

УДК 681.324

**ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС «МОДЕЛИРОВАНИЕ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ»****В.М. ГОСТЕВ***Казанский (Приволжский) федеральный университет**E-mail: gvmt@kpfu.ru***THE ELECTRONIC SCIENTIFIC-EDUCATIONAL COMPLEX FOR MODELING OF
TELECOMMUNICATION SYSTEMS****V.M. GOSTEV***Kazan Federal University***Аннотация**

Рассматриваются основные особенности организации обучения на базе электронного научно-образовательного комплекса «Моделирование телекоммуникационных систем». Обсуждается архитектура комплекса, состав и структура образовательных модулей.

Ключевые слова: Электронный научно-образовательный комплекс, телекоммуникационная система, сети следующего поколения, сотовая сеть, мобильная связь, моделирование, оптимизация, проектирование.

Summary

Main features of educational activity based on electronical scientific-educational complex for modeling of telecommunication systems are considered. The architecture of complex and structure of education modules are discussed.

Key words: Electronic scientific-educational complex, telecommunications, Next Generation Networks, mobile network, cellular network, modeling, simulation, optimization, design.

Подготовка специалистов в области телекоммуникационных систем – одно из направлений деятельности Института вычислительной математики и информационных технологий Казанского федерального университета. Важнейшей особенностью классического университета является неразрывная связь науки с образованием: фундаментальные исследования составляют основу образовательного процесса. Широкое внедрение инфокоммуникационных технологий (ИКТ) открывает новые возможности для процесса интеграции образования и науки. В целях повышения эффективности этого процесса, а также повышения качества образования на базе ИКТ, в институте разработана концепция создания электронных научно-образовательных комплексов (ЭНОК) [1]. Система ЭНОК должна обеспечить комплексное научное сопровождение образовательного процесса, интеграцию инновационной научно-исследовательской и образовательной деятельности. В состав типового ЭНОК входят: тематический проблемно-ориентированный портал; электронная библиотека; средства организации и сопровождения форумов; средства поддержки коллективной проектной деятельности (в рамках учебных занятий, самостоятельной исследовательской работы студентов, совместной исследовательской деятельности преподавателей и студентов). Таким образом, система электронных научно-образовательных комплексов по различным направлениям обучения и исследований должна стать информационно-технологической базой единой образовательной информационной среды института.

В целях повышения качества образовательного процесса и научных исследований по направлениям "Фундаментальная информатика и информационные технологии", "Информационные системы и технологии", "Информационная безопасность" в институте создан электронный научно-образовательный комплекс "Моделирование телекоммуникационных систем" (ЭНОК МТС).

В состав ЭНОК МТС входят:

- учебно-исследовательская виртуальная лаборатория "Телекоммуникационные системы",
- портал "Моделирование телекоммуникационных систем",
- система тестирования знаний,
- система оптимизации проектирования сетей передачи данных (СОПР СПД).

Учебно-исследовательская виртуальная лаборатория "Телекоммуникационные системы" обеспечивает поддержку учебных занятий по дисциплинам, связанным с изучением новейших телекоммуникационных технологий (выполнение практических, лабораторных, курсовых, дипломных работ; самостоятельную работу студентов в рамках НИРС; реализацию программ профессиональной переподготовки и повышения квалификации), а также поддержку исследовательской и инновационной деятельности по данному направлению. Лаборатория предназначена для получения студентами базовых знаний о протоколах, системах сигнализации и новых инфокоммуникационных технологиях, используемых в сетях связи, а также для приобретения навыков работы с телекоммуникационным оборудованием. На базе лаборатории может быть реализован полный цикл обучения: от изучения теоретических основ электросвязи до практического освоения новейших разработок ведущих производителей оборудования и программного обеспечения. Рабочее место преподавателя оборудовано средствами контроля и управления учебным процессом. В состав информационного обеспечения лаборатории входит набор интерактивных электронных курсов:

- Сети следующего поколения (NGN - Next Generation Networks) [2,3];
- Основы IP-телефонии;
- Инфокоммуникационные технологии и системы связи;
- Сети связи и системы коммутации;
- Информационная безопасность телекоммуникационных систем;
- Технические средства передачи, приёма и обработки сигналов;
- Аудиовизуальная техника в телекоммуникационных системах;
- Интеллектуальные информационные и телекоммуникационные системы;
- Корпоративные информационные и телекоммуникационные системы сбора и обработки информации;
- Управление в технических системах;
- Инфокоммуникационные технологии в сервисах и услугах.

