

Г.Ю. Маклаков, Г.Г. Маклакова

## Технология оценки качества информационно-коммуникационных сервисов в системах дистанционного обучения

Рассмотрены метод контроля качества телекоммуникационных услуг с позиции эффективности дистанционного обучения, а также модели и методы обеспечения информационно-коммуникационных сервисов в децентрализованных системах дистанционного обучения.

A method of the telecommunication services quality control from the position of the efficiency of the distance learning is considered as well as the methods and models of the information-communication services in the decentralized distance learning systems.

Розглянуто метод контролю якості телекомунікаційних послуг з позиції ефективності дистанційного навчання, а також моделі та методи забезпечення інформаційно-комунікаційних сервісів у децентралізованих системах дистанційного навчання.

**Введение.** В документах Болонской декларации отмечается, что одним из главнейших направлений совершенствования высшего образования есть развитие системы объективного контроля качества обучения, в частности – обеспечения качества высшего образования в соответствии с требованиями Европейской сети обеспечения качества [1]. Дистанционное обучение (ДО) – перспективное направление использования компьютерных технологий в образовании, при котором учебный процесс осуществляется с использованием современных информационных технологий при территориальной разобщенности преподавателя и студента. В связи с широким распространением такой формы обучения актуальна задача разработки адекватной системы оценки качества ДО. Несмотря на необходимость построения систем обучения в соответствии с международными стандартами и требованиями качества обучения, существующие показатели качества ДО не учитывают всех составляющих, влияющих на его эффективность.

### Постановка задачи и обоснование выбранного подхода

Один из путей создания эффективных систем ДО – использование его распределенных систем. Наиболее перспективное направление – использование децентрализованных распределенных систем ДО (ДРСДО), которые представляют собой *подмножество* распределенных систем [2–4]. ДРСДО это такая распределенная система ДО, в которой отсутствует единый строго определенный центр управления учебным контентом. Другими словами, ДРСДО – это со-

вокупность информационных, программных и коммуникационных средств, обеспечивающих рациональное распределение учебного контента и изменение конфигурации сети с целью повышения качества ДО.

Проанализировав существующие концепции ДО, можно сделать вывод, что проектировать системы контроля его качества необходимо с учетом дидактических, организационных и информационно-коммуникационных закономерностей. В связи с этим технологию оценки качества информационно-коммуникационных сервисов в системах ДО целесообразно рассматривать как совокупность составляющих: дидактической, организационной и информационно-коммуникационной.

Существующие показатели качества ДО не учитывают всех факторов, влияющих на эффективность ДО, в частности, не принимается во внимание такой существенный фактор, как качество информационно-коммуникационных сервисов. Поэтому в данной статье акцент будет сделан на технологию учета информационно-коммуникационной составляющей на качество ДО. Задача оценки качества ДО – плохо формализуема, к тому же обладает большой размерностью. Такая задача успешно может быть решена методами искусственного интеллекта, в частности, с помощью экспертной системы.

### Основные принципы расчета критерия качества образовательных услуг дистанционного обучения

Для практической реализации интеллектуальных систем контроля качества в ДРСДО

используем критерий качества образовательных услуг ДО [5].

Критерий качества образовательных услуг ( $F$ ) представим в виде:

$$F = k_1 F_d + k_2 F_{\text{org}} + k_3 F_{L\text{soft}} + k_4 F_{G\text{net}}, \quad (1)$$

где  $k_1, k_2, k_3, k_4$  – коэффициенты влияния отдельных факторов ( $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$ );  $F_d$  – дидактическая составляющая качества,  $F_d = \Psi_1(D_1, D_2, \dots, D_{n1})$ ;  $F_{\text{org}}$  – качество организационных мероприятий учебного заведения,  $F_{\text{org}} = \Psi_2(R_1, R_2, \dots, R_{n2})$ ;  $F_{L\text{soft}}$  – качество локального программного обеспечения,  $F_{L\text{soft}} = \Psi_3(S_1, S_2, \dots, S_{n3})$ ;  $n_1, n_2, n_3, n_4, n_5$  – количество факторов, составляющих критерия качества образовательных услуг;  $F_{G\text{net}}$  – оценка качества информационно-коммуникационных сервисов сети.

