

РОЛЬ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ В ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ»

В. С. Дубровин, В. В. Никулин

(Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева)

Отмечены достоинства и недостатки использования стендовых лабораторных работ, выявлены предпосылки к внедрению виртуальных лабораторных работ и их преимущества. Рассмотрены возможности и практика применения среды моделирования PSIM для создания виртуальных лабораторных работ при изучении курсов «Общая теория связи», «Цифровая обработка сигналов» и «Схемотехника телекоммуникационных устройств». Подтверждена эффективность повышения качества подготовки бакалавров направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» на основе использования предложенного виртуального практикума.

Ключевые слова: лабораторный практикум; стендовая лабораторная работа; виртуальная лабораторная работа; среда PSIM.

ROLE OF VIRTUAL LABORATORY-BASED ASSIGNMENTS IN IMPROVING THE QUALITY OF ACADEMIC PREPAREDNESS AMONG BACHELOR DEGREE STUDENTS SPECIALISING IN “INFO-COMMUNICATION TECHNOLOGIES AND COMMUNICATION SYSTEMS”

V. S. Dubrovin, V. V. Nikulin (*Ogarev Mordovia State University*)

Taking into account the importance of laboratory courses for technical education, the article emphasizes the importance of laboratory practicum, specifies advantages and disadvantages of the use of laboratory bench assignments, and identifies prerequisites for the implementation and benefits of virtual assignments. Based on the academic experience of the Chair of Info-Communication Technologies and Communication Systems the authors explore the possibilities and practical application of PSIM for working out virtual laboratory assignments in such courses as «General Theory of Communication», «Digital Signal Processing» and «Circuit design of telecommunication devices». The authors further provide evidence that with the use of the virtual practicum, the quality of bachelor degree students' academic preparation has significantly improved.

Keywords: laboratory practicum; laboratory bench assignments; virtual laboratory assignment; PSIM environment.

Одними из основных особенностей технического образования являются организация и проведение лабораторных практикумов с применением реального исследовательского оборудования. Подготовка инженеров невозможна без организации и проведения таких практикумов по базовым учебным дисциплинам общей профессиональной и специальной подготовки. Важность этого вида учебных занятий отмечена действующими государственными образовательными стандартами, в которых говорится, что основная образовательная программа бакалавриата вуза должна включать лабораторные практикумы по

дисциплинам (модулям) базовой части, формирующим у обучающихся умения и навыки в области электромагнитных полей и волн, общей теории связи, цифровой обработки сигналов, основ построения инфокоммуникационных систем и сетей, электроники, теории электрических цепей, схемотехники телекоммуникационных устройств, электропитания устройств и систем телекоммуникаций, а также по дисциплинам (модулям) вариативной части, рабочие программы которых предусматривают цели формирования у обучающихся соответствующих умений и навыков [14].



Объем информации, необходимый для плодотворной работы по специальности, стремительно увеличивается, а изучаемый материал быстро устаревает и нуждается в обновлении. Экспериментально установлено, что при равных условиях в памяти человека запечатлевается лишь 10 % того, что он слышит, до 50 % того, что видит, и 90 % того, что он делает [1; 2].

Несмотря на повсеместное активное внедрение компьютерной техники, в высшем профессиональном образовании еще преобладают традиционные формы проведения лабораторного практикума с использованием стендовых лабораторных работ (СЛР), поскольку они, как правило, относительно просты в использовании, наглядны и понятны. Однако подобная форма обучения морально устаревает, так как СЛР являются наиболее дорогостоящим видом учебных занятий (затраты могут составлять до 80 % всех затрат на подготовку специалистов). Кроме того, смена технологий и поколений компонентов, особенно в науках, связанных с электроникой, происходит очень быстро, а обновление лабораторной базы часто отстает.

