

*Г.Ю. Маклаков, д.т.н.*

*(Государственная летная академия Украины, Украина)*

*Г.Г. Маклакова, к.т.н.*

*(Морской гидрофизический институт НАН Украины, Украина)*

## **МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕРВИСОВ В ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМАХ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ АВИАЦИОННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ**

*Рассмотрены особенности структуры децентрализованной распределенной системы дистанционного обучения (ДРСДО) профессиональной подготовки авиационных специалистов. Описывается принцип построения интеллектуальной системы (ИС) контроля качества информационно-коммуникационных сервисов в ДРСДО. Рассмотрена структура базы знаний ИС.*

В целях совершенствования системы профессиональной подготовки авиационных специалистов все большее число образовательных учреждений гражданской авиации и авиационных учебных центров с успехом используют дистанционные образовательные технологии. Основная цель использования таких технологий - предоставление обучающимся возможности освоения учебных программ непосредственно по месту его жительства (работы) на основе современных информационных педагогических технологий при соблюдении ответственности образовательных учреждений за качество подготовки авиационных специалистов.

Задача обеспечения качества обучения является центральной во всех развитых странах. В связи с широким внедрением в учебный процесс дистанционной формы обучения актуальной задачей является разработка адекватной системы оценки качества дистанционного обучения (ДО). Особую важность эта проблема приобретает при использовании технологий ДО применительно к подготовке авиационных специалистов. Традиционные схемы ДО имеют существенный недостаток – при плохой работе сервера существенно ухудшается качество обучения, а при остановке сервера – сам процесс ДО прекращается. Таким образом, при возникновении сбоев в телекоммуникационной среде, качество дистанционного обучения сильно уменьшается.

Прогрессивное направление повышения эффективности удаленного обучения – использование децентрализованной распределенной системы ДО (ДРСДО), представляющей собой виртуальную среду, технически реализованную на принципах децентрализации информационных ресурсов [1-3]. Суть такого подхода состоит в том, что структура сети динамически изменяется в зависимости от количества запросов пользователей и наличия свободных преподавателей. Кроме центрального сервера, предусматривается возможность использования локальных серверов в определенных учебных заведениях. Таким образом, появляется возможность рационально использовать оборудование учебных заведений для организации виртуальных лабораторий, в частности, позволяющих студентам удаленно работать на тренажерах.

Недостатком существующих методов оценки качества ДО является отсутствие учета показателей качества телекоммуникационной сети. Для выполнения функций ДО распределенная система должна не только предоставлять пользователю необходимые услуги, но и обеспечить их должное качество - «качество обслуживания» (Quality of Service, QoS). Среди стандартов, посвященных качеству обслуживания в электросвязи, ведущее место занимает Рекомендация МСЭ E.800 [4, 5]. В ней качество обслуживания определяется как "суммарный эффект рабочих характеристик обслуживания, который определяет степень удовлетворенности пользователя данной службой". Именно такой формулировки качества и будем придерживаться в данной работе. Следует отметить, что управление QoS является плохо формализуемой нетривиальной задачей, особенно в ситуации, когда необходимо конфигурирование большого числа очередей на каждом удаленном компьютере и выполнении требований, определяемых пользователем.

Рассмотрим основные принципы организации системы анализа и контроля качества телекоммуникационных сервисов в ДРСДО. В основу архитектуры ДРСДО положены идеи, представленные в работе [3]. На рисунке 1 изображена структурная схема ДРСДО.