Портал "Моделирование телекоммуникационных систем" представляет собой информационно-коммуникационную площадку для обеспечения эффективного взаимодействия студентов при выполнении ими учебно-исследовательских работ, инновационных разработок и т.д. В портале предусматривается реализация средств социальных сетей – например, личные сайты и технологии социального контента (такие как блоги, вики-ресурсы и т.д.) позволяют пользователям легко сохранять данные и обмениваться знаниями и опытом. Контент можно адаптировать для каждого пользователя, одновременно разрешив администраторам ограничивать доступ для соблюдения конфиденциальности. Наличие "мобильных" представлений контента позволяет пользователям работать с контентом портала на их мобильных устройствах.

Портал содержит теоретические материалы, а также информационно-методическое обеспечение практических занятий и лабораторных работ. Кроме того, портал обеспечивает доступ к комплексу электронных учебно-методических материалов по курсу "Моделирование информационных процессов" (материалы лекций, методические пособия, ссылки на электронные ресурсы). Основная цель данного курса – изучение студентами фундаментальных основ теории моделирования телекоммуникационных систем и протекающих в них процессов, методики разработки компьютерных моделей, методов и средств моделирования и обработки результатов вычислительных экспериментов, приобретение навыков практической работы с современными системами моделирования. В рамках курса рассматриваются общие принципы построения моделей информационных процессов и систем, основные понятия компьютерной имитации, рассматриваются подходы к моделированию процессов и явлений в природе и обществе, методы и средства моделирования систем массового обслуживания и функциональных процессов, обсуждаются вопросы планирования экспериментов с имитационными моделями систем, методы обработки и анализа результатов моделирования [4].

В рамках курса рассматриваются следующие основные вопросы:

1. Моделирование как метод научного познания, роль и место вычислительного эксперимента в исследовательской деятельности

Классификация моделей: понятия математической и компьютерной модели, имитационное моделирование. Моделирование непрерывных, дискретных и гибридных систем. Принципы системного подхода в моделировании. Стадии разработки моделей. Современные программные инструментальные средства моделирования систем. Перспективы развития теории моделирования и ее приложений.

2. Общие принципы построения моделей информационных процессов и систем.

Использование моделирования при исследовании и проектировании информационных систем. Основные подходы к математическому моделированию. Непрерывные и дискретные, детерминированные и стохастические модели. Сетевые модели и синхронизация событий. Общая последовательность разработки и реализации компьютерных моделей информационных систем. Алгоритмизация моделей. Понятие о статистическом имитационном моделировании. Применение основных предельных теорем теории вероятностей в статистическом моделировании. Псевдослучайные числа и процедуры их машинной реализации.

3. Моделирование систем массового обслуживания и функциональных процессов.

Дискретно-событийный подход к моделированию. Проблемно-ориентированный язык и программная среда GPSS World [5]. Предметная область GPSS – системы массового обслуживания (системы с очередями). Общие принципы моделирования информационных и вычислительных процессов в GPSS World. Базовые сведения о системе: объекты, переменные и выражения, функции. Модель системы: модельное время и статистика. Внутренняя организация: цепи (списки) и общая внутренняя последовательность событий. Элементы языка моделирования GPSS World. Среда моделирования GPSS World: операторы, команды управления, интерактивное взаимодействие.

4. Планирование экспериментов с моделями систем.