Как показывает практика, опытные преподаватели, к сожалению, подвержены возрастной и профессиональной деформации, которая может трансформироваться в убеждение, что и теперь лучше всего учить других так же, как когда-то обучали их самих. Преподаватели забывают, что со времени их учебы изменились не только знания, но и формы и методы их преподавания. Зрелому преподавателю, как и каждому человеку, кажется, что воспринятое в молодости – это самое правильное, нужное и полезное. Поэтому он склонен держаться за старые методы и настороженно, а нередко и враждебно, воспринимать новые способы обучения, тем более что овладение ими требует от него дополнительных усилий. Одно из самых распространенных предубеждений человека – предубеждение против нововведений и перемен, которое объясняется тем, что каждое новшество требует дополнительных затрат времени на переучивание, приспособление и т. д., при этом сама перестройка связана с определенными усилиями. Активные

методы усвоения новых сведений и приемов с применением новых технологий, например, при использовании виртуальных лабораторных работ, в значительной мере уменьшают давление традиций и стереотипов, сформировавшихся в профессиональной сфере, поскольку новые приемы не конкурируют со старыми, а включаются в иных условиях и при решении других задач. Общеизвестно, что основной недостаток традиционной системы обучения заключается именно в слабом управлении деятельностью каждого студента в условиях большой аудитории [2].

В настоящее время среди приоритетных задач высшего технического образования выделяются проектирование и использование современных инновационных образовательных технологий. Их актуальность заключается в том, что в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами нового поколения резко возрастает доля интерактивного представления материала с использованием компьютерных технологий.

Коренные изменения в сфере российского высшего технического образования связаны с интеграцией России в европейское и международное образовательное сообщество с учетом национальных особенностей и потребностей развития страны. Приоритетные направления политики в области образования отражены в документах, относящихся к Болонскому процессу, в «Национальной доктрине развития образования», «Концепции модернизации российского образования до 2020 года». При этом информационно-телекоммуникационные системы включены в приоритетные направления развития науки, технологий и техники Российской Федерации [12; 13].

Подход к проблеме создания виртуальных лабораторных работ и их внедрения в учебный процесс должен быть дифференцированным и учитывать специфику той или иной дисциплины. Однако не стоит забывать, что далеко не все процессы, связанные с различного рода измерениями, можно исследовать на СЛР. Таким образом, использование виртуальных лабораторных работ в учебном процессе может значительно улучшить его качество,



но полностью заменять ими лабораторные работы с приборами не рекомендуется.

Лабораторные тренажеры позволяют подобрать оптимальные для проведения эксперимента параметры, приобрести первоначальный опыт и навыки на подготовительном этапе, облегчить и ускорить работу с реальными экспериментальными установками и объектами. Моделирование способствует лучшему пониманию процессов, происходящих в реальных электронных устройствах. Эксперименты на моделях позволяют исследовать режимы, недопустимые при натурных испытаниях устройств, замедлить или ускорить развитие исследуемых процессов, что позволяет, в конечном итоге, более глубоко усвоить их сущность.

Среди предпосылок к внедрению и преимуществ виртуальных лабораторных работ выделим следующие [1; 2; 4; 6]:

- стендовые лабораторные работы требуют постоянного обслуживания и, по возможности, усовершенствования, снабжения расходными материалами, что приводит к дополнительным финансовым затратам;

- виртуальные лабораторные работы безопаснее СЛР;

- виртуальные работы обеспечивают универсальность и многофункциональность, а также гибкость и простоту адаптации к различным объектам;

- появляется возможность осуществить эксперимент, который в обычных условиях невозможен или его проведение сопряжено с большими временными и материальными затратами;

- использование персонального компьютера упрощает контроль не только за выполнением, но и за подготовкой студента к проведению конкретной лабораторной работы;

- использование компьютера дает возможность хорошо успевающим студентам быстрее осваивать материал и не ждать отстающих;

- графические возможности виртуальных лабораторных работ позволяют увидеть многомерные процессы, которые невозможно представить (отобразить) реальными приборами или в двумерном виде;

- уменьшение затрат на создание лабораторных работ позволяет в короткие сроки значительно расширить их базу и обеспечить тем самым большую гибкость в обучении.

