучающегося.

Контактная информация: 8(347)273-77-17

В статье изложены результаты исследований, проводимых в рамках научно-исследовательской работы по гранту 12-07-00377-а «Алгоритмическое и программное обеспечение поддержки принятия решений в задачах управления сложными социально-экономическими системами при наличии слабо структурированных данных» и теме 01201255003 «Разработка инструментальных средств поддержки принятия решений для различных видов управленческой деятельности в промышленности в условиях слабо структурированной информации на основе технологий распределенного искусственного интеллекта».

ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ МАРШРУТОМ В ВУЗЕ

При управлении образовательным маршрутом необходимо решить следующие задачи: целеполагание, планирование, анализ и контроль, корректировка образовательного маршрута.

Планирование образовательного маршрута предполагает его разработку для обучения в группе с учетом требований рынка труда или с учетом профессиональных образовательных потребностей обучающегося, например, при участии в программе академической мобильности (АМ). Данная задача требует обработки большого объема информации. Как правило, необходимые для планирования ОМ информационные ресурсы содержат слабо формализованную информацию. В связи с этим предварительно для принятия решений необходимо провести извлечение и структуризацию знаний о требованиях рынка труда, процессах АМ; о профессиональных стандартах (ПС), международных образовательных стандартах (МОС), перспективных направлениях ИТ-технологий, структуре рынка труда, программах АМ.

Далее проводится оценка соответствия содержания планируемого ОМ цели и государственному образовательному стандарту.

Корректировка содержания ОМ является частной задачей планирования образовательного маршрута. Для перечисленных задач предлагается использование интеллектуальных технологий.

Задачи анализа и контроля не рассматриваются в рамках данной статьи в связи тем, что нет необходимости для их решения использовать интеллектуальные технологии.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО МАРШРУТА

Анализ таких ключевых факторов как требования рынка труда и развитие процессов АМ, влияющих на содержательный аспект ОМ, позволил определить информационные ресурсы, необходимые при его планировании.

При планировании ОМ в случае участия обучающегося в программе АМ используются: информация о программах академической мобильности, принимающих вузах, образовательных программах базового и принимающих вузов, студенте, государственные образовательные стандарты.

В качестве информационных ресурсов требований рынка труда выступают стандарты (профессиональные, международные образовательные, государственные образовательные), аналитические отчеты о перспективных ИТ-технологиях, данные о структуре рынка труда в области ИТ, данные о студенте.

Анализ международных образовательных стандартов показал, что основными понятиями выступают области знаний, например, в стандарт «Программная инженерия» включено десять областей знаний: основы компьютеринга; основы математики и инженерии; профессиональная практика; моделирование и анализ программного обеспечения; проектирование программного обеспечения; верификация и аттестация программного обеспечения; эволюция программного обеспечения; процессы разработки программного обеспечения; качество программного обеспечения; управление программными проектами. На следующем уровне иерархии значимым понятием является дисциплина, и приводится перечень дисциплин, рекомендованных к изучению для данной области знаний, например, для описанной выше области знаний основы компьютеринга: основы информатики, технологии разработки программного обеспечения, средства разработки и формальные методы разработки программного обеспечения. Далее проводится детализация на модули. Так, дисциплина основы информатики включает следующие модули: основы программирования; алгоритмы, структуры и представления данных; методы решения задач; архитектура ЭВМ; базовые концепции систем; основы языков программирования; основы операционных систем. Наиболее полным и проработанным является стандарт по информатике, поскольку он является базовым, на него ссылаются остальные стандарты.

Анализ профессиональных стандартов в области ИТ-технологий показал, что значимыми в данной предметной области понятиями являются квалификационные требования [4], среди которых определены: перечень должностных обязанностей для соответствующего квалификационного уровня; перечень основных *умений, навыков и знаний*, требуемых для выполнения должностных обязанностей.

Анализ аналитического отчета «долгосрочного технологического прогноза Российский ИТ Foresight» [8] выявил в качестве основных следующие понятия: технологическая группа, технология, ранг приоритетности. Всего выделено восемь групп перспективных направлений: технологии искусственного интеллекта; техноло-

гии организации и систематизации контента; технологии, основывающиеся на новых физических методах; технологии параллельной и распределенной обработки данных и др.