Задача планирования экспериментов с использованием компьютерных моделей. Основные понятия теории планирования экспериментов. Факторное пространство, классификация факторов и типы планов экспериментов. Построение матриц планирования. Стратегические планы проведения вычислительных экспериментов с компьютерными моделями. Tактические планы проведения имитационного моделирования: задание начальных условий и параметров и оценка их влияния на достижение установившегося результата. Вопросы обеспечения точности и достоверности результатов имитационного моделирования.

5. Обработка и анализ результатов моделирования.

Особенности статистической обработки результатов вычислительных экспериментов с использованием компьютерных моделей. Постановки задач обработки результатов имитационного моделирования. Статистические методы обработки результатов моделирования систем. Типовые критерии согласия при обработке результатов моделирования. Анализ и интерпретация результатов машинного моделирования: корреляционный и дисперсионный анализ.

6. Общие вопросы имитационного моделирования компьютерных сетей.

Моделирование источников данных. Моделирование компонентов компьютерных сетей: абонентских комплексов, коммуникационных подсетей (с маршрутизацией и селекцией информации). Моделирование сетей передачи данных территориальных компьютерных сетей.

7. Моделирование информационных процессов в современных и перспективных телекоммуникационных системах.

Моделирование сетей NGN (Next Generation Networks). Моделирование беспроводных сетей. Моделирование сотовых сетей мобильной связи [6].

Вопросы комплексного моделирования телекоммуникационных систем рассматриваются также в контексте проблемы оптимизации проектирования сетей передачи данных (СПД). Для реализации соответствующих технологий моделирования и организации учебно-исследовательской работы в области моделирования телекоммуникационных систем в состав ЭНОК МТС включена система оптимизации

проектирования сетей передачи данных (СОПР СПД) [7]. Система позволяет решать задачи структурно-топологического и параметрического проектирования СПД, проводить расчеты и оценки параметров проектируемых сетей на основе использования их моделей, сравнение различных проектных решений и оценку их эффективности, оптимизацию проектных решений по критериям стоимости, надежности, производительности и величин временных задержек. Система обеспечивает проведение многоэтапного человеко-машинного проектирования с возможностью повторного выполнения отдельных этапов и задач с целью корректировки, уточнения и оптимизации ранее принятых проектных решений, а также реализацию различных по степени сложности методов проектирования. В основу организации учебных занятий на базе СОПР СПД положено создание проблемных ситуаций, посредством которых обучаемые вовлекаются в процесс решения проблем.

Многопользовательская версия системы позволяет организовать совместное обучение студентов. С этой целью в системе формируется общее рабочее пространство, в котором группа студентов (3-5 человек) выполняет общий проект. Доступ к системе осуществляется через Интернет. В ходе самостоятельной работы студенты имеют возможность обмениваться между собой информацией, и тем самым осваивать навыки коллективной работы над большими проектами с использованием современных ИКТ. При этом преподавателю доступны функции управления рабочим процессом (формирование заданий на проектирование, контроль хода выполнения работ, удаленное консультирование студентов).

Важной составной частью ЭНОК МТС является система тестирования знаний. В процессе обучения студенты работают с ресурсами портала и проходят три ступени контроля знаний:

- тренировочное тестирование (тренинг; самоконтроль с указанием на разделы, по которым были даны неверные ответы);
- контрольное тестирование по разделу (модулю) курса, обеспечивающее переход к изучению следующего раздела только при получении положительной оценки;
- итоговое тестирование (аттестация: зачет или экзамен), по результатам которого автоматически формируется типовая зачетно-экзаменационная ведомость.

