

УДК 004.021

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ В ФОРМАТЕ SCORM 2004 ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИНФОРМАТИКА» В НАЦИОНАЛЬНОМ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Гусева А.И., Лебедева А.В., Шенна Е.А.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва,

e-mail: aiguseva@mephi.ru, avlebedeva@mephi.ru, easheina@mephi.ru

Данное исследование направлено на решение важной научной задачи, заключающейся в разработке информационно-образовательных ресурсов в формате SCORM 2004. Созданные многошаговые решатели используются в системах электронного обучения НИЯУ МИФИ и предназначены для выработки практических навыков при решении типовых задач по курсу «Информатика». В качестве среды разработки был использован Adobe Flash Professional CS5 со встроенным языком программирования ActionScript 2.0. Обсуждаются результаты внедрения многошаговых решателей в учебный процесс НИЯУ МИФИ. Проводится анализ результатов тестирования студентов до и после внедрения многошаговых решателей по теме: «Арифметические и логические основы информатики». Анализ проводится при помощи кластерного анализа методом k-средних. Статистические данные свидетельствуют, что использование многошаговых решателей более эффективно, чем при использовании заданий.

Ключевые слова: информационно-образовательные ресурсы, методология SCORM, системы электронного обучения, программные тренажеры, кластерный анализ

IMPLEMENTATION RESULTS OF TRAINING SIMULATORS IN SCORM 2004 FOR LEARNING COMPUTER SCIENCE IN NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY

Guseva A.I., Lebedeva A.V., Sheina E.A.

National research nuclear university «MEPhI», Moscow,

e-mail: aiguseva@mephi.ru, avlebedeva@mephi.ru, easheina@mephi.ru

This researching is directed on the important scientific problem solution which consists in development of interactive multistep electronic educational elements (such as training simulators) in format SCORM 2004 for learning computer science. Training simulators are used in e-learning systems in National research nuclear university «MEPhI» and are intended for formation practical skills in typical problem solution. AdobeFlashProfessionalCS5 using integrated programming language ActionScript 2.0 has been used as the development environment. The results of students learning before and after adoption of training simulators has been analyzed by using cluster analysis k-means. Cluster's profile and diagram which demonstrate dependence of the distance to the clusters centers on the tests resultswere constructed for better visualization of the results. Statistics demonstrate that using information-educational resources in format SCORM 2004 is more effectively than using worksheets.

Keywords: iinformation-educational resources, methodology SCORM, systems of electronic training, program training apparatus, cluster analysis k-means

В настоящее время на первый план в образовании выходит применение технологий электронного обучения, получившего легитимный статус в поправках к Закону «Об образовании» (2012 г.). На сегодняшний день в процессе образования активно используются средства электронного обучения: видео- и аудиоролики, иллюстрированные графики и схемы, многошаговые решатели. Благодаря развитию информационных технологий, появилось множество инструментов для их разработки. Чтобы использовать информационно-образовательные ресурсы (ИОР) и системы электронного обучения, разработанные с помощью различных технических средств, применяют стандарты. Среди всех продуктов стандартизации электронного обучения SCORM (Sharable Content Object Reference Model) 2004 получил самое широкое признание. В стандарте SCORM 2004 заложены следующие основные требования к учебным объектам: доступность, адаптируемость, эффективность, долговеч-

ность, интероперабельность, возможность многократного использования.

На базе Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» (НИЯУ МИФИ) была разработана система электронного обучения МИФИСТ, которая позволяет использовать курсы любых производителей, поддерживающих стандарт SCORM [1]. По стандарту SCORM учебные материалы формируются в единый SCORM-пакет, представляющий собой связку нескольких или более пакетов, содержащих наполнение Web-страниц. Учебный материал в SCORM-пакете представлен отдельными небольшими блоками, которые могут включаться в разные учебные курсы и использоваться системой электронного обучения независимо от того, кем, где и с помощью каких средств были созданы. SCORM-пакеты может содержать следующие учебные элементы: электронные лекции и презентации, тесты, многошаговые решатели и т.д. [2, 3].

