

Сапрыка, Г. М. Кожушко, Ю. А. Басова, В. И. Римшин, С. В. Марков - «Естественные и технические науки», № 9-10(77) 2014. - С. 474-476. 8. Васильченко, В. И. Основные направления развития современных систем учета электроэнергии [Текст] / В. И. Васильченко, О. Г. Гриб, А. В. Сапрыка, А. В. Лелека - Матеріали I Всеукраїнської науково-технічної конференції «Актуальні проблеми автоматики та приладобудування» 11-12 грудня 2014 р. Харків, НТУ «ХП», 2014. - С. 23-24. 9. Сапрыка, А. В. Обеспечение экологической безопасности городской среды на основе концепции энергосбережения в наружном освещении [Текст] / А. В. Сапрыка, Л. Ю. Ступишин - Известия Юго-Западного государственного университета. Серия «Техника и технологии». №2. 2012. - С 320-322. 10. Гриб, О. Г. Средства измерительной техники в электроэнергетике [Текст] / О. Г. Гриб и др. - Харьков, «Типография Мадрид», 2014. - 744 с.

Bibliography (transliterated): 1. Guk, Y. B. (1990) Theory of reliability in the power. L. Energoatomizdat. 207. 2. Eisenberg, J. B. (2006). Handbook for Lighting. 3rd ed., Rev. and add. Moscow: Mark. 972. 3. Sapryka, A. V. (2010). Modern technology in lighting systems metropolis. Kharkov: KhNURE. 260. 4. Rubtsov, V. P., Pogrebissky M. M. (2008). Simulation in Engineering - M. MEI. 101. 5. Kogan, L. M. (2000). Semiconductor LEDs: current state of. Light, № 6, 11-15. 6. Shcherbakov, V. N. (2006). Reliability research and diagnostic LEDs based on heterostructures of primary colors. Proc. works 20 IRTC "Information technology and simulation of devices and technological processes to ensure quality and reliability." M: MGUPI. T. 3. Pp. 65-74. 7. Sapryka, A. V., Kozhushko, G. M., Bass, Y. A., Rymshyn, V.I., Markov, S. V. Damage to the Economic Evaluation in osvetytelnom complex mehapolysa with uchetom qualities electricity. "Estestvennye and tehnycheskye science», № 9-10 (77) 2014. 474-476. 8. Vasil'chenko, V. I., The fungus, O. H., Sapryka, A. V., Stork, A. V. (2014). Main direction of development of account sovremennh electricity. Proceedings of the I All-Ukrainian scientific conference "Actual problems of automation and instrumentation". Kharkiv, NTU "KPI", 2014, 23-24. 9. Sapryka, A. V., Stupyshyn, L. Y. (2012) Obespechenye ekolohycheskoy horodskoy security environment based on a concept Energy Saving Lighting naruzhnej. Proceedings of the South-West state-owned University. Series "Technique and Technologies". №2, 320-322. 10. Mushroom, O. H. and others. (2014). Sredstva yzmerytelnoy technics in Electricity. Kharkiv, "Madrid Tipografiya", 744.

Надійшла (received) 25.02.2015

УДК 37.046

Л. М. МАЛЯРЕЦ, д-р эконом. наук, проф., зав. каф., ХНЭУ, Харьков;
Е. А. КОВАЛЕВА, канд. техн. наук, доц., преп., ХНЭУ, Харьков

СОЗДАНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ТЕСТОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА. ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА»

Статья посвящена созданию интерактивных тестов, сущностью которых является сравнительно большая заинтересованность учащихся осуществлять тестирование в режиме диалога с компьютером и сразу получать результат, а не ждать, когда учитель проверит бумажные тесты. Процесс создания интерактивных тестов разделен на несколько этапов, каждый из которых подробно описан в данной статье.

Ключевые слова: высшая математика, линейная алгебра, интерактивный тест, оценивание, Adobe Captivate.

Введение. Линейная алгебра является одним из основных разделов учебной дисциплины «Высшая математика». После изучения данного раздела студент должен знать и оперировать следующими понятиями: матрица, определитель, системы линейных алгебраических уравнений и способы их решения.