Кроме того, у современных студентов проявляется больший интерес к работе, связанной с моделированием на компьютере, поскольку они, как правило, быстрее разбираются с «виртуальными» приборами, чем с реальными. Это связано, в первую очередь, с внедрением в последнее время информационных технологий не только в учебный процесс, но и в повседневную жизнь. Данные обстоятельства в целом благоприятно сказываются на качестве образования в учебном заведении.

В настоящее время можно выделить два подхода к созданию виртуальной лаборатории. В одном случае в качестве основного программного средства для разработки выбирается графическая среда, не имеющая непосредственного отношения к изучаемой области, но предоставляющая широкие возможности по созданию учебных материалов, обладающих интерактивными свойствами, например, графический пакет Macromedia Flash. К достоинствам Flash-технологии следует отнести высокую наглядность благодаря возможности интегрирования в одном документе графических, текстовых и звуковых данных. Однако такая виртуальная лаборатория не позволяет гибко менять исследуемые схемы, а использует лишь те элементы и ситуации, которые заранее предусмотрены программистами.

Другим подходом является применение компьютерного моделирования и анализа схем электронных устройств с использованием таких специализированных программ, как MATLAB, OrCAD, LabVIEW, PSIM, NI Multisim, DesignLab, APLAC, P-Spice, Micro-Logic, Proteus, Electronics Workbench и др. Многие из них, обладая колоссальными возможностями анализа прикладной среды, требуют значительного времени для освоения, например MATLAB. В противоположность этому программа Electronics Workbench, имея достаточно простой в освоении интерфейс, обладает относительно неболь-



шими возможностями моделирования, достаточными для исследования базовых схем по курсу «Схемотехника телекоммуникационных устройств» [11].

На кафедре инфокоммуникационных технологий и систем связи МГУ им. Н. П. Огарева при изучении курсов «Общая теория связи», «Цифровая обработка сигналов» и «Основы схемотехники» широко используется программа PSIM, которая позволяет значительно расширить возможности стендовых лабораторных работ, а во многих случаях полностью исключить необходимость их применения. К несомненным достоинствам этого программного продукта следует отнести быстрое освоение студентами интерфейса, что позволяет им, уже начиная со второго – третьего занятия, в полной мере решать поставленные задачи.

Несмотря на то, что основное предназначение программы PSIM – моделирование процессов, происходящих в силовых полупроводниковых преобразователях, имеющийся набор библиотек позволяет использовать программу для построения отдельных устройств и систем в целом и для телекоммуникационных приложений [5; 7].

Практически используются библиотеки, содержащие:

- логические элементы, сумматоры, электронные ключи, мультиплексоры, элементы задержки и ограничения, счетчик длительности импульсов, фиксатор нулевого уровня, одновибраторы, RS -, JK - и D -триггеры, элементы для построения цифровых фильтров, источники различных сигналов;

- блоки дискретизации и квантования, аналоговые и цифровые интеграторы и дифференциаторы, блоки умножения и деления, готовые блоки аналоговых и цифровых фильтров Бесселя, Баттерворта, Чебышева (ФНЧ, ФВЧ, ПФ, РФ); блоки АЦП и ЦАП;

- блок извлечения квадратного корня, блоки для вычисления среднеквадратического значения сигналов (RMS) и для проведения спектрального анализа с помощью быстрых преобразований Фурье (FFT), блок для измерения суммарного коэффициента гармоник (СКГ).

PSIM позволяет значительно сократить временные затраты на подготовку и проведение экспериментов; исследовать статические и динамические процессы в линейных и нелинейных схемах; применять имитаторы приборов, которые в реальной лаборатории отсутствуют; исследовать идеализированные процессы, которые на физический стендах реализовать невозможно.

В алгоритме решения дифференциальных уравнений заложен принцип трапеций, который при достаточно высокой точности вычислений, обеспечивает высокое быстродействие. При этом шаг интегрирования практически не требуется подбирать, поскольку программа сама, в случае необходимости, предлагает его изменить.