В целях увеличения качества обучения на факультете «Управление и экономика высоких технологий» НИЯУ МИФИ для подготовки бакалавров по профилям «экономика», «менеджмент» и «бизнес-информатика» были разра-

ботаны и внедрены два многошаговых решателя в формате SCORM по курсу «Информатика» (рис. 1), свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2012618407 и № 2012618409 от 17 сентября 2012 г.

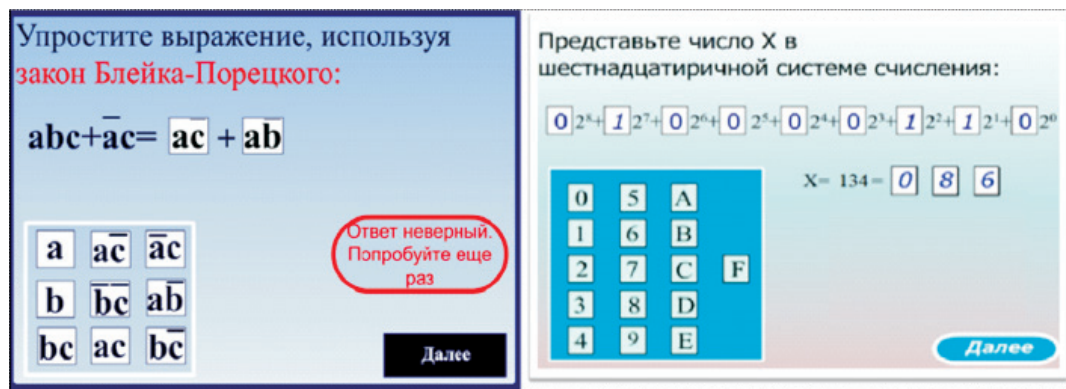


Рис. 1. Многошаговые решатели по арифметическим и логическим основам

В настоящее время в открытом доступе существует множество онлайн-калькуляторов для перевода из одной системы счисления в другую, а для изучения законов математической логики присутствует множество теоретических программ, но они не отвечают целям выработки практических навыков у студентов [4]. Таким образом, возникла задача разработки интерактивных многошаговых решателей для прохождения практикума по двум темам: «Арифметические основы информатики» и «Логические основы информатики».

Данные многошаговые решатели входят в состав программных тренажеров в формате SCORM-пакетов, элементами которых также являются лекции и тесты. В качестве среды реализации многошаговых решателей был выбран Adobe Flash Professional CS5, поддерживающий собственный язык Flash-Action Script 2.0. Многошаговый решатель «Арифметические основы информатики» предусматривает задания на перевод чисел из десятичной системы счисления в двоичную, восьмеричную и шестнадцатеричную [6]. Многошаговый решатель «Логические осно-

вы информатики» состоит из четырех заданий по таким темам, как закон дистрибутивности, закон Блейка-Порецкого, закон склеивания, закон поглощения [4]. Многошаговые решатели функционируют в двух режимах: самообучения и контроль знаний [2, 3]. В режиме самообучения пользователю предлагается выбрать тему задания. При неверном ответе переход к следующему шагу не происходит, система выдает ошибку (рис. 2). Оценка за выполнения задания не проставляется.

В режиме контроля знаний пользователю необходимо пройти все этапы решателя для получения оценки. При правильном ответе пользователю начисляются баллы, в случае неверного ответа пользователь получает 0 баллов. При работе с многошаговым решателем «Арифметические основы информатики» пользователю необходимо перевести случайно сгенерированное десятичное число в интервале (15–255) в другие системы счисления (двоичную, восьмеричную и шестнадцатеричную). Этапы решателя и баллы, начисляемые за верный/неверный ответ, представлены в таблице.