Для образовательных программ вузов характерно то, что они содержат различную информацию и имеют разные форматы представления. Наиболее важными признаками ОП при их сопоставлении для планирования ОМ являются наименования дисциплин, их трудоемкости, модули (разделы), знания, умения, навыки, компетенции, которые можно освоить в процессе изучения дисциплины, термины, базовые дисциплины. Полное описание дисциплины представлено с помощью семантической сети, фрагмент которой представлен на рис. 1.

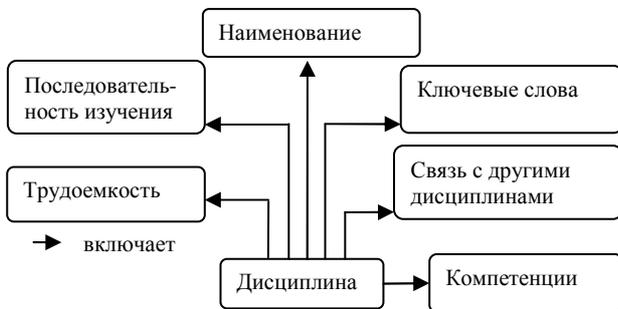


Рис. 1. Фрагмент семантической сети дисциплины

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ МАРШРУТОМ

Среди компонентов системы управления образовательным маршрутом в вузе следует обратить внимание на:

- «сырье» – абитуриента / студента, у которого в процессе обучения формируются и, возможно, изменяются профессиональные образовательные потребности; а также ОП подготовки как основа для разработки ОМ;
- «конечный продукт» – образовательный маршрут с итоговыми результатами его освоения конкретным студентом за прошедший период обучения;
- управляющие факторы – нормативно-правовое обеспечение образовательным маршрутом с учетом существующих на данный момент стандартов и имеющихся ресурсов.

Как уже отмечено ранее, значительная часть анализируемой информации, необходимой для принятия решения, является слабо формализованной, что, с учетом имеющегося опыта, под-

сказывает необходимость использования интеллектуальных технологий для ее обработки. В контур системы управления образовательным маршрутом вводится система поддержки принятия решений (рис. 2). Обработка информации проводится с участием эксперта и инженера по знаниям.

Использование существующих стандартов как в области образования, так и на рынке труда, в первую очередь необходимо при разработке образовательных программ, что характерно для работ, выполняемых персоналом кафедр.

Консультации по планированию образовательного маршрута обучающегося с учетом его профессиональных образовательных потребностей проводятся персоналом деканата. В разработанной схеме системы управления образовательным маршрутом используется информация, полученная из распределенных источников.

Блок управления формирует управляющие воздействия в виде плана образовательного маршрута изначально на весь период обучения, разработанный на базе образовательной программы и профессиональных потребностей обучающегося. В этот документ перед предстоящим периодом обучения (семестр) могут быть внесены корректировки с учетом ключевых факторов. В качестве входного воздействия в системе управления образовательным маршрутом с добавочными информационными каналами на основе слабо формализованных данных, определены информационные ресурсы, описанные ранее.

Рассматривая схему системы управления образовательным маршрутом как общую модель ситуационного управления при мониторинге процесса реализации ОМ можно выделить основные функциональные уровни и блоки системы управления, включающую два контура: внутренний контур реализации стратегии и внешний контур выбора стратегии для достижения тех или иных целей реализации образовательного маршрута. Контур реализации стратегии обеспечивает исполнение одной из возможных стратегий (рабочей). ЛПП (деятельность управленческого персонала организации) в соответствии с рабочей стратегией обеспечивает управляющие воздействия на функциональный блок «Процесс реализации ОМ». Наблюдаемые показатели этого процесса сохраняются в информационной базе и используются ЛПП как обратная связь для анализа эффективности и корректировки управляющих воздействий в рамках рабочей стратегии.