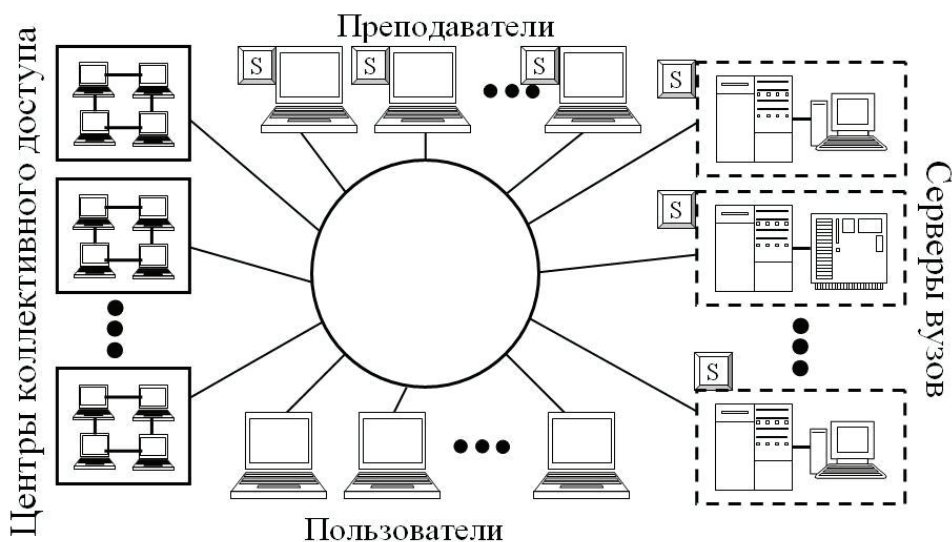


Рис.1 Структурная схема ДРСДО.

Рассмотрим особенности архитектуры РСДО, позволяющей осуществить контроль качества телекоммуникационных услуг при дистанционной форме обучения.

Блоки «Преподаватели» отражают тот факт, что преподаватели могут находиться не в одном определенном месте, как при классической схеме дистанционного обучения (например, в каком-то определенном ВУЗе), а находиться в разных точка 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 РСДО нет возможности работать индивидуально дома за компьютером, тогда он может подключаться к РСДО и выполнять соответствующие задания в центрах коллективного доступа. Роль таких центров могут играть, например, компьютерные клубы, или учебные заведения (школы, институты и т.п.), в которых студент арендует компьютерное время.

Блоки «Серверы ВУЗов» отражают возможность создания локальных серверов в определенных учебных заведениях, которые обладают требуемыми вычислительными ресурсами, например виртуальной лабораторией, для доступа к уникальному промышленному оборудованию, которым располагает данный ВУЗ.

Блок «S» - (Супервайзер ДО) осуществляет координацию работы всей системы, в частности обрабатывает запросы пользователей к вычислительным ресурсам, оптимизирует время выполнения таких запросов, распределяет обучаемых по преподавателям и т.п. Понятие «Супервайзер» – часть управляющей программы, координирующая распределение ресурсов вычислительной системы. В данной работе под этим понятием будем понимать программный комплекс, координирующий распределение ресурсов ДРСДО для контроля качества телекоммуникационных сервисов и автоматического поддержания эффективной работы ДО.

Присутствие неопределенности в процессе принятия решений при совершенствовании качества компьютерной сети не позволяет точно оценить роль всех факторов, влияющих на качество телекоммуникационных услуг. Процесс принятия решения при оценке качества услуг еще осложняется тем, что в настоящее время отсутствуют четко определенные критерии и алгоритмы оценки эффективности ДО. В связи с вышеизложенным было принято решение строить супервайзер на основе теории искусственного интеллекта.

Предлагается систему мониторинга качества телекоммуникационных сервисов ДРСДО реализовать в виде экспертной системы (ЭС), которая за счет изменения конфигурации сети и перераспределения учебного контента обеспечивает предоставление услуг ДО необходимого качества. Блок нечеткого вывода ЭС, используя правила нечетких продукций из базы знаний и необходимые константы из базы данных, реализует нечеткий вывод заключений на основе посылок или условий, представленных в форме нечетких лингвистических высказываний.

Базу знаний ЭС сформирована согласно рекомендациям международного союза электросвязи. Учитывая широкое развитие сетевых систем мультимедиа, в частности – IP-телефонии, и высокую

эффективность таких технологий в ДО [6], особое внимание уделили оценке качества доставки потребителю услуг аудио- и видеоинформации.