Качество информационно-коммуникационных сервисов сети  $F_{G\text{net}}$  представим:

$$F_{G\text{net}} = L_1 F_{Q\text{net}} + L_2 F_{Q\text{voip}} = \\ = L_1 \Psi_4(G_1, G_2, \dots, G_{n4}) + L_2 \Psi_5(V_1, V_2, \dots, V_{n5}),$$

где  $L_1, L_2$  – коэффициенты влияния отдельных факторов ( $L_1 + L_2 = 1$ );  $F_{Q\text{net}}$  – качество сети,  $L_1 \Psi_4(G_1, G_2, \dots, G_{n4})$ ;  $F_{Q\text{voip}}$  – качество передачи речи,  $\Psi_5(V_1, V_2, \dots, V_{n5})$ .

Тогда формула (1) критерия качества образовательных услуг  $F$  примет вид:

$$F = k_1 F_d + k_2 F_{\text{org}} + k_3 F_{L\text{soft}} + \\ + k_4 (L_1 F_{Q\text{net}} + L_2 F_{Q\text{voip}}) \quad (2)$$

Следует отметить, что формулы (1, 2) расчета критерия качества образовательных услуг  $F$  показаны в общем виде, т.е. пользователю предоставляется возможность самостоятельно выбирать перечень значимых факторов, определяющих уровень качества образовательных услуг ДО.

В данной статье для вычисления критерия качества образовательных услуг  $F$  приняты следующие допущения.

Для адекватного описания дидактической составляющей качества  $k_1 F_d$  достаточно использовать четыре параметра ( $n_1 = 4$ ): оценки качества содержания лекционного курса; практических и лабораторных работ; методических руководств по выполнению курсовых и дипломных проектов; системы тестирования.

Для адекватного описания составляющей качества «Организационные мероприятия учебного заведения»  $F_{\text{org}}$  достаточно использовать три параметра ( $n_2 = 3$ ): уровни эффективной поддержки и помощи от преподавателя, доступности преподавателя, доступности услуг ДО для студентов.

Оценку качества локальных программных средств учебного назначения предлагается проводить по следующим четырем параметрам ( $n_3 = 4$ ): наличие развитой системы помощи; надежность работы программного обеспечения системы поддержки ДО; интуитивно понятный интерфейс программного обеспечения системы ДО; соответствие программного обеспечения поддержки ДО международным стандартам, рекомендациям и указаниям Министерства образования и науки Украины.

Оценку качества телекоммуникационной сети предлагается проводить по следующим параметрам ( $n_4 = 4$ ): максимальная пропускная способность, задержка передачи пакета через сеть Интернет (промежуток времени, требуемый для передачи пакета через сеть), вариация задержки передачи пакета (изменение задержки пакетов потока в течение сеанса связи), коэффициент потери пакетов (доля пакетов, потерянных во время сеанса связи при передаче через сеть).

Оценку качества передачи речи в режиме *VOIP (Voice Over IP)* в сети Интернет предлагается проводить по следующим параметрам ( $n_5 = 4$ ): слышимость собственной речи, громкость речи, возможность пользователя связываться и разговаривать с другим пользователем в реальном времени, чистота и тональность речи.

Поддержку принятия решений по обеспечению качества информационно-коммуникационных сервисов РСДО предлагается осуществлять с использованием ситуационного управления. В основу функционирования системы поддержки принятия решений управления «ситуация–действие» РСДО положен принцип определения по системе продукций, необходимых при данной входной ситуации управляющих воздействий, обеспечивающих требуемое качество услуг [6].

## Основные принципы организации системы анализа и контроля качества телекоммуникационных услуг в ДРСДО

В основу архитектуры ДРСДО положены идеи, представленные в работах [2, 3]. На рис. 1 изображена функциональная схема ДРСДО. Рассмотрим особенности архитектуры этой системы, позволяющей осуществить контроль качества телекоммуникационных услуг при дистанционной форме обучения.