Этапы решателя и баллы, начисляемые за верный/неверный ответ

Номер этапа	Содержание этапа	Верный ответ	Неверный ответ
1 этап	Представление десятичного числа в виде суммы степеней	10 баллов	0 баллов (завершение прохождения решателя)
2 этап	Перевод десятичного числа в двоичную систему счисления	20 баллов	0 баллов
3 этап	Перевод десятичного числа в восьмеричную систему счисления	30 баллов	0 баллов
4 этап	Перевод десятичного числа в шестнадцатеричную систему счисления	40 баллов	0 баллов
	ИТОГО:	100 баллов	

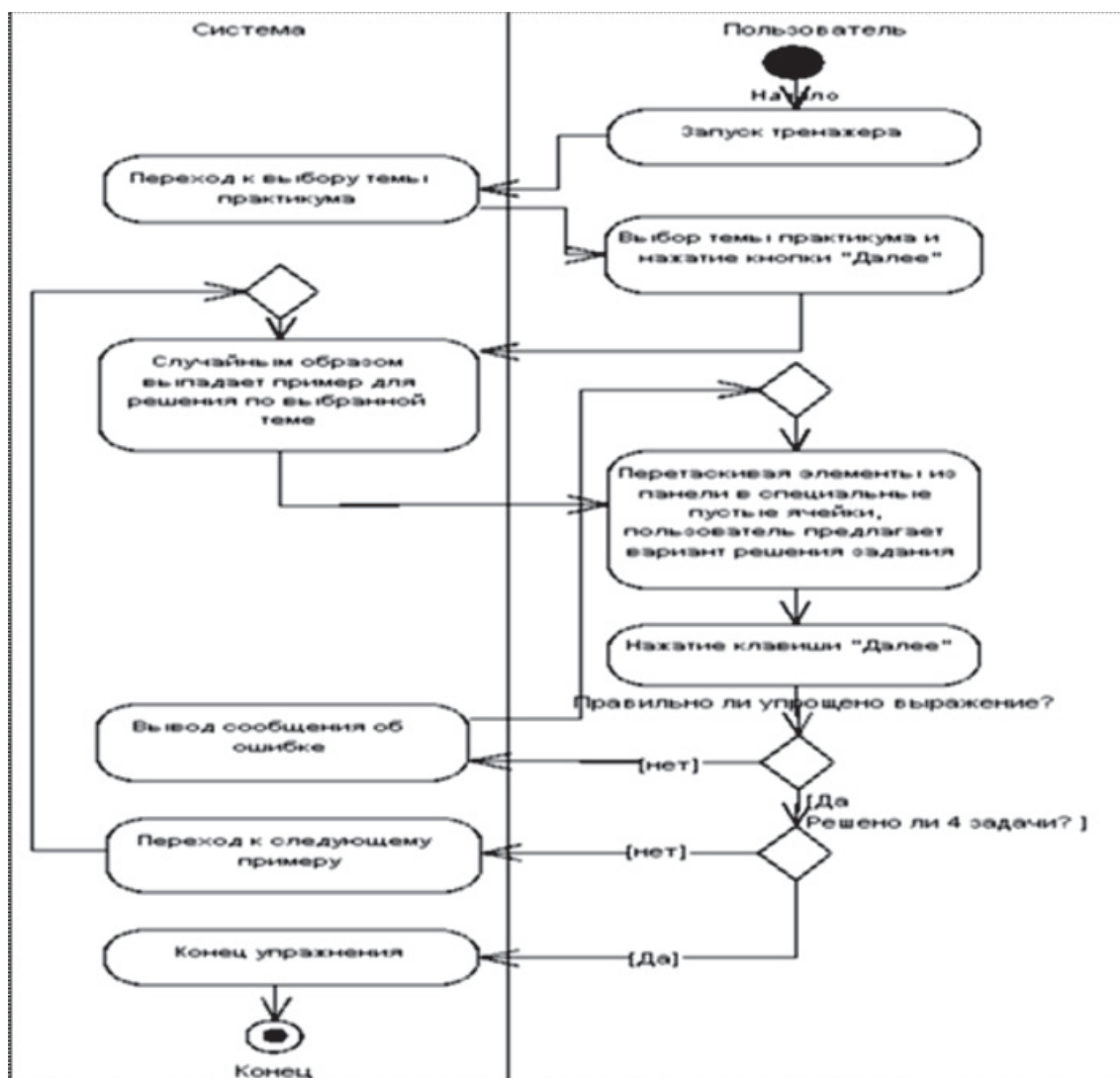


Рис. 2. Алгоритм прохождения многошагового решателя в режиме самообучения

Самостоятельная работа по курсу «Информатика» в 2011 году для различных групп была спланирована по-разному. Для ряда групп был только предоставлен доступ к таким информационно-образовательным ресурсам (ИОР), как опорные и краткие конспекты лекций, для других групп было добавлено обязательное выполнение домашних заданий, сдача которых была организована с помощью электронных журналов системы МИФИСТ. В двух домашних заданиях необходимо было решить несколько типовых задач на арифметические и логические основы информатики. Трудоемкость проверки этих двух заданий, направленных на развитие логического мышления и алгоритмизацию, для преподавательского коллектива составила более 200 учебных часов, так как более 80% учащихся смогли сдать задания только со вто-

рого или третьего раза при помощи интерактивного общения с преподавателем.

Обработка статистических результатов, полученных при использовании различных видов ИОР, показывает, что объем кластера «отличников» вырос на 1,6 раза при использовании заданий, при этом объем кластера «хорошисты» уменьшился на 20%. За счет них при использовании заданий объемы кластеров «троечники» и «двоечники» уменьшились в 2,5 и 6 раз соответственно.

В 2012 г. для уменьшения трудоемкости при проверке домашних заданий были использованы многошаговые решатели «Арифметические основы информатики» и «Логические основы информатики». Студенту предлагалось пройти решатель сначала в режиме самообучения для выработки навыков решения практических задач. После тренировки на одну неделю был открыт

доступ к многошаговому решателю в контрольном режиме, после выполнения которого студент получал оценку.