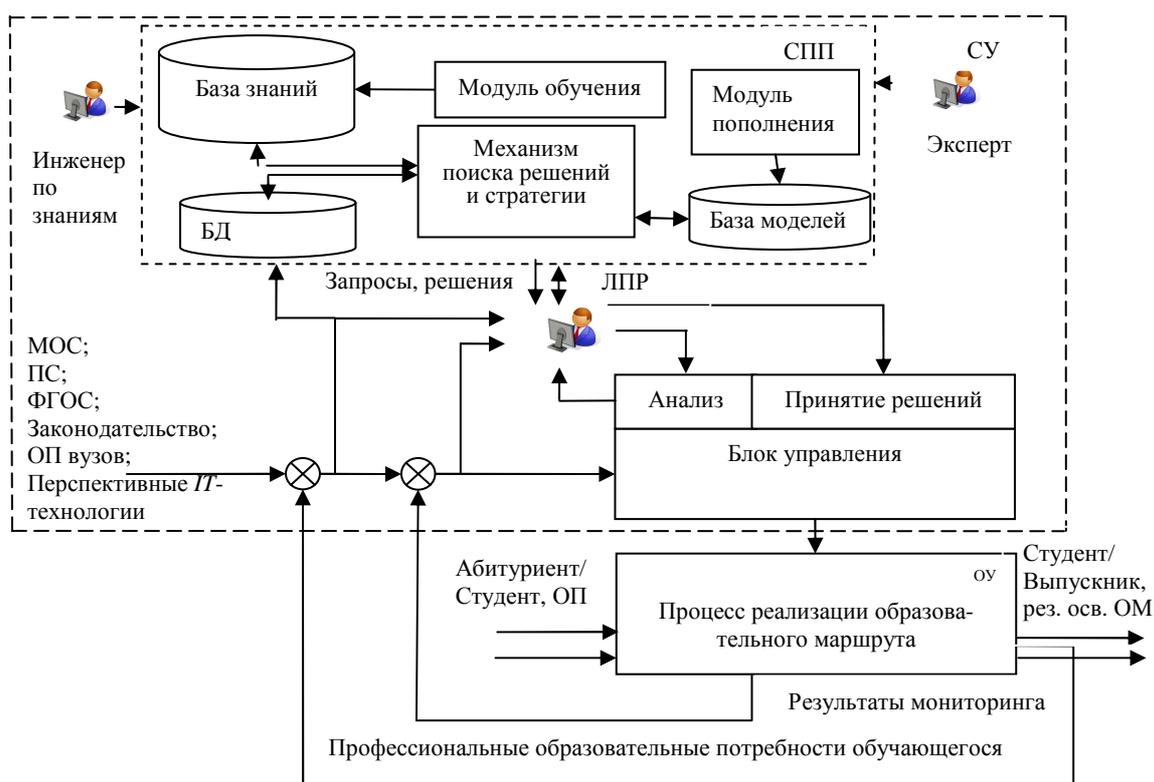


Рис. 2. Схема системы управления образовательным маршрутом

Среда функционирования влияет на процесс реализации образовательного маршрута, отражается в информационной базе, учитывается при формировании управляющих воздействий. Предполагается, что при функционировании в условиях стабильной среды подходящая рабочая стратегия обеспечивает достижение целей функционирования и поэтому не требует своего изменения.

Контур выбора стратегии обеспечивает своевременную и правильную смену рабочей стратегии.

Необходимость смены рабочей стратегии возникает, если в результате нарушения (непредвиденного изменения среды функционирования, неожиданных изменений хода процессов, грубых ошибок управления и других подобных явлений) данная стратегия не позволяет достичь целей управления.

Предполагается, что такая стратегия существует, нужно лишь правильно ее построить и вовремя ввести в действие. Для этого в контуре выбора стратегии предусмотрены следующие функции: распознавание и анализ ситуаций, разработка новых стратегий, ввод стратегии в действие.

Функция «Распознавание и анализ ситуаций» предназначена для своевременного и правильного обнаружения опасного изменения текущей ситуации и прогноза ее развития на основе анализа текущих и предшествующих показателей функционирования процесса реализации ОМ и изменения среды. Для выполнения этой функции используется ситуационная модель, задающая множество возможных ситуаций и переходов между ними, а также множество правил, позволяющих распознать текущую ситуацию, ее изменения, переходы на основе обработки инструментальных данных из информационной базы.

Функция «Разработка новых стратегий» предназначена для определения стратегий, позволяющих достичь тех или иных целей управления в текущей ситуации с учетом прогноза развития. Варианты стратегий должны удовлетворять критерию безопасности, который подразумевает, что допустимая стратегия не должна приводить к возникновению некоторых опасных, нежелательных по тем или иным причинам ситуациям.