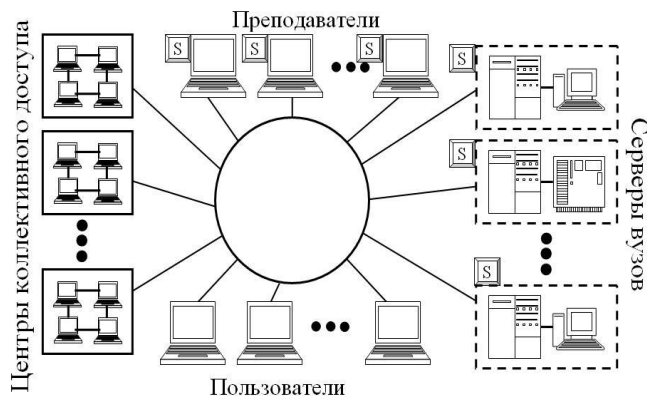


Рис. 1

Блоки «Преподаватели» отражают тот факт, что преподаватели могут находиться не в одном определенном месте, как при классической схеме ДО (например, в каком-то определенном вузе), а в разных точках города, региона, государства, континента; как в учебном заведении, так и дома.

Блоки «Пользователи» отражают возможность связи с отдельным пользователем по сети Интернет, причем предполагается, что пользователь работает у себя дома. Если у участника ДРСДО нет возможности работать индивидуально дома за компьютером, он может подключаться к ДРСДО и выполнять соответствующие задания в центрах коллективного доступа. Роль таких центров могут выполнять, например, компьютерные клубы или учебные заведения (школы, институты и др.), где студент арендует компьютерное время.

Блоки «Серверы вузов» отражают возможность создания локальных серверов в определенных учебных заведениях, обладающих требуемыми вычислительными ресурсами, например виртуальной лабораторией, для доступа к

уникальному промышленному оборудованию, которым располагает данный вуз.

Блок «Супервайзер ДО» – это автоматизированная система ситуационного управления, позволяющая осуществлять поддержку принятия решений по обеспечению предоставления услуг ДО необходимого качества в ДРСДО, а также выполнять анализ и прогнозирование значения критерия качества предоставляемых образовательных услуг.

Фактически супервайзер (блок «S», см. рис. 1) представляет собой программный комплекс, координирующий распределение ресурсов ДРСДО для обеспечения необходимого качества телекоммуникационных услуг и автоматического поддержания эффективной работы системы ДО. При этом он, при необходимости, изменяет структуру сети, в зависимости от количества запросов пользователей и наличия свободных преподавателей, с учетом обеспечения необходимого качества ДО.

Поддержку принятия решений по обеспечению качества информационно-коммуникационных сервисов ДРСДО предлагается осуществлять с использованием ситуационного управления. В основу функционирования системы поддержки принятия решений управления «ситуация–действие» ДРСДО положен принцип определения по системе продукций, необходимых при данной входной ситуации управляющих воздействий, обеспечивающих требуемое качество услуг [6].

Производственная система представления знаний формируется так, чтобы поставить в соответствие каждой ситуации  $S_i$  из определенного набора ситуаций  $S_s$ , характеризующего все возможные состояния объекта управления, некоторое управляющее решение  $R_i$  ( $i, j, s = 1 \dots N$ ). Таким образом формируется эталонный набор ситуаций  $S_s$  ( $S_s = \{S_1, S_2, \dots, S_N\}$ ). Принято допущение: пусть множество  $S_s$  полно и ситуация  $S_i$  существует для любой входной ситуации  $S_0$ . Тогда управляющее решение, которое необходимо принимать при входной ситуации  $S_0$ , определяется ситуацией  $S_i \in S_s$ , в наиболее близкой к ситуации  $S_0$ . В качестве языка описания ситуаций принято правило продукции вида

$I; Q; P; U; AB; N,$

где  $I$  – имя продукции;  $Q$  – сфера ее применения;  $P$  – предусловие;  $U$  – условие;  $AB$  – ядро продукции;  $N$  – постусловие.

