

УДК 004.94 : 004.89 : 378.1 : 338.2

Мультиагентная информационная технология поддержки управления качеством высшего образования

А.В. Маслобоев, В.В. Быстров, А.В. Горохов

Институт информатики и математического моделирования технологических процессов КНЦ РАН

Аннотация. В статье представлены результаты исследований в области создания и развития информационных технологий управления качеством образования в контексте решения задач обеспечения глобальной безопасности регионального развития. Разработана мультиагентная информационная технология поддержки управления качеством высшего образования. Критерием качества является уровень усвоения студентом каждой дисциплины учебного плана. Технология обеспечивает возможность построения и исследования различных сценариев образовательной деятельности вуза на основе агентного имитационного моделирования.

Abstract. The paper represents research in the field of information technologies development and design for education quality management support in the context of regional development global safety problems. A multi-agent information technology for higher education quality management information support has been developed. As a quality criterion the mastering level of each discipline of curriculum by the students has been proposed. The technology provides the possibility to design and research different scenarios of the educational activities of higher education institutions on basis of agent-based simulation.

Ключевые слова: когнитивные информационные технологии, управление, качество, образование, информационная поддержка, имитационное моделирование, системная динамика, мультиагентные системы

Key words: cognitive information technologies, management, quality, education, information support, simulation, system dynamics, multi-agent systems

1. Введение

Развитие и поддержание интеллектуального потенциала региона – ключ к обеспечению комплексной безопасности регионального развития. В связи с этим, актуальной представляется задача разработки и развития когнитивных методов и средств информационной поддержки научно-образовательной деятельности и кадровой политики в регионе, что в перспективе позволит обеспечить экономический рост, социальную стабильность, выход на новый технологический уровень. Для решения данной задачи в рамках проводимых исследований по темам научно-исследовательских работ Института информатики и математического моделирования технологических процессов КНЦ РАН: "Когнитивные информационные технологии для информационно-аналитической поддержки управления безопасностью развития арктических регионов Российской Федерации (на примере Мурманской области)" (гос. рег. № 01201151895) и "Модели и технологии комплексного информационного обеспечения социально-экономического развития арктических регионов Российской Федерации" (гос. рег. № 01201153383), предполагающих создание методов и средств поддержки управления глобальной безопасностью развития региона, были получены результаты по одной из ее составляющих, а именно по управлению качеством высшего образования и информационного сопровождения развития регионального научно-образовательного комплекса. В частности, разработана мультиагентная система управления качеством образования, обеспечивающая информационную поддержку развития научно-образовательного комплекса, и соответствующая информационная технология, предложены модели, методы и технологии оценки устойчивости образовательных процессов и управления финансовыми ресурсами научно-образовательного комплекса, создана онтология образовательной деятельности. В настоящей работе обсуждаются вопросы влияния качества образования на глобальную безопасность развития региона, рассматриваются подходы к информационной поддержке управления качеством образования на основе мультиагентных технологий (Маслобоев, Путилов, 2011) и имитационного моделирования (Олейник, Лексиков, 2008).

2. Качество образования в контексте глобальной безопасности

На сегодняшний день основополагающим ресурсом для любого производства или организации вне зависимости от сферы деятельности являются люди. В большинстве случаев персонал играет очень важную роль в развитии предприятия, его стабильности и конкурентоспособности в условиях

современных рыночных отношений. Однако, работодателем к работнику предъявляются все более обширные требования, затрагивающие, кроме умения на высоком профессиональном уровне выполнять свои прямые трудовые обязанности, еще и владение современными информационными технологиями. Таким образом, для стабильного развития экономики региона необходимо соответствующее кадровое обеспечение. За подготовку кадров в первую очередь отвечает система образования. Среднее специальное и высшее образование направлено на привитие будущим работникам актуальных профессиональных навыков и знаний, умение их применить в реальных ситуациях на производстве. В связи с этим необходимо уделять внимание вопросам оценки качества системы высшего образования, так как качество выпускников учебных заведений определяется качеством организации учебного и сопутствующих ему процессов.