Таким образом, ЭНОК МТС обеспечивает разностороннюю поддержку научно-образовательной деятельности - от учебных занятий (лекции, семинары и т.д.) с применением современных педагогических технологий до самостоятельной учебно-исследовательской работы студентов. Кроме того, комплекс служит технологической базой для дальнейшего развития и апробации элементов концепции ЭНОК: методик проектирования и создания аппаратного, программного, информационного, организационного обеспечения ЭНОК, экспериментальной оценки трудоемкости реализации разработанной архитектуры ЭНОК, оценки эффективности новых образовательных технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Гостев В.М.** Электронный научно-образовательный комплекс как средство повышения качества образования // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий (ИНФО-2010): Материалы 7-й международной научно-практической конференции (Сочи, 1–10 октября 2010 г.). – М: МИЭМ, 2010. – С. 512–515.
2. **Гольдштейн Б.С., Кучерявый А.Е.** Сети связи пост-NGN. – СПб.: БХВ–Петербург, 2014. – 160 с.
3. **Иньевски К.** Конвергенция мобильных и стационарных сетей следующего поколения. – М: Техносфера, 2012. – 808 с.
4. **Гостев В.М.** Электронный научно-образовательный комплекс «Моделирование информационных процессов» // Имитационное моделирование. Теория и практика (ИММОД-2013): Материалы 6-й Всероссийской научно-практической конференции (Казань, 16–18 октября 2013 г.). – Казань, 2013. – Т. I. – С. 327–332.
5. **Кобелев Н.Б., Девятков В.В., Половников В.А.** Имитационное моделирование. – М: Курс Инфра-М, 2013. – 368 с.

6. **Чеботарева Д.В., Безрук В.М.** Многокритериальная оптимизация проектных решений при планировании сотовых сетей мобильной связи. – Харьков: Компания СМІТ, 2013. – 148 с.
7. **Гостев В.М.** Математические методы и комплекс программ оптимизации проектирования сетей передачи данных // Сеточные методы для краевых задач и приложения: Материалы 9-й Всероссийской научной конференции (Казань, 17–22 сентября 2012 г.). – Казань: Отечество, 2012. – С. 95–100.

REFERENCES

1. **Gostev V.M.** Electronic research-educational complex as the education quality improvement tool [Elektonnyy nauchno-obrazovatelny complex kak sredstvo povysheniya kachestva obrazovaniya] // Proceedings of VII International Scientific and Practical Conference «Innovations based on information and communication technologies» (INFO-2010) [Materialy VII Mejdunarodnoj konferencii «Innovacii na osnove informacionnyh i kommunikacionnyh tehnologij (INFO-2010) »]. – Moscow: MIEM, 2010. – P. 512–515. (in Russian)
2. **Goldshstein B.S., Kucheryavii A.E.** Seti svyazi post-NGN. – StP.: BHV-Petersburg, 2014. – 160 p. (in Russian)
3. **Iniewski K.** Convergence of Mobile and Stationary Next-Generation Networks. – New York: Wiley, 2010. – 790 p.
4. **Gostev V.M.** The electronical scientific-educational complex for modeling of information processes [Elektonnyy nauchno-obrazovatelny complex «Modelirovanie informacionnyh processov»] // Proceedings of VI Vserossiyskoy konferencii «Imitacionnoe modelirovanie. Teoriya i praktika (IMMOD-2013)». – Kazan: Izdatelstvo Fen, 2012. – P. 327–332. (in Russian)
5. **Kobelev N.B., Devyatkov V.V., Polovnikov V.A.** Imitacionnoe modelirovanie. – Moscow: Kurs Infra-M, 2013. – 368 p. (in Russian)
6. **Chebotareva D.V., Bezruk V.M.** Multicriterion optimization of the design decisions in planning networks of cellular mobile communication. [Mnogokriterialnaya optimizaciya proektnyh reshenij pri planirovanii sotovyh setey mobilnoj svyazi]. – Khar'kov: SMIT, 2013. – 148 p. (in Russian)
7. **Gostev V.M.** Mathematical methods and software package for data transmission networks optimization [Matematicheskiye metody i complex program optimizacii proektirovaniya setey peredachi dannyh] // Materialy IX Vserossiyskoy konferencii «Setochnye metody dlya kraevykh zadach i prilozheniya». – Kazan: Otechestvo, 2012. – P. 95–100. (in Russian)