Результаты сдачи заданий, а также промежуточного и итогового тестирования по курсу «Информатика» были тщательно проанализированы. В качестве метода статистической обработки результатов тестирования был выбран кластерный анализ, который используется для классификации объектов в относительно однородные группы, которые называются кластерами. Объекты в каждом кластере должны быть похожи между собой и отличаться от объектов в других кластерах. Для проведения кластеризации был выбран метод кластеризации k-means (k-средних), позволяющий выбрать желаемое количество кластеров и базирующийся на определении максимально больших расстояний между k-кластерами. Также была выдвинута гипотеза о разбиении результатов тестирования на четыре кластера: «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Для проведения кластерного анализа была выбрана аналитическая платформа Deductor Studio. В качестве входных данных были выбраны результаты выполнения тестирования, а выходных – форма выполнения домашнего задания. В среде Deductor Studio разбиение на кластеры происходит по следующему алгоритму.

1. Первоначальное распределение объектов по кластерам. Центр кластера – среднее значение переменных объектов, входящих в кластер. Задается число k, и на первом шаге эти точки считаются «центрами» кластеров. Каждому кластеру соответствует один центр. Выбор начальных центров осуществляется случайным образом. В результате каждый объект назначается определенному кластеру.

2. Итерационный процесс. Выбираются новые центры кластеров и объекты перераспределяются. Процесс вычисления центров и перераспределения объектов продолжается до тех пор, пока не стабилизируются центры кластеров, т.е. все объекты будут принадлежать кластеру, которому они принадлежали до предыдущей итерации.

Профили кластеров представлены на рис. 3. Из полученных данных видно, что множество результатов разбилось на 4 неодинаковых по объему кластера. Оценка результатов проводилась по стобалльной шкале. Объем кластера 1 составляет 32,4%, среднее значение результат соответствует 77,7, т.е. – это «хорошисты». Кластер 3 имеет объем 28,7% и соответствует «отличникам», кластер 2 при объеме 22,1% соответствует «троечникам». Кластер 0 имеет объем 16,9% и описывает «двоечников», где максимальный процент выполнения заданий и тестов – 46%, а минимальный – 15%.