В Институте информатики и математического моделирования технологических процессов КНЦ РАН разработана мультиагентная система поддержки принятия решений в области управления качеством образования научно-образовательного комплекса. Отметим, что одним из бурно развивающихся в последние годы направлений работ в области качества образования в России является менеджмент качества. Употребление этого термина обязано семейству международных стандартов ISO 9000, которые декларируют основные принципы построения систем качества. Менеджмент качества в основном базируется на документации, в которой описываются все процессы и процедуры, а также действия участников процессов для достижения требуемого уровня качества. По современной версии стандарта ISO-9001 система качества образования трактуется как система менеджмента качества, которая состоит из трех подсистем: система управления качеством, система обеспечения качества и система подтверждения качества (Соловьев и др., 2009). В контексте стандарта ISO 9001 разработанную мультиагентную систему можно рассматривать как средство для решения задач управления качеством. Данная мультиагентная система представляет собой имитационную модель, реализованную средствами агентного моделирования (Карпов, 2005), и комплекс программ, осуществляющих поддержку принятия решения (рис. 1). Управление качеством осуществляется на основе имитационного моделирования за счет проигрывания различных сценариев организации учебного процесса в научно-образовательном комплексе.

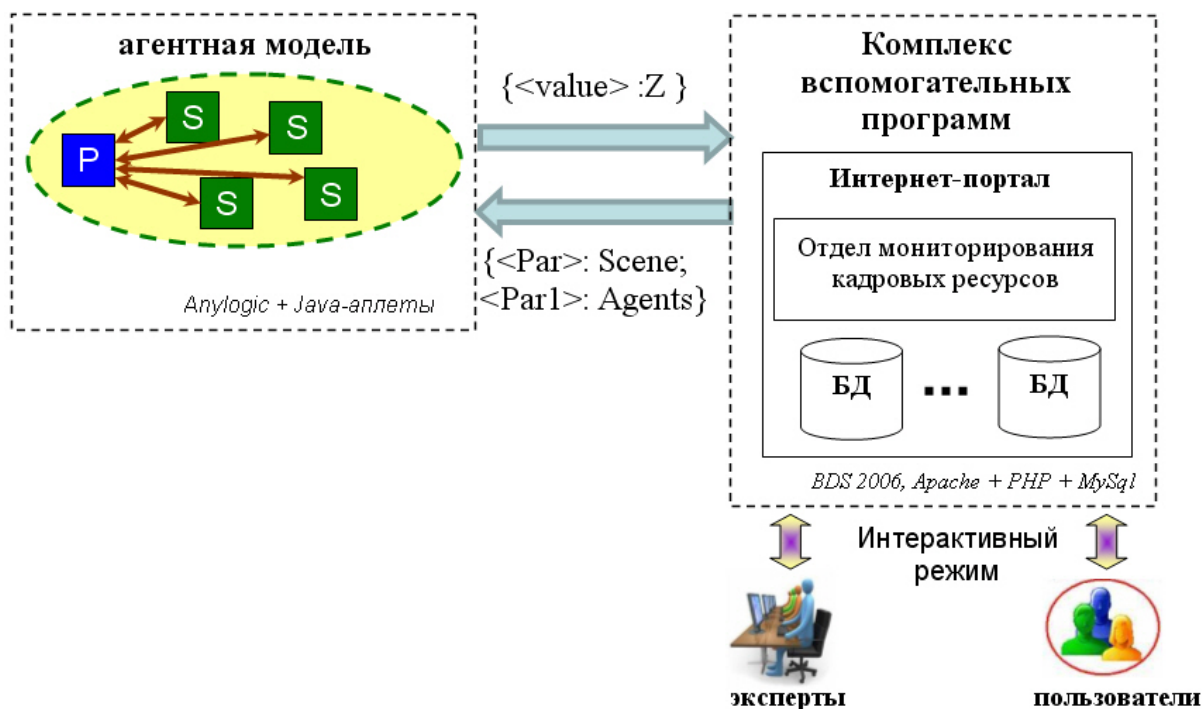


Рис. 1. Структура мультиагентной системы управления качеством образования

Модель разработана в среде имитационного моделирования Anylogic v.5.0 (Карпов, 2005). Выделены два типа активных сущностей – "студент" и "преподаватель" и три типа сцен: аудиторное занятие, внеаудиторное занятие, научно-исследовательская деятельность. Каждый тип агента и сцены параметризован и определен набор основных свойств и характеристик. Для каждой характеристики определен тип и диапазон допустимых значений. Для обработки реальных данных о студентах и