Функция «Ввод стратегии в действие» должна обеспечить своевременное принятие

решения о замене рабочей стратегии на одну из допустимых. Своевременность предполагает, что, с одной стороны, опасность ситуации достаточно прояснилась, а с другой – что положение еще можно исправить. Своевременность обеспечивается тем, что для каждого варианта допустимой стратегии оценивается располагаемый резерв времени, т. е. время, в течение которого еще можно сохранять рабочую стратегию с возможностью успешного перехода на вариант допустимой стратегии.

В рассматриваемой системе с каждой ситуацией связываются определенные управляющие решения в виде управляющих воздействий, переключения стратегии управления, выдачи сообщений и т. д.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОИСКА ИНФОРМАЦИИ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ БАЗАХ ДАННЫХ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ МАРШРУТОМ

Система поддержки принятия решений при управлении образовательным маршрутом в рамках системы управления предназначена для информационной поддержки персонала кафедр, факультета, международного отдела, и является надстройкой информационных систем, которая может использовать как имеющиеся базы данных, так и вновь создаваемые. Часто для принятия решений информации, хранящейся в одной из информационных баз, бывает недостаточно, что влечет за собой необходимость создания единого информационного пространства.

В традиционных клиент-серверных приложениях в процессе организации баз данных возникают сложности при объединении нескольких для получения из них запрашиваемой информации: найденная информация не всегда будет полностью соответствовать запрашиваемой пользователем, возможно обилие дублируемой информации. Устранить этот недостаток можно за счет создания «глобальной» онтологии.

В этом случае унификация информации происходит средствами программы агента, который переводит информацию из дочерней базы данных в онтологию.

Объединение информации в единое информационное пространство обеспечивается включением отдельных онтологий в «глобальную» онтологию.

Поиск информации осуществляется с использованием системы логического вывода.

Вывод полученной информации для пользователя осуществляется за счет программы клиента, подключенного к системе управления агентами.

Достоинствами такого подхода являются: достаточно простой и всегда осуществимый механизм унификации информации в виде онтологии; отсутствие угрозы потери информации, содержащейся в «глобальной онтологии», так как она хранится в распределенном виде у программ агентов; достаточно высокая оперативность обновления информации в «глобальной онтологии», так как агентам нет необходимости синхронизироваться с родительской базой данных; возможность нахождения информации напрямую за счет использования при поиске механизма логического вывода.

К недостаткам можно отнести большее время поиска информации.

Работа с информацией, содержащейся в «глобальной онтологии», включает предоставление к ней доступа, поиска и вывода запрашиваемой информации пользователю.

При предоставлении доступа и обеспечения отказоустойчивости использована мультиагентная система, в основе которой лежит платформа JADE.

Система управления агентами AMS осуществляет управление на платформе, координатор каталога DF обеспечивает поиск агентами друг друга по параметру предоставляемой услуги. Обеспечивается возможность выполнения агентами одновременно несколько моделей поведения.

Поиск информации в онтологиях проводится с использованием специализированного языка запросов SPARQL, который используется для представления запросов к разнообразным источникам данных.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДДЕРЖКИ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ОМ

На основе анализа информации разработана комбинация сетевых и продукционных моделей представления знаний. В таких моделях декларативные знания описываются в сетевом компоненте знаний, а процедурные знания – в продукционном.

Сетевые модели представлены семантическими сетями: профессиональных стандартов; международных образовательных стандартов; структур основных образовательных программ Федеральных государственных стандартов; об-

разовательных программ подготовки информатиков в различных вузах (Великобритании, Германии, Люксембурга, России, США, Франции, Швейцарии, Японии); программ академической мобильности; дисциплин; перспективных технологий в области ИТ.

Продукционные модели представлены базами фактов (соотнесения дисциплин в образовательных программах различных вузов по циклам; по областям знаний; совпадения содержания дисциплин из ОП различных вузов; разбиение на блоки МОС в соответствии с ООП ФГОС) и правилами логического вывода (для получения решения при сопоставлении объектов по качественным критериям; для получения решения при разработке учебного соглашения и индивидуального учебного плана при корректировке образовательного маршрута; для получения решения при формировании образовательного маршрута (при обучении в группе).

Алгоритмическое и программное обеспечение создано для работы СППР в следующих режимах: обучения, консультирования, использования (рис. 3).