В соответствии с рекомендациями Y.1540 [4] будем рассматривать следующие сетевые характеристики, как наиболее важные по степени их влияния на сквозное качество обслуживания, оцениваемое пользователем: производительность сети, надежность сети (сетевых элементов), задержка, вариация задержки (джиттер), потери пакетов.

Основываясь на исследованиях Г.Г. Яновского [9] можно сделать вывод, что разделение ресурсов и процессы управления трафиком должны быть скоординированы в условиях наличия большого числа разнообразных приложений с существенно отличающимися требованиями к рабочим характеристикам сети.

Рекомендация Y.1541 [5], устанавливает соответствие между классами качества обслуживания и приложениями:

- класс 0 – приложения реального времени, чувствительные к джиттеру, характеризующиеся высоким уровнем интерактивности (VoIP, видеоконференции);
- класс 1 – приложения реального времени, чувствительные к джиттеру, интерактивные (VoIP, видеоконференции);
- класс 2 – транзакции данных, характеризующиеся высоким уровнем интерактивности (например, сигнализация);
- класс 3 – транзакции данных, интерактивные;
- класс 4 – приложения, допускающие низкий уровень потерь (короткие транзакции, массивы данных, потоковое видео).

С учетом Рекомендации Y.1541 МСЭ [5] приняты следующие правила продукции, обуславливающие нормы для характеристик сетей IP:

1) ЕСЛИ «Задержка доставки пакета IP» < 100 мс И «Вариация задержки пакета IP» < 50 мс И «Коэффициент потери пакетов IP» <  $1 \cdot 10^{-3}$  И «Коэффициент ошибок пакетов IP» <  $1 \cdot 10^{-4}$  ТО «Класс сети 0»,

2) ЕСЛИ 100 мс < «Задержка доставки пакета IP» < 400 мс И «Вариация задержки пакета IP» < 50 мс И «Коэффициент потери пакетов IP» <  $1 \cdot 10^{-3}$  И «Коэффициент ошибок пакетов IP» <  $1 \cdot 10^{-4}$  ТО «Класс сети 1»,

3) ЕСЛИ «Задержка доставки пакета IP» < 100 мс И «Коэффициент потери пакетов IP» <  $1 \cdot 10^{-3}$  И «Коэффициент ошибок пакетов IP» <  $1 \cdot 10^{-4}$  ТО «Класс сети 2»,

4) ЕСЛИ 100 мс < «Задержка доставки пакета IP» < 400 мс И «Коэффициент потери пакетов IP» <  $1 \cdot 10^{-3}$  И «Коэффициент ошибок пакетов IP» <  $1 \cdot 10^{-4}$  ТО «Класс сети 3»,

5) ЕСЛИ «Задержка доставки пакета IP» < 1000 мс И «Коэффициент потери пакетов IP» <  $1 \cdot 10^{-3}$  И «Коэффициент ошибок пакетов IP» <  $1 \cdot 10^{-4}$  ТО «Класс сети 4».

Качество передачи речи оценивали по следующим параметрам: слышимость собственной речи («эхо»), громкость речи («уровень»), возможность пользователя связываться и разговаривать с другим пользователем в реальном времени («диалог»), чистота и тональность речи («разборчивость»).

Качество IP-сети: максимальный объем пользовательских и служебных данных, которые она способна передать («максимальная пропускная способность»); промежуток времени, требуемый для передачи пакета через сеть («задержка»); изменение задержки пакетов потока в течение сеанса связи («джиттер»); доля пакетов, потерянных во время сеанса связи при передаче через сеть («потеря пакетов») [6].