преподавателях разработан комплекс приложений, который выполняет следующие основные функции: хранение данные о лицах, принимающих участие в образовательном процессе; формирование данных для заполнения параметров имитационной модели управления качеством образования конкретными значениями; осуществление взаимодействия с мультиагентной моделью; обработка результатов имитации; формирование отчетов.

3. Имитационная модель управления качеством образования

Для оценки качества образования используются значения уровня усвоения знаний студентами по каждой дисциплине учебного плана согласно паспорту специальности. Для каждого студента имитируется уровень усвоения каждой дисциплины. Для имитации образовательных процессов используются агентные технологии (*Шишаев и др., 2007*). Выделено два типа агентов, имитирующих про-активные сущности, и один тип сцены. Сценами являются аудиторские занятия, на которых происходят действия агентов по передаче и получению знаний. Сцены имеют ряд параметров, которые могут влиять на эффективность действий агентов и, соответственно, на качество образования. Сцена "Аудиторские занятия" имеет следующие параметры: учебный план; лабораторная база; библиотека; качество аудиторий. Учебный план представляет собой набор дисциплин с проекцией на временную шкалу и связей между дисциплинами, отражающими степень их взаимного влияния с точки зрения усвоения. Набор отношений между дисциплинами является подмножеством декартова произведения набора дисциплин на себя. Лабораторная база определяется набором и качеством лабораторного оборудования. Библиотека определяется ассортиментом и количеством изданий для каждой группы дисциплин. Качество аудиторий определяется соответствием санитарным нормам и наличием мультимедийной техники.

Агентами реализуются про-активные сущности – преподаватель и студент. Количество агентов первого типа равно количеству преподавателей. Каждый агент параметризуется по данным конкретного преподавателя. Параметрами являются: квалификация; компетентность; опыт работы; профессиональные качества; личные качества. Квалификацию преподавателя определяет ученая степень. Профессионально-педагогическая компетентность содержит пять видов компетентности, значения каждого из которых определяются экспертными методами: специальная и профессиональная компетентность в области преподаваемой дисциплины; методическая компетентность в области способов формирования знаний, умений у студентов; социально-педагогическая компетентность в области процессов общения; дифференциально-психологическая компетентность в области мотивов, способностей, направлений учащихся; аутопсихологическая компетентность в области достоинств и недостатков собственной деятельности и личности. Опыт работы задается формально. Профессиональные и личные качества определяются с помощью анкетирования. Параметры преподавателей, влияющие на эффективность передачи знаний, являются управляющими относительно качества образования.

Количество агентов второго типа равно количеству студентов одного курса (взаимодействие между студентами разных курсов в модели не рассматривается). Каждый агент также параметризуется по данным конкретного студента и, кроме того, имеет набор параметров (уровень усвоения каждой дисциплины учебного плана), которые являются выходными и используются для оценки качества образования. Основными параметрами "студента" являются: базовые знания; уровень усвоения дисциплины; способности; мотивация; состояние здоровья. Базовые знания для студентов первого курса определяются по результатам ЕГЭ, далее учитываются значения параметра усвоения каждой дисциплины учебного плана. Способности определяются в процессе психодиагностического тестирования. Мотивация и состояние здоровья могут изменяться в процессе имитации.