АНАЛИЗ СОЦИАЛЬНОГО И ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА, ПОЛУЧЕННЫХ ОТ УЧАСТИЯ В ПРОГРАММАХ АМ С УЧЕТОМ СКОРРЕКТИРОВАННОГО ОМ

Анализ оценки эффективности использования информационной поддержки при управлении ОМ с учетом участия в программах академической мобильности проведен на основе собранных данных на факультете Информатики и робототехники в Уфимском государственном авиационном техническом университете за последние пять лет.

Согласно результатам анализа, полученным совместно с автором [4], выделяют основные виды программ АМ, коллективные и индивидуальные: Erasmus Mundus Action 2 MULTIC; Georgius Agricola; программы АМ в основе которых лежат партнерские отношения между университетами и инициированные самими участниками, в том числе, при использовании связей с Alumni. Среди участников АМ выделены следующие субъекты АМ: студенты, аспиранты и преподаватели. По каждому из субъектов АМ наблюдается рост количества, принявших участие в программах академической мобильности:

студентов с 6 до 37 человек в семестр, аспирантов с 0 до 17 человек в семестр, преподавателей с 0 до 2 человек в семестр, общее количество участников с 5 до 55 человек в семестр.

Среди типов академической мобильности на факультете выделяются: включенное обучение (количество участников увеличилось с 0 до 15 человек в семестр), практика (количество участников увеличилось с 0 до 15 человек в семестр) и научная работа (количество участников увеличилось с 5 до 32 человек в семестр).

Полученные совместно с автором [4] результаты оценки эффективности от использования информационной поддержки с применением СППР и без ее применения показывают разную степень повышения эффективности в первом случае (в зависимости от специфики задачи). Время для решения задач, требующих индивидуального подхода к каждому из участников (консультирование и поддержка участников АМ на всех этапах, формирование необходимых пакетов документов), даже с применением СППР пропорционально количеству участников. Но применение СППР дает заметный выигрыш во времени – в полтора-два раза. Применение же СППР при задачах мониторинга и формирования отчетности позволяет сократить время работы ЛПР в несколько раз (порядка 10–20, в зависимости от числа участников мобильности).

Программы АМ различаются объемом и статьями финансовой поддержки со стороны организатора программы. По условиям программ их участникам могут полностью или частично оплачиваться: обучение в принимающем вузе, ежемесячная стипендия, проезд до принимающего университета, медицинская страховка, участие в научных конференциях. Размер ежемесячных стипендий варьируется от условий программы и типов участников.

Так стипендии по студенческим программам: ЕМА2 MULTIC составляет 1000 евро в месяц, Georgius Agricola – 450 евро в месяц. Размер привлеченных стипендий для участников программ АМ на факультете ИРТ (УГАТУ) увеличивается с каждым годом, в 2007 г. он составил 0,4032 млн руб., в 2011 г – 18,774 млн руб.