Процедура ситуационного управления реализована на основе экспертной системы с использованием нечеткой логики по типовой схеме.

Используя правила нечетких продукций из базы знаний и необходимые константы из базы данных, блок нечеткого вывода ЭС реализует нечеткий вывод заключений на основе посылок или условий, представленных в форме нечетких лингвистических высказываний. Правила продукций, сгруппированы в два класса: Правила, которые формируются в виде параметров компьютерной сети и на основе экспертной информации. Например:

Правило 5: ЕСЛИ 100 мск < «Задержка доставки пакета  $IP$ » < 400 мск И «Вариация задержки пакета  $IP$ » < 50 мск И «Коэффициент потери пакетов  $IP$ » <  $1 \cdot 10^{-3}$  И «Коэффициент ошибок пакетов  $IP$ » <  $1 \cdot 10^{-4}$  ТО «Класс сети 1, возможно использовать приложения реального времени, видеоконференции»;

Правило 23: ЕСЛИ «Класс сети 2» И «Преподаватель 1 недоступен» > 5 мин ТО «Консультацию проводит преподаватель 2» с  $K_{ver} = 0,7$  ИЛИ «Консультацию проводит преподаватель 3» с  $K_{ver} = 0,3$ .

В качестве примера можно привести некоторые используемые лингвистические переменные: «Уровень чувствительности к сетевой характеристике «полоса пропускания» = {«Очень низкий», «Низкий», «Средний», «Высокий»}; «Качество образовательных услуг ДО» = {«Очень высокое (A)», «Высокое (B)», «Хорошее (C)», «Удовлетворительное (D)», «Допустимое (E)», «Неудовлетворительное с возможностью коррекции существующей системы ДО (FX)», «Неудовлетворительное с обязательным полным изменением структуры ДО (F)»}.

### **Особенности моделирования составляющих качества услуг телекоммуникационной сети**

Присутствие неопределенности в процессе принятия решений при совершенствовании ка-

чества ДО не позволяет точно оценить роль всех факторов, влияющих на качество процесса обучения. Неопределенность может возникать вследствие: неполного понимания преподавателем особенностей ДО; неполных знаний о принципах организации ДО на основе новых информационных технологий; неполная достоверность исходных данных для принятия решений по управлению ДРСДО. Процесс принятия решений зависит от многих случайных факторов (изменение параметров сети: время задержки пакетов, зависимость производительности телекоммуникационной сети от количества запросов пользователей и др.); загрузка преподавателя (тьютора); разный уровень подготовки студентов и пр. Процесс принятия решения при оценке качества ДО осложняется еще и тем, что в настоящее время отсутствуют четко определенные критерии и алгоритмы оценки качества ДО. Для моделирования таких ситуаций, содержащих неопределенность, целесообразно использовать байесовские сети доверия (БСД) – *Bayesian Belief Network*.

Для автоматизации работы с БСД использовали программу «*Netica*», разработанную фирмой *Norsys Software Corp.* (Канада). Выбор программы обусловлен ее широкими возможностями, в частности, использованием для работы не только с вероятностными параметрами, но и с лингвистическими переменными. К недостаткам программы (точнее ее бесплатной версии) относится то, что возможно моделировать БСД с числом узлов не более 15. В частности, это определило необходимость проводить моделирование составляющих оценки качества ДО по отдельным компонентам, разбивая семантические сети на фрагменты с числом узлов не более 15.

Для построения конкретной БСД использованы построенные ранее модели, представленные в виде семантической сети. В качестве примера на рис. 2 представлена семантическая сеть качества телекоммуникационных услуг, а на рис. 3 – пример ее моделирования в программе «*Netica*».

## Пути совершенствования ДРСДО

Совершенствование ДРСДО должно осуществляться путем широкого внедрения мультимедийных технологий, основанных на применении IP-телефонии. Для систем такого класса целесообразно использовать термин «мультимедийные обучающие среды» (МОС) [7]. В первом приближении МОС можно представить как электронный учебник с широким использованием мультимедийных технологий, предусматривающий общение (голосовое, видео) с преподавателем на основе программ класса *Skypn*.