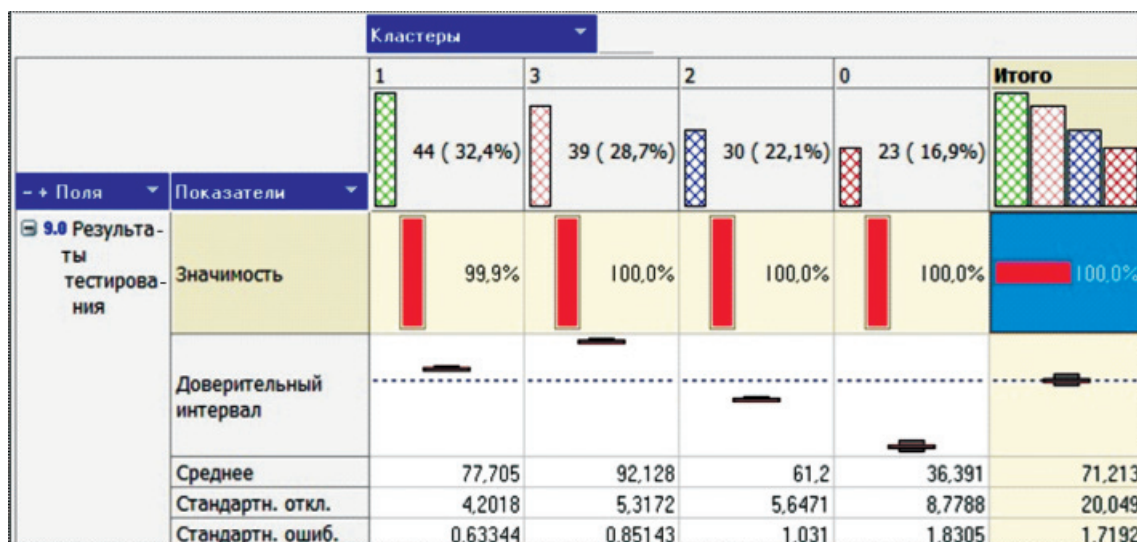


Рис. 3. Профили кластеров

Рассмотрим более подробно показатели объектов, входящих в «Кластер 3», т.е. «отличники». Данный кластер имеет объем 28,7%, средний процент успешного выполнения заданий равен 92,128%. Этот кластер находится на отрезке [100; 85], то есть минимальное значение объекта кластера 85, а максимальное – 100. Стандартное откло-

нение, равное 5,3172, показывает, что мы имеем большое отклонение (изменчивость) величины. Стандартная ошибка показывает расхождение между средней выборочной и всей совокупностью данных и зависит от объема выборки и степени вариации признака во всей совокупности данных. Доверительный интервал – графическое представ-

ление интервала, в который с определённой долей вероятности попадает среднее арифметическое значение генеральной совокупности. Значения, попавшие в «Кластер 3», больше общих средних значений, что графически представляется прямоугольником, находящимся выше пунктирной линии (общего среднего, равного 71,213 %).

Значимость показывает степень влияние данного поля на формирование конкретного кластера. В аналитической платформе Deductor используется t-критерий Стьюдента.

У данного кластера значимость равна 100 %, что показывает полное влияние результата выполнения тестирования на формирование кластера.

Для большей визуализации итогов кластерного анализа были построены диаграммы размещения результатов тестирования в 2011 и 2012 годах. Диаграмма размещения отображает зависимости между атрибутами в виде объектов в 2-мерном пространстве (рис. 4), при этом дополнительную информацию несут размер и форма объектов.