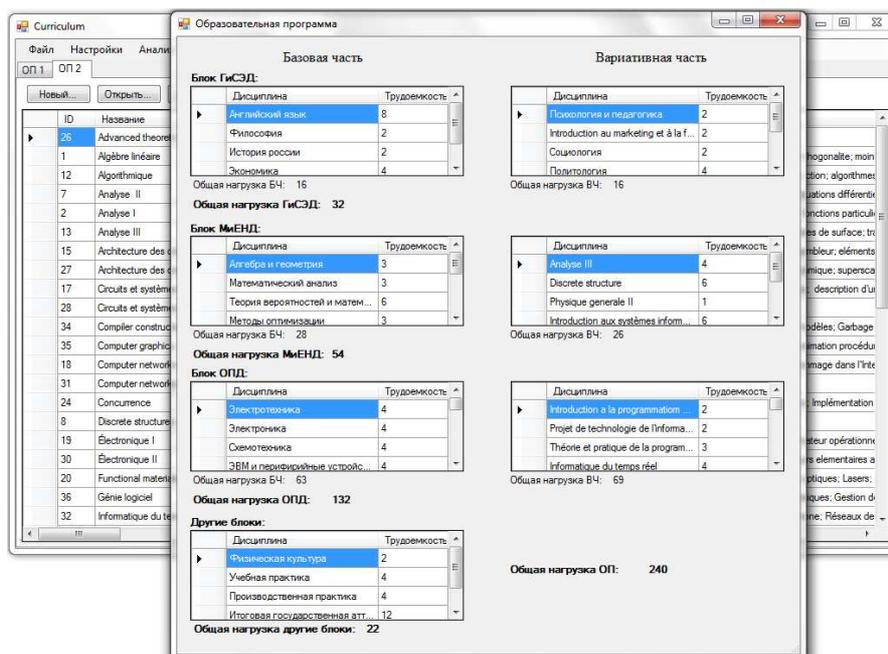


Рис. 3. Интерфейс модуля планирования образовательного маршрута с учетом обучения по программам двойных дипломов

Социальный эффект программ АМ заключается в улучшении языковой подготовки участников, развитии связей между университетами, создании положительного образа УГАТУ у зарубежных партнеров, развитием ААС вуза, а также в том, что все участники по возвращении в УГАТУ успешно проходят процедуру признания результатов, полученных в принимающем вузе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье предложено планировать ОМ с учетом ключевых факторов и профессиональных образовательных потребностей обучающегося. Выявлены основные информационные источники, отражающие ключевые факторы (требования рынка труда и участие в программах АМ): аналитические отчеты о перспективных направлениях ИТ-технологий, статистические данные о структуре рынка труда в области ИТ, информация о программах АМ; о принимающих вузах, ОП принимающих вузов.

Принятие решений при управлении образовательным маршрутом осуществляется с использованием моделей представления знаний и алгоритмического обеспечения, положенных в основу разработки системы поддержки принятия решений. Сопоставление двух объектов по качественным признакам проводится с использованием меры сходства Жаккара.

Предложенный подход управления образовательным маршрутом с учетом ключевых факторов на основе интеллектуальных технологий позволяет:

- разрабатывать образовательные маршруты, отвечающие требованиям рынка труда, профессиональным образовательным потребностям обучающихся;
- своевременно реагировать как на изменение внешней среды (в виде новых нормативных документов), так и на изменения внутренних факторов), корректируя образовательный маршрут;
- проводить консультирование обучающихся и персонала;
- повысить качество принимаемых решений за счет достоверной информации.

Результаты, приведенные в статье, относятся к завершенной части исследований в рамках научно-исследовательской работы по теме «Исследование интеллектуальных технологий поддержки принятия решений и управления для сложных социально-экономических объектов».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Воробьева С. В.** Теоретические основы дифференциации образовательных программ: автореф. дисс. ... д-ра пед. наук, СПб., 1999.
2. **Лоренц В. В.** Проектирование индивидуального-образовательного маршрута как условие подго-

товки будущего учителя к профессиональной деятельности: автореф. дисс. ... канд. пед. наук. Омск, 2001.

3. **Сметанина О. Н.** Alumni-ассоциации как дополнительный ресурс для поддержки академической мобильности // *Современные проблемы науки и образования*. 2011. № 6.

4. **Гузаиров М. Б., Юсупова Н. И., Сметанина О. Н.** Информационное и математическое обеспечение в системе поддержки принятия решений при управлении процессом разработки образовательной программы. М.: Машиностроение, 2011. 247 с.

5. **Козырева В. А.** Поддержка принятия решений при управлении академической мобильности: автореф. дис. канд. техн. наук. Уфа, 2011. 18 с.

6. Поддержка принятия решений при управлении академической мобильностью / М.Б. Гузаиров

[и др.] // *Системы управления и информационные технологии*. 2011. № 3.1. С. 131–136.

7. **Сметанина О. Н., Маркелова А. В., Козырева В. А.** Модели управления процессом реализации академической мобильности в вузе // *Вестник НГУ: науч. журн. Новосибирск. гос. ун-та*. 2011. Т. 9, № 2. С. 55–66.

8. Долгосрочный технологический прогноз Российский IT Foresight [Электронный ресурс] (http://www.apkit.ru/files/IT_foresight).

ОБ АВТОРЕ

Сметанина Ольга Николаевна, доц. каф. вычислительн. математики и кибернетики. Дипл. специалист по автоматизации процессов обработки и выдачи информации (УАИ, 1985). Канд. техн. наук по АСУ (УГАТУ 1999). Иссл. в обл. систем поддержки принятия решений в соц. и эконом. системах.