Постоянный контроль над работой распределенной сети необходим для поддержания ее в работоспособном состоянии. Процесс контроля работы сети обычно делят на два этапа - мониторинг и анализ. На этапе мониторинга выполняется процедура сбора первичных данных о работе сети: статистики о количестве циркулирующих в сети кадров и пакетов различных протоколов, состоянии портов концентраторов, коммутаторов и маршрутизаторов и т. п. Для этой цели используется стандартное программное и аппаратное обеспечение (тестеры, сетевые анализаторы, программные средства мониторинга коммуникационных устройств и т.п.). Этап анализа качества сетевого сервиса, под которым понимается обработка собранной на этапе мониторинга информации, сопоставления ее с данными, полученными ранее, и выработки предположений о возможных причинах замедленной или ненадежной работы сети целесообразно проводить в системе искусственного интеллекта, точнее – экспертной системе [7, 8].

Перечень лингвистических переменных, необходимых для реализации метода экспертного оценивания, приняты исходя из разработанной нами модели оценки качества дистанционного обучения [2]). В качестве примера приведем описание некоторых лингвистических переменных:

- «Уровень чувствительности к сетевой характеристике “полоса пропускания”» = {«Очень низкий», «Низкий», «Средний», «Высокий»};
- «Уровень чувствительности к сетевой характеристике “задержка”» = «Низкий», «Средний», «Высокий»};
- «Уровень чувствительности к сетевой характеристике “потери”» = «Низкий», «Средний», «Высокий»}.

Опытная эксплуатация демонстрационного прототипа ЭС подтвердила правильность выбранного подхода к принципам построения интеллектуальной системы мониторинга качества телекоммуникационных услуг ДРСДО. ЭС была апробирована в вузах Украины и Болгарии (технический университет Варна, Шуменский университет).

### Выводы

Один из эффективных путей повышения качества обучения и повышения квалификации специалистов при работе со сложными системами (авиация, морской транспорт, атомные электростанции и т.п.) является использование децентрализованных систем ДО. При оценке качества ДО необходимо учитывать качество телекоммуникационных сервисов. Для объективного контроля и оперативного управления качеством телекоммуникационных сервисов целесообразно использовать системы искусственного интеллекта. Основное достоинство интеллектуальной системы контроля качества – гибкость и легкость перестройки под различные критерии и системы оценки качества.

### Список литературы

1. *Маклаков Г.Ю.* Организация за подготовка на кадри по електронно управление на основата на децентрализирана разпределена система за дистанционно обучение II Международна научна конференция «Е-управление» (17-19 юни 2010г.): Материали за конферен-ции. Созопол. България.: Издателство на ТУ-София. 2010.- С.169-172.
2. *Маклаков Г.Ю., Кожжаев Е.А., Маклакова Г.Г.* Модель оценки качества дистанционного обучения. – Материалы III международной конференции „Стратегия качества в промышленности и образовании”. 1-8 июня 2007 г. Варна. Болгария. Т.2. Технический университет. Варна. 2007. С. 560-563.
3. *Маклакова Г.Г.* Основные принципы создания распределенной системы дистанционного обучения на базе виртуальной среды // Управляющие системы и машины.– 2008.– №1.– С.76-83.
4. *МСЭ-T Recommendation Y.1540.* IP Packet Transfer and Availability Performance Parameters // December, 2002
5. *МСЭ-T Recommendation Y.1541.* Network Performance Objectives for IP-Based Services // May, 2002.
6. *Маклаков Г.Ю.,* Използване на VOIP-технологии при обучение по чужд език. В.Търново. България. Издателство ФАБЕР. 2009. С.76.
7. *Маклаков Г.Ю., Маклакова Г.Г.* Интелектуална система на анализа качествата на телекомуникационните услуги в системата на дистанционното обучение. Сборник резюмета. Т. 1. Трета национална конференция с международно участие по електронното обучение във висшето образование 15-17 май 2009 г. Свищов, България. Академично издателство «Ценов», Свищов, 2009. С.137-140.
8. *Маклаков Г.Ю., Маклакова Г.Г.* Основные принципы построения интеллектуальной системы мониторинга качества дистанционного обучения. Компютърни науки и технологии. Година VI. Брой 1/2008. ТУ- Варна. С.78-83.
9. *Яновский Г.Г.* Качество обслуживания в сетях IP // Вестник связи. – 2008. – №1. – С. 1–16.