На базе имеющихся виртуальных элементов нами уже реализованы и включены в учебный процесс такие лабораторные работы, как:

- анализ и синтез сигналов треугольной, прямоугольной и трапецидальной формы;

- исследование различных видов модуляции и манипуляции;

- исследование ЦАП с «взвешенными» резисторами и с матрицей R - $2R$;

- АЦП с промежуточным преобразованием аналоговой величины в интервал времени и частоту;

- последовательные АЦП с единичным преобразованием;

- сигма-дельта преобразователи;

- изучение LC -генераторов (незатухающие колебания в LC -контуре с потерями);

- функциональные управляемые генераторы периодических колебаний;

- аналоговая система связи;

- цифровая система передачи данных.

Возможности PSIM далеко не ограничиваются указанным перечнем. Программа позволила создать модели функциональных генераторов, построенных на базе квазиконсервативного звена второго порядка с быстродействующей (безынерционной) системой стабилизации [3; 6; 8], а также формирователей специальной формы с улучшенными метрологическими характеристиками [4; 9; 10].



Прежде чем приступить к моделированию в среде PSIM, студент должен самостоятельно проработать лекционный материал по теме работы, изучить основные теоретические положения и расчетные соотношения, приведенные в описании работы, выполнить расчет параметров для установки при моделировании схем устройств. Перейти к выполнению виртуальной лабораторной работы студент сможет только после прохождения тестового «контроля на допуск».

По результатам выполненных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Показана целесообразность использования виртуальных лабораторных работ при подготовке бакалавров в лабораторных практикумах базовой части основной образовательной программы.

2. Оптимизация методов обучения, внедрение в учебный процесс новых образовательных технологий с применением виртуальных лабораторий – важное направление повышения качества подготовки бакалавров.

3. Приобретение навыков использования современного оборудования и освоение виртуального компьютерного пространства способствует формированию профессионализма будущего специалиста.

4. Применение технологии виртуальных инструментов позволяет перейти на качественно новый, современный уровень обучения с акцентом на практическое использование знаний.

5. Одними из главных направлений развития высшего технического профессионального образования сегодня являются разработка и внедрение образовательных технологий, способствующих становлению самостоятельной и творческой личности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобрышев, С. В. Методы активизации процесса обучения : учебное пособие / С. В. Бобрышев, М. В. Смагина. – Ставрополь : Изд-во СГПИ, 2010. – 256 с.
2. Грановская, Р. М. Элементы практической психологии / Р. М. Грановская. – 2-е изд. – Ленинград : Изд-во Ленингр. ун-та, 1988. – 560 с.
3. Дубровин, В. С. Безынерционная система управления формирователя квадратурных гармонических сигналов / В. С. Дубровин, В. В. Никулин, А. В. Ни-

кулин // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2013. – № 2. – С. 98–101.

4. Дубровин, В. С. Использование виртуальных лабораторных работ – как элемент повышения качества подготовки специалистов. Системы управления и связи : научно-технический сборник. – Ростов-на-Дону, 2012. – Вып. 1 (17). – С. 15–18.

5. Дубровин В. С. Многоконтурная система стабилизации управляемого генератора / В. С. Дубровин, В. В. Никулин // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер. Управление, вычислительная техника и информатика. – Астрахань, 2013. – № 1. – С. 74–82.

6. Дубровин, В. С. Роль виртуальных лабораторных работ при изучении курсов «Общая теория связи» и «Основы схемотехники» / В. С. Дубровин, В. В. Никулин // XII Междунар. науч.-метод. конф. вузов и факультетов телекоммуникаций : тр. конф. – Москва, 2012. – С. 95–99.

7. Дубровин, В. С. Система стабилизации управляемого генератора на базе квазиконсервативного звена / В. С. Дубровин // Южно-сибир. науч. вестн. – Бийск, 2012. – Вып. 2. – С. 30–34.

8. Дубровин, В. С. Управляемый квадратурный генератор с многоконтурной системой стабилизации / В. С. Дубровин, В. В. Никулин // Проблемы передачи информации в инфокоммуникационных системах : материалы Всерос. науч.-практ. конф. / Волгоград. гос. ун-т. – Волгоград, 2013. – С. 33–37.