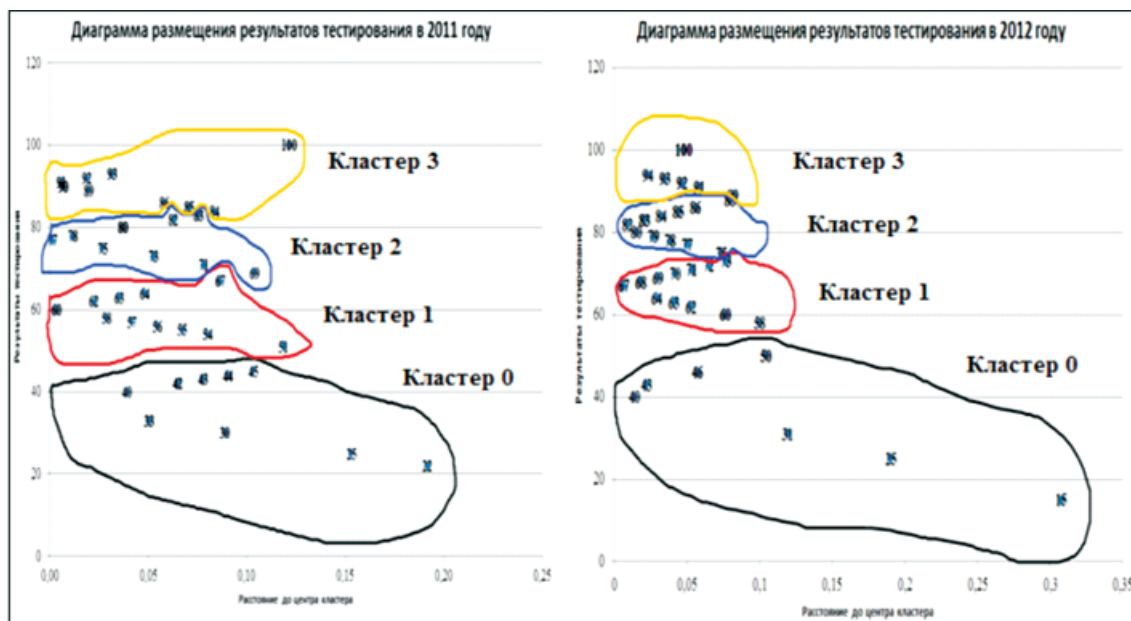


Рис. 4. Диаграмма размещения результатов тестирования в 2011 и 2012 годах
(кластер 0 – «неудовлетворительно»; кластер 1 – «удовлетворительно»;
кластер 2 – «хорошо»; кластер 3 – «отлично»)

Таким образом, статистические данные свидетельствуют, что использование тренажеров почти так же эффективно, как и заданий. Для всех кластеров при использовании многошаговых решателей наблюдается меньший разброс относительно центра кластера, дисперсия уменьшается в два раза; при этом изменение объема кластеров составляет менее 2 %. При этом трудоемкость проверки результатов выполнения каждого тренажера не превышает минуты.

Использование электронных учебных элементов для организации самостоятельной работы студентов позволяет осуществлять систематический контроль результатов обучения. Журналы заданий дают возможность не только автоматического сбора выполненных студенческих работ, но и создают среду для интерактивного общения с преподавателем для исправления и переделки заданий. Такая индивидуальная работа с преподавателем резко увеличивает количество студентов, успевающих на «хорошо» и «от-

лично», усвояемость учебного материала у этих групп студентов при использовании электронных учебных элементов «Задание» в среднем 1,5 раза выше, чем без них. Но на больших потоках трудоемкость проверки работ преподавателем в несколько раз превосходит установленные нормы трудоемкости. В ряде случаев, когда использование заданий основывается на использовании алгоритмов, возможна автоматизация процесса обучения с помощью интерактивных программных тренажеров, разработанных по методологии SCORM. Результат решения задач автоматически оценивается и передается в систему управления обучением LMS. И в этом случае происходит резкое увеличение количества студентов, успевающих на «хорошо» и «отлично». Усвояемость учебного материала у этой группы студентов лишь на 4 % меньше, чем при использовании журналов электронных заданий. Трудоемкость проверки результатов работы с тренажерами очень мала.