Задача МОС – реализовать лично-ориентированный подход на основе современных информационно-коммуникационных технология. Как известно, лично-ориентированный подход основывается на учете индивидуальных особенностей студентов, которые рассматриваются как личности, имеющие свои характерные черты, склонности и интересы.

Обучение с помощью МОС в соответствии с этим подходом предполагает:

- самостоятельность обучаемых в процессе обучения, что выражается в определении целей и задач курса обучаемыми, в выборе предпочтительных для них приемов, а также в совместной с преподавателем корректировки программы обучения;
- опору на имеющиеся знания студентов в различных областях;
- учет социокультурных особенностей студентов и их образа

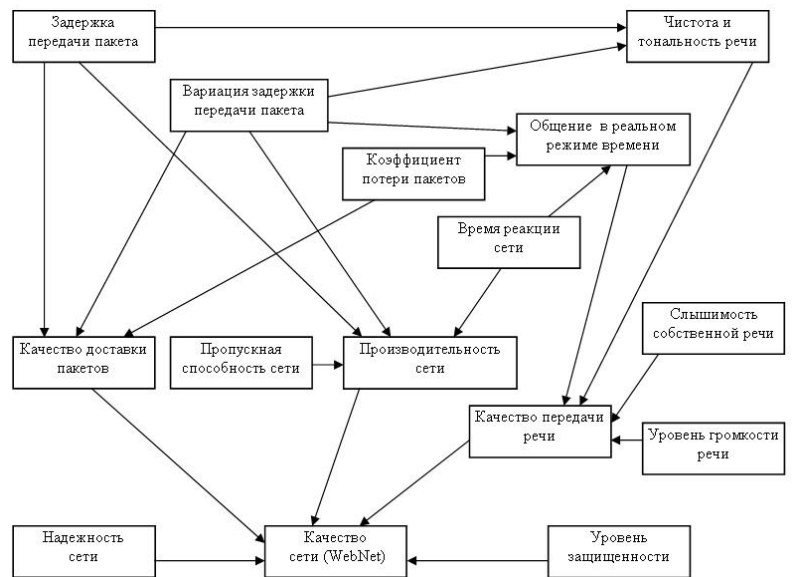


Рис. 2

жизни, поощрение стремления быть «самим собой»;

- учет эмоционального состояния студентов, а также их морально-этических и нравственных ценностей;
- целенаправленное формирование учебных умений, соответствующих характерным для того или иного студента учебным стратегиям;