9. Дубровин, В. С. Управляемый формирователь квадратурных гармонических сигналов / В. С. Дубровин, В. В. Никулин // Вестн. Поволж. гос. технолог. ун-та. Сер. Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – Йошкар-Ола, 2013. – № 1. – С. 5–12.

10. Дубровин, В. С. Формирователь квадратурных сигналов / В. С. Дубровин // Южно-сибир. науч. вестн. – С. 35–38.

11. Никулин, В. В. Моделирование и расчет типовых узлов аналоговой схемотехники : учебное пособие / В. В. Никулин, О. В. Шишов. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2006. – 120 с.

12. Основы политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2020 года и дальнейшую перспективу : (Проект документа) // Поиск. – 2011. – 12 авг. (№ 31–32).

13. Указ Президента РФ от 7 июля 2011 г. № 899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/55171684/>.

14. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования [Электронный ресурс] : приказ Министерства образования и науки № 785 от 22 дек. 2009 // Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

Поступила 29.10.13.



Об авторах:

Дубровин Виктор Степанович, доцент кафедры инфокоммуникационных технологий и систем связи ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева» (г. Саранск, Россия), кандидат технических наук, vsdubrovin13@mail.ru

Никулин Владимир Валерьевич, заведующий кафедрой инфокоммуникационных технологий и систем связи ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева» (г. Саранск, Россия), доцент, кандидат технических наук, nikulinvv@mail.ru

Для цитирования: Дубровин, В. С. Роль виртуальных лабораторных работ в повышении качества подготовки бакалавров по направлению «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / В. С. Дубровин, В. В. Никулин // Интеграция образования. – 2014. – № 1 (74). – С. 109–115.