Основными действиями агентов на сцене "аудиторские занятия" являются: передача знаний преподавателем; посещение занятий студентом; усвоение знаний студентом. На передачу знаний влияют такие параметры преподавателя как: квалификация; компетентность; опыт работы. Также влияют параметры сцены: лабораторная база; библиотека; качество аудиторий. На посещение занятий студентом влияют параметры преподавателя (личные качества и профессиональные качества), параметры сцены и параметры студента (мотивация, состояние здоровья). Кроме того, на посещение занятий студентом влияют внешние параметры модели: занятия физкультурой и спортом; бытовые условия; доступность развлечений. Ряд этих параметров влияет на состояние здоровья и мотивацию. На мотивацию также влияют внешние параметры: порог отчисления; стипендия и административные меры. На увеличение уровня знаний в первую очередь влияет посещение занятий. Также оказывает существенное влияние уровень усвоения дисциплин, связанных с данной дисциплиной, и базовые знания. Кроме того влияют параметры студента: мотивация; способности и состояние здоровья. А также оказывают влияние на уровень усвоения дисциплины параметры сцены: лабораторная база; библиотека; качество аудиторий.

Все вышеизложенные параметры можно представить в виде схемы, представленной на рис. 2.

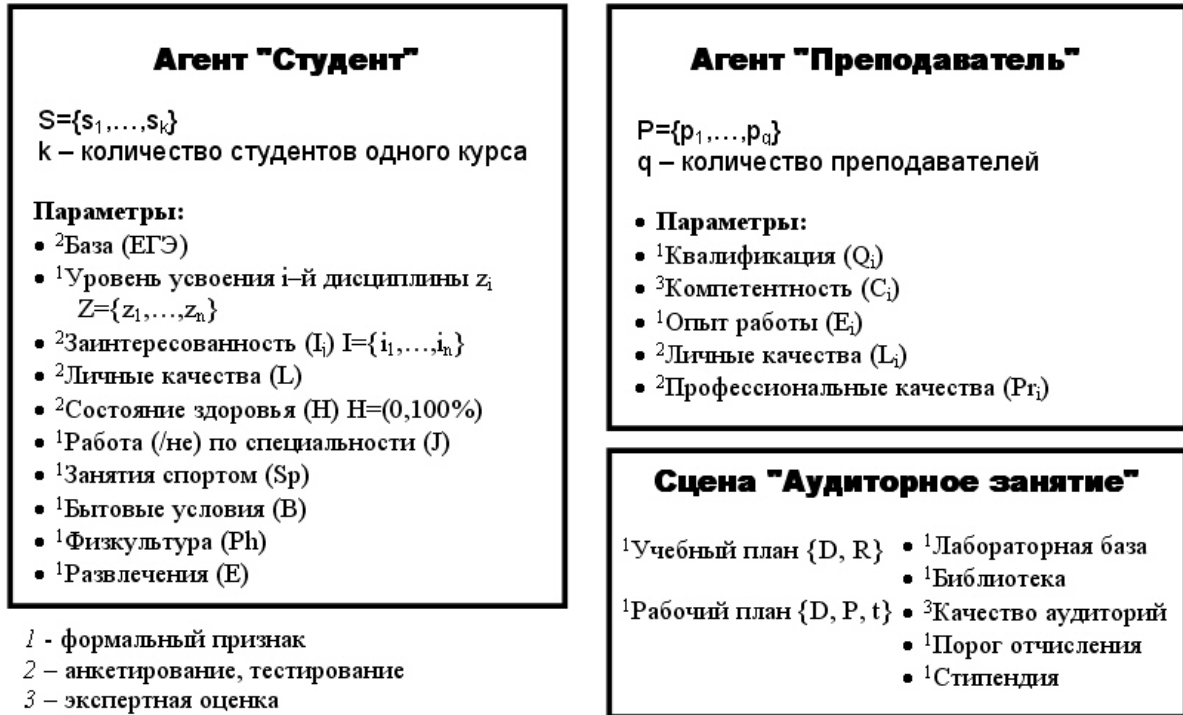


Рис. 2. Параметризация агентов модели

4. Применение мультиагентной технологии поддержки управления качеством образования

В ходе проведения исследований были выделены три основных направления использования имитационной модели для управления качеством образовательных услуг вуза и было предложено позиционировать их информационными технологиями управления.

1. *Прямая задача моделирования или непосредственно задача управления качеством образования*, основная идея которой заключается в том, чтобы на основе заданных параметров агентов и сцены получить уровень успеваемости в различных срезах.