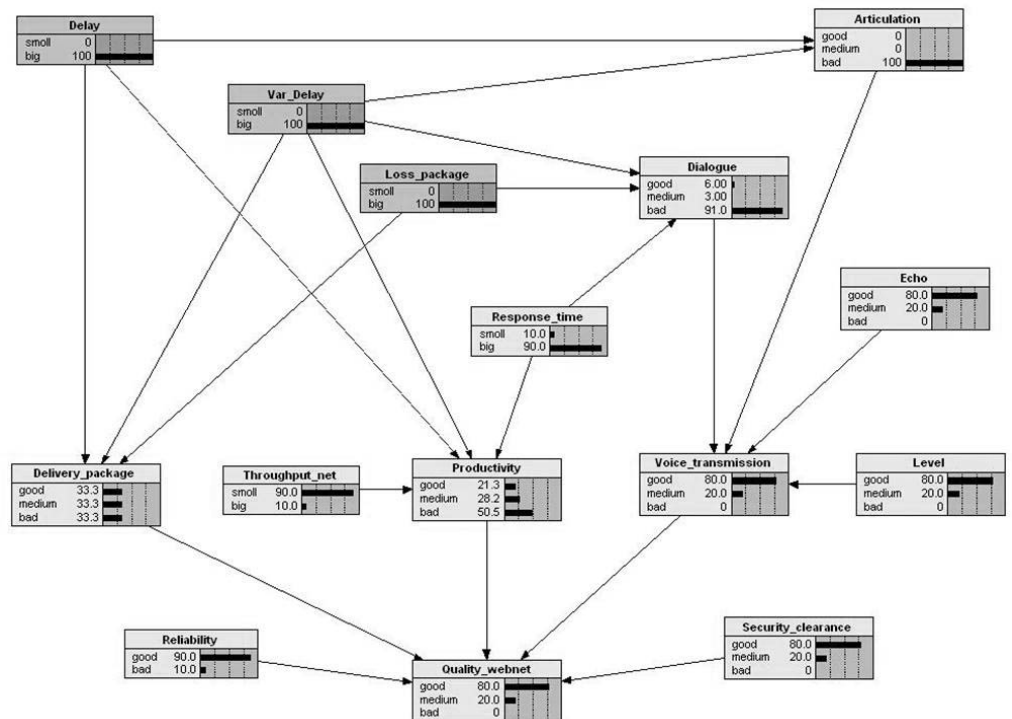


Рис. 3

- перераспределение ролей студента и преподавателя в учебном процессе: ограничение ведущей роли преподавателя, присвоение ему функций помощника, консультанта, советника.

В связи с изложенным, при создании МОС целесообразно руководствоваться следующими принципами:

- распределенности учебного материала,
- интерактивности учебного материала,
- интерактивного мультимедийного представления учебной информации,
- адаптивности к личностным особенностям обучаемого.

**Принцип распределенности учебного материала.** Создавая МОС, необходимо учитывать, что обучение, основанное на компьютерных технологиях, в значительной степени базируется на технической инфраструктуре: компьютере (как инструменте для размещения и представления учебной информации) и компьютерных сетях (как средстве доступа к ней). Таким образом информационные учебные ресурсы могут быть разделены на две группы: находящиеся непосредственно у обучаемого (локальные компоненты) и размещаемые на компьютерах учебного центра (сетевые компоненты). Способ размещения информации выдвигает определенные требования к технологиям создания ресурсов и доступа к ним.

**Принцип интерактивности учебного материала** следует учитывать при разработке учебно-методического обеспечения ДО.

**Принцип интерактивного мультимедийного представления учебной информации.** Интерактивный мультимедиа курс дает возможность интегрировать различные среды представления информации – текст, статическую и динамическую графику, видео- и аудиозаписи в единый комплекс, позволяющий обучаемому стать активным участником учебного процесса, поскольку выдача информации происходит в ответ на соответствующие его действия. Использование мультимедиа позволяет в максимальной степени учесть индивидуальные особенности восприятия информации, что чрезвычайно существенно при опосредованной ком-

пьютером передаче учебной информации от преподавателя студенту.

**Принцип адаптивности к личностным особенностям обучаемого.** Полноценное применение компьютеризованных технологий требует серьезной проработки проблемы взаимодействия человека и технических средств. По сути, речь идет о формировании биотехнической системы, в которой некоторым образом распределены управляемые информационные потоки. Сложность такого комплекса при неоптимальном использовании психофизиологических возможностей обучаемого может быть чрезмерной. Это приводит, как показывает практика, к низкой эффективности процесса обучения. Объем информации, предлагаемый обучающимся за определенный промежуток времени, сильно варьируется в зависимости от их индивидуальных особенностей. Существует целый ряд формальных приемов, позволяющих выяснить уровень знаний, однако опытные преподаватели «интуитивно» чувствуют настроение аудитории, ее контактность, готовность к восприятию материала и соответственно корректируют ход занятия. В этом – одна из проблем автоматизированных обучающих систем – отсутствие обратной связи, компьютер не может чувствовать эмоциональное состояние человека. Ситуация обостряется еще и тем, что восприятие новой информации имеет несколько фаз. Доза информации, перерабатываемая организмом за фиксированный промежуток времени, образует информационную нагрузку. Положительное или отрицательное воздействие на организм данной ему нагрузки зависит от соотношения ориентировочных и защитных реакций. Информационная нагрузка считается положительной, если, вызывая ориентировочные реакции, она в минимальной степени затрагивает оборонительный рефлекс. Очевидно, что достичь высокой эффективности процесса обучения можно только в том случае, когда не возникает информационной перегрузки. Таким образом этот принцип показывает решение основной проблемы на пути оптимизации обучения с учетом сохранности и развития адапционных резервов – оценка и коррекция со-

стояния человека в процессе получения новых знаний.