REFERENCES

1. Bobryshev S. V., Smagina M. V. Metody aktivizatsii protsessa obucheniya [Methods for intensification of the process of learning]. Stavropol, Stavropol State Pedagogic Univ. Publ., 2010, 256 p.
2. Granovskaya R. M. Elementy prakticheskoy psikhologii [Elements of Applied Psychology]. Leningrad, Leningr. Univ. Publ., 1988, 560 p.
3. Dubrovin V. S., Nikulin V. V., Nikulin A. V. Bezynerstionnaya sistema upravleniya formirovatel'ya kvadraturnykh garmonicheskikh signalov [Noninertial control system of harmonic quadrature signal generator]. *Vimiryuvalna ta obchislyuvalna tekhnika v tekhnologichnikh procesakh* [Measuring and computing devices in technological processes]. 2013, no 2, pp. 98–101.
4. Dubrovin V. S. Ispolzovaniye virtualnykh laboratornykh rabot kak element povysheniya kachestva podgotovki spetsialistov [Using virtual laboratory assignments as essential component in improving the quality of training]. *Sistemy upravleniya i svyazi: nauch.-tehn. sb.* [Systems of Control and Communication: research and technology digest]. Rostov on Don. 2012, vol. 1 (17), pp. 15–18.
5. Dubrovin V. S., Nikulin V. V. Mnogokonturnaya sistema stabilizatsii upravlyayemogo generatora [Multi-loop stabilization system of controlled oscillator]. *Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Upravleniye, vychislitel'naya tekhnika i informatika* [Bulletin of Astrakhan State Technical University. Control, Computer and Information Sciences]. Astrakhan. 2013, no. 1, pp. 74–82.
6. Dubrovin V. S., Nikulin V. V. Rol virtualnykh laboratornykh rabot pri izuchenii kursov "Obshchaya teoriya svyazi" i "Osnovy skhemotekhniki" [The role of virtual laboratory assignments in courses on "General Theory of Communication" and "Fundamentals of Circuit Engineering"]. *XII Mezhdunarodnaya nauchno-metodicheskaya konferentsiya vuzov i fakultetov telekommunikatsy: tr. konf.* [Proceedings of 12th International conference for universities and faculties of telecommunication]. Moscow, 2012, pp. 95–99.
7. Dubrovin V. S. Sistema stabilizatsii upravlyayemogo generatora na baze kvazikonservativnogo zvena [Stabilization system of controlled oscillator based on quasi-conservative function module]. *Yuzhno-sibirsky nauchnyy vestnik* [South-Siberia Scientific Bulletin]. Biysk, 2012, vol. 2, pp. 30–34.
8. Dubrovin V. S., Nikulin V. V. Upravlyayemy kvadrurny generator s mnogokonturnoy sistemoy stabilizatsii [Controlled quadrature generator with a multi-loop stabilization system]. *Problemy peredachi informatsii v infokommunikatsionnykh sistemakh: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf.* [Proceedings of Russian scientific conference "Problems of information transfer in infocommunication systems"]. Volgograd, Volgograd State Univ. Publ., 2013, pp. 33–37.
9. Dubrovin V. S., Nikulin V. V. Upravlyayemy formirovatel kvadraturnykh garmonicheskikh signalov [Controlled harmonic quadrature signal generator]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Radiotekhnicheskie i infokommunikatsionnye sistemy* [Bulletin of Povolzhsky State Technical University. Radio engineering and infocommunication systems]. Yoshkar-Ola, 2013, no 1, pp. 5–12.
10. Dubrovin V. S. Formirovatel kvadraturnykh signalov [Quadrature signal generator]. *Yuzhno-sibirsky nauchnyy vestnik* [South-Siberia Scientific Bulletin]. Biysk, 2012, vol. 2, pp. 35–38.
11. Nikulin V. V., Shishov O. V. Modelirovaniye i raschyot tipovykh uzlov analogovoy skhemotekhniki [Modeling and engineering analysis of standard components in analog circuit engineering]. Saransk, Mordovia State Univ. Publ., 2006, 120 p.
12. Osnovy politiki Rossiyskoy Federatsii v oblasti razvitiya nauki i tekhnologii na period do 2020 goda i dalneyshuyu perspektivu (Proekt dokumenta) [The basic policy of the Russian Federation in the field of science and technology for the period up to 2020 and beyond (Draft document)]. *Poisk* [Research]. 2011, no. 31–32.
13. Ukaz Prezidenta RF ot 7 iyulya 2011 g. N 899 "Ob utverzhdenii prioritetnykh napravleniy razvitiya nauki, tekhnologii i tekhniki v Rossiyskoy Federatsii i perechnya kriticheskikh tekhnologiy Rossiyskoy Federatsii"

[The decree of the President of the Russian Federation of July 7, 2011 N 899 “On the establishment of priorities in the development of science, technologies and facilities in the Russian Federation and the list of critical technologies of the Russian Federation”]. Available at: <http://base.garant.ru/55171684/>.

14. Federalny gosudarstvenny obrazovatelny standart vysshego professionalnogo obrazovaniya: prikaz Ministerstva obrazovaniya i nauki № 785 ot 22 dek. 2009 [Federal state educational standard of higher education: the Order of the Ministry of Education and Science, no. 785 of December 22]. Available at: “Consultant Plus” web system.

About the authors:

Dubrovin Viktor Stepanovich, research assistant professor, Chair of Information and Communication Technologies and Communication Systems, Ogarev Mordovia State University (Saransk, Russia), Kandidat nauk degree holder (PhD) in engineering sciences, vsdubrovin13@mail.ru

Nikulin Vladimir Valeryevich, research assistant professor, Head of the Chair of Information and Communication Technologies and Communication Systems, Ogarev Mordovia State University (Saransk, Russia), Kandidat nauk degree holder (PhD) in engineering sciences, nikulinvv@mail.ru

For citation: Dubrovin V. S., Nikulin V. V. Rol’ virtual’nyh laboratornyh rabot v povyshenii kachestva podgotovki bakalavrov po napravleniju “Infokommunikacionnye tehnologii i sistemy svjazi” [Role of virtual laboratory-based assignments in improving the quality of academic preparedness among bachelor degree students specialising in “Info-communication technologies and communication systems”]. *Integracija obrazovanija* [Integration of Education]. 2014, no. 1 (74), pp. 109–115.