Список литературы

1. Информационно-образовательный портал для поддержки самостоятельной работы студентов исследовательского ядерного университета / А.И. Гусева, В.С. Киреев, А.Н. Тихомирова, С.А. Филиппов, А.С. Цыплаков // Программные продукты и системы. – 2009. – № 3. – С. 57–62.
2. Гусева А.И., Киреев В.С., Шеина Е.А. Опыт внедрения результатов научных исследований в учебный процесс исследовательского университета // Программные продукты и системы. – 2010. – № 4. – С. 202–207.
3. Развитие методологии SCORM для создания информационно-образовательных ресурсов / А.И. Гусева, А.В. Иванов, В.С. Киреев, И.М. Кожин, А.С. Цыплаков // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2012. – № 8, т.10. – С. 44–48.
4. Гусева А.И., Лебедева А.В. Внедрение в учебный процесс обучающего программного тренажера «Логические основы информатики» в формате SCORM 2004 // Научная сессия МИФИ-2013. XVI Международная телекоммуникационная конференция молодых ученых и студентов: сб. научных трудов. Часть III. – М.: НИЯУ МИФИ, 2013. – С. 116–117.
5. Гусева А.И., Лебедева А.В., Шеина Е.А. Внедрение в учебный процесс программных обучающих тренажеров по курсу «Информатика» в формате SCORM 2004 // Перспективы развития науки и образования: сб. науч. тр. по материалам Международной научно-практической конференции. – 2012. – Ч. 12. – С. 35–36.
6. Гусева А.И., Шеина Е.А. Разработка программного обучающего тренажера «Арифметические основы информатики» в формате SCORM 2004 // НАУЧНАЯ СЕССИЯ МИФИ-2013. XVI Международная телекоммуникационная конференция молодых ученых и студентов: сб. научных трудов. Часть III. – М.: НИЯУ МИФИ, 2013. – С. 114–115.

References

1. Guseva A.I., Kireev V.S., Tikhomirova A.N., Tziplakov A.S. Philippov S.A. Information-educational portal ME-

PHIST of the research nuclear university // Software and Systems, 2009. no. 3, pp. 57–62.

2. Guseva A.I., Kireev V.S., Sheina E.A. Introduction experience of results of scientific researches in educational process of research university // Software and Systems, 2010. no. 4. pp. 202–207.

3. Guseva A.I., Ivanov A.V., Kozgin I.M., Kireev V.S., Tziplakov A.S. Development of SCORM methodology in creating off information-educational resources // Information-measuring and control systems, 2012. no. 8, т. 10. pp. 44–48.

4. Guseva A.I., Lebedeva A.V. Application in education courseware simulator «Logical Foundations of Computer Science» in the format SCORM 2004 // Scientific Session MIFI-2013. XVI International Telecommunication Conference of Young Scientists and Students: Sat. scientific papers. Part III. M.: NRNU MEPI, 2013. pp. 116–117.

5. Guseva A.I., Lebedeva A.V., Sheina E.A. Application in the educational process of software training simulators for the course «Computer» in the format SCORM 2004 // Prospects of development of science and education: Sat. scientific. mp. Materials of the International Scientific Conference, 2012, P. 12, pp. 35–36.

6. Guseva A.I., Sheina E.A. Software development training simulator «Arithmetic Foundations of Computer Science» in the format SCORM 2004 // Scientific Session MIFI-2013. XVI International Telecommunication Conference of Young Scientists and Students: Sat. scientific papers. Part III. M.: NRNU MEPI, 2013. pp. 114–115.

Рецензенты:

Смирнов М.И., д.т.н., профессор, генеральный директор ЗАО «Нафтам-ИНПРО», г. Москва;

Киреев С.В., д.ф.-м.н., профессор, декан факультета повышения квалификации и переподготовки кадров, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва.

Работа поступила в редакцию 12.03.2013.