На основе изложенного подхода совместно с лабораторией новых информационных педагогических технологий Шуменского университета «Епископ Константин Преславски» (Болгария) разработана методика создания таких МОС [7]. Создан демонстрационный прототип МОС по обучению русских студентов болгарскому языку. МОС, в частности, предусматривает аудио- и видеообщение с носителями языка, что существенно повышает эффективность обучения. Как показала опытная эксплуатация МОС, эффективность усвоения учебного материала значительно повышается благодаря рациональному сочетанию различных форм подачи учебного материала (аудио и видео) и возможности самопроверки, что в значительной мере снимает психологическое напряжение обучаемого.

**Заключение.** Проблему оценки качества информационно-коммуникационных сервисов в ДРС ДО необходимо решать комплексно, учитывая при этом дидактическую, организационную и информационно-коммуникационную составляющие.

Для исследования факторов, влияющих на качество ДО, целесообразно использовать байесовские сети доверия. Такой подход имеет ряд преимуществ.

Первое – сети Байеса могут быть использованы для выявления причинно-следственных зависимостей и, следовательно, для более точного понимания проблем, связанных с конкретной предметной областью (в данном случае – выявление скрытых резервов повышения качества работы вуза).

Второе – модель имеет как причинно-следственную, так и вероятностную семантику, следовательно, она является хорошим средством для совместного представления экспертных знаний и статистических данных.

Третье – на основе Байесовских сетей доверия возможно построение достаточно эффективного алгоритма анализа качества системы обучения в целом.

Рассмотренные методы обеспечения качества информационно-коммуникационных сервисов в системах ДО прошли апробацию в Севастопольском городском гуманитарном университете и в техническом университете Варны (Болгария).

1. *Болонський процес у фактах і документах* (Сорбона–Болонья–Саламанка–Прага–Берлін). – Тернопіль: Вид-во ТДПУ ім. В. Гнатюка, 2003. – 52 с.
2. *Маклаков Г.Ю., Кожжаев Е.А., Маклакова Г.Г.* Модель оценки качества дистанционного обучения. – Материалы III междунар. конф. «Стратегия качества в промышленности и образовании». 1–8 июня 2007 года, Варна, Болгария. Т. 2. – Варна: Техн. ун-т, 2007. – С. 560–563.
3. *Маклакова Г.Г.* Основные принципы создания распределенной системы дистанционного обучения на базе виртуальной среды // УСиМ. – 2008. – № 1. – С. 76–83.
4. *Маклакова Г.Г.* Особенности построения системы мониторинга качества подготовки специалистов в учебном заведении // Материалы от научна практическа конференцията «Руската наука, образование и култура в съвремения свят». 01.10. 2008 г. – Стара Загора. България: Тракийски ун-т. – 2008. – С. 186–192.
5. *Маклакова Г.Г.* Методика расчета критерия качества образовательных услуг в децентрализованных системах дистанционного обучения // Материалы V-й междунар. конф. «Стратегии качества в промышленности и образовании». Т. 2, 6–13 июня 2009 года. Варна: Гипопром, Днепропетровск–Варна. – 2009. – С. 806–807.
6. *Поспелов Д.А.* Ситуационное управление: Теория и практика. – М.: Наука, 1986. – 288 с.
7. *Лингвометодически аспекти на чуждоезиковото обучение с използване на нови информационни технологии* / Т. Чалькова, Г. Маклаков, Е. Стоянова и др. – Шумен: Епископ Константин Преславски, 2009. – С. 180.

*E-mail: gm77746@mail.ru*

© Г.Ю. Маклаков, Г.Г. Маклакова, 2010