Если представить модель в виде "черного ящика", то в качестве входных параметров задаются значения всех параметров каждого студента и преподавателя. На рис. 2 это представлено в виде множеств S и P , каждый из элементов которых обладает набором собственных параметров. Используемые ниже обозначения для описания элементов множеств S и P соответствуют предложенным на рис. 2 обозначениям.

$S = \{s_1, s_2, \dots, s_k\}$ – множество студентов, где каждого студента можно описать следующим множеством параметров:

$$s_i = \{Bas, I, L, H, J, Sp, B, Ph, E\},$$

где Bas – множество базовых оценок (в частности, вектор баллов ЕГЭ).

$P = \{p_1, p_2, \dots, p_q\}$ – множество преподавателей, где каждого преподавателя можно описать следующим множеством параметров:

$$p_i = \{Q_i, C_i, E_i, L_i, Pr_i\}.$$

$Z = \{z_{ij}\}$ – матрица усвоения, где $i = 1..k, j = 1..n, k$ – количество студентов, n – количество дисциплин, z_{ij} – уровень усвоения j дисциплины i студентом, измеряется по пятибалльной шкале.

В качестве внутренней составляющей модели берутся параметры сцены. На выходе модели получают матрицу усвоения, которая содержит информацию об уровне усвоения каждой дисциплины учебного плана каждым студентом. Выполняя различные срезы результатов многократной имитации, можно делать выводы о поведении образовательного процесса в целом. В качестве среза можно взять: усредненный уровень усвоения, средний уровень усвоения конкретной дисциплины, количество студентов, усвоивших конкретную дисциплину. Можно рассматривать результаты с точки зрения математической статистики, представляя уровни усвоения дисциплин в виде распределения некоторой случайной величины, и анализировать ее характеристики с помощью этого математического аппарата.

Возможные срезы успеваемости:

- усредненный уровень усвоения – $Z_{cp} = (1 / n \cdot k) \cdot \sum_{i=1, j=1}^{k, n} z_{ij}$;
- средний уровень усвоения дисциплины – $Z'_{cp} = (1 / k) \cdot \sum_{i=1}^k z_{ij}$;
- количество студентов, усвоивших j дисциплину, – $|S'_{yce}|$, где $S'_{yce} = \{s_i \in S \mid z_{ij} > z'_{lim}\}$.

Усредненный уровень усвоения является средним арифметическим значением уровня усвоения всех студентов по всем дисциплинам и может использоваться как показатель общей успеваемости группы студентов за определенный интервал времени. Средний уровень усвоения дисциплины показывает средний балл всех студентов, прошедших обучение по одной определенной дисциплине, а количество студентов, усвоивших дисциплины, вычисляется как количество элементов множества студентов, имеющих уровень усвоения дисциплины выше определенного порогового значения. Эти два среза могут использоваться в качестве возможных критериев качества работы преподавателя или организации учебного процесса.

Разработанную агентную модель можно использовать для управления качеством образования по следующему принципу.

На начальном этапе настраивается модель, т.е. берутся данные о реальных студентах и преподавателях, сцене и закладываются в качестве значений параметров. Осуществляется имитация (несколько имитаций). На выходе получают некоторый результат усвоения. Если он не устраивает, то начинают искать причину неудовлетворенности. Осуществляется это путем варьирования различных параметров агентов, т.е. рассматриваются различные ситуации по типу "Что будет? Если...". Возможны следующие варианты: дать различные категории студентов реальным преподавателям, или реальным студентам дать различные категории преподавателям. За счет таких вариаций выделяют факторы, который приводят либо к увеличению результата, либо к уменьшению, т.е. таким способом определяется, что нужно в вузе поменять, чтобы улучшить качество образования. Разработанная технология позволяет рассматривать различные сценарии, но наиболее интересными, по мнению авторов, являются следующие варианты:

- "хорошие студенты – реальные преподаватели";
- "плохие студенты – реальные преподаватели";
- "реальные студенты – плохие преподаватели";
- "реальные студенты – хорошие преподаватели".

Выделенные случаи ориентированы на моделирование ситуаций с образами реальных участников учебного процесса, а не абстрактных, что повышает практическую значимость выработки решений по внесению изменений в процесс обучения на основе имитации различных сценариев.

2. *Задача распределения приоритетов.* В этом случае студент настраивает под себя одного агента и смотрит полученные результаты моделирования, тем самым модель выступает в качестве средства распределения внимания студента между изучаемыми дисциплинами.

Идея похожа на первую задачу, но главное отличие заключается в том, что здесь настраивается лишь агент типа "студент" (подразумевается, что в качестве исследователя модели выступает сам студент). Основным параметр, который задается, – это вектор заинтересованности агента. Данный параметр показывает, какое внимание уделяет студент каждой дисциплине. На выходе модели получается вектор усвоения дисциплин. Анализируя этот вектор, студент видит, к чему привели заданные им параметры. При следующей имитации он может перераспределить внимание, тем самым пытаясь улучшить конечный результат.

3. *Обратная задача моделирования.* Здесь необходимо по заданным целевым значениям уровня усвоения найти значения параметров агента с учетом минимизации прикладываемых усилий.

Данная задача очень похожа на задачу динамического программирования. Сходство заключается в обратном времени решения задачи. В данном случае задается целевое значение уровня усвоения на выходе модели и задача определить возможные комбинации параметров, значения которых привели к этому целевому результату

Если ввести в рассмотрение некоторую функцию затрат или прилагаемых усилий, зависящую от матрицы успеваемости, то можно поставить различные оптимизационные задачи. Например, как достигнуть целевого множества, приложив к этому минимум затрат и усилий, или как достигнуть целевого состояния, получив максимум знаний, но при этом затратив минимум усилий.

5. Заключение

В ходе проведенных исследований были получены следующие основные результаты:

1. Выдвинуто предположение о взаимосвязи интеллектуального потенциала региона и качества образования с глобальной безопасностью региона.

2. Созданы имитационная модель управления качеством образования, реализованная средствами агентного моделирования, и комплекс программных приложений, осуществляющих поддержку принятия решения в сфере менеджмента качества образования.

3. Разработана мультиагентная информационная технология поддержки принятия решения в сфере управления качеством образовательных услуг регионального научно-образовательного комплекса. Технология позиционируется как средство поддержки принятия решений в сфере высшего образования.

Практическая и теоретическая значимость полученных результатов заключается в том, что они обеспечивают возможность решения основных типов задач управления такими сложными объектами информатизации, как региональный научно-образовательный комплекс и система высшего образования, а также развивают современные подходы к созданию средств информационной поддержки их функционирования на основе использования когнитивных информационных технологий, в частности технологий мультиагентных систем, и методов компьютерного моделирования. Полученные результаты исследований смогут найти широкое применение при реализации "Стратегии развития арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года" на территории Мурманской области.

Литература

- Карпов Ю.Г.** Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. СПб., БХВ-Петербург, 400 с., 2005.
- Маслобоев А.В., Путилов В.А.** Информационно-аналитическая поддержка управления безопасностью развития арктических регионов России: задачи, методы, технологии. *Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики*, № 3(73), с.143-145, 2011.
- Олейник А.Г., Лексиков А.Н.** Инструментальные средства интерактивного формирования имитационных моделей деятельности региональной системы профессионального образования. *Труды Института системного анализа РАН: Прикладные проблемы управления макросистемами. М., Книжный дом "ЛИБРОКОМ"*, т.39, с.267-276, 2008.
- Соловьев В.П., Кочетов А.И., Тишина Е.Ю., Плотникова Е.В.** Системы управления качеством образования в вузах. 2009. URL: www.misis.ru.
- Шишаев М.Г., Шемякин А.С., Маслобоев А.В.** Рекуррентная агентная модель продвижения новой образовательной услуги. *Системный анализ и информационные технологии САИТ-2007: Труды II междунар. конф. (10-14 сент. 2007 г., Обнинск). М., Изд-во ЛКИ*, т.1, с.285-287, 2007.