© Л. М. МАЛЯРЕЦ, Е. А. КОВАЛЕВА, 2015

Одним из основных инструментов проверки знаний студентов ВУЗов, в том числе и по вышеуказанным темам, является тестирование. Для тестов, используемых в учебных целях, существуют общие правила и этапы разработки, описанные в работе [1]. Однако, это всего лишь общие формулировки, косвенно относящиеся как к техническим дисциплинам ВУЗов, так и к компьютерным интерактивным тестам в частности.

Общепризнанным фактом при создании именно компьютерных тестов является использование интерактивных электронных сред e-Learning. Их преимущества по сравнению с печатными аналогами являются очевидными [2]. Такой подход хоть и является наиболее актуальным, но в свою очередь требует от преподавателей ВУЗов знание помимо предметной области и в области разработки программного обеспечения.

На сегодняшний день проблеме тестирования обучающихся посвящено немало научных работ, таких как [3–7], в которых приведены различные классификации тестов, уделено внимание форме тестовых заданий [7, 8], рассмотрены основные функции тестирования, а так же указаны преимущества и недостатки тестирования по сравнению с другими формами контроля знаний [9, 10]. В других работах [11, 12] приведен детальный обзор существующих на сегодняшний день программ, с помощью которых создаются компьютерные интерактивные тесты. Однако, на взгляд авторов, эти работы носят лишь обзорный характер, не неся в себе практической значимости вообще, и для преподавателей ВУЗов в частности.

Поэтому авторы статьи предпринял попытку алгоритмизировать процесс создания интерактивных тестов для любых специальностей ВУЗов на конкретном примере теста по линейной алгебре.

Цель работы. Данная работа посвящена разработке интерактивного компьютерного теста с автоматическим подсчетом баллов по линейной алгебре в среде Adobe Captivate, который как охватывает все дидактические единицы, входящие в состав раздела линейной алгебры, так и полностью удовлетворяет техническим требованиям, предъявляемым к компьютерным тестам. Провести оценку тестовых заданий путем расчета основных характеристик теста.

Создание компьютерного теста по теме «Линейная алгебра». Исходя из постановки задачи было разработано 70 различных вариантов заданий (сценариев) по теме «Линейная алгебра». Все задания имеют различный вид, соответствующий встроенным типам вопросов программы Adobe Captivate, более подробно описанным в работе [13]. В свою очередь встроенные типы тестов Adobe Captivate полностью охватывают все возможные конструкции тестирования.

Каждое задание составлено таким образом, чтобы среднее время, необходимое для выполнения тестовых заданий, не превышало 1,2 мин. В таблице 1 приведен план создания сценария вышеописанного компьютерного теста, а так же указано количество баллов по каждому типу.

Существенным аспектом подготовки процедуры тестирования является разработка методики оценивания ответов. По мнению авторов предпочтительнее такая система: каждое задание оценивается количеством баллов, соответствующим его уровню сложности; то есть тест содержит задания

неравноценные по сложности. Причем, задания составлены так, чтобы сумма баллов за простые задания не была меньше суммы баллов за сложные задания, а итоговая сумма баллов за все задания равнялась ста баллам.

Таблица 1 – План создания компьютерного теста

Подтемы теста	Multiple Choice	True/False	Fill-In-The-Blank	Short Answer	Matching	Hot Spot	Sequence	Количество возможных баллов
Матрицы: основные определения. Операции над матрицами. Свойства операций над матрицами.	4	1	2	-	1	2	-	14,28
Определитель. Понятие минора и алгебраического дополнения. Основные свойства определителя.	1	1	1	3	1	2	1	15,28
Системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Однородные и неоднородные СЛАУ. Совместные/несовместные.	2	-	2	-	1	3	2	13,2
Формулы Крамера.	1	2	1	-	2	2	2	11
Матричный способ решения СЛАУ. Обратная матрица. невырожденная матрица и ее свойства.	-	2	2	2	2	2	-	15
Ранг матрицы. Теорема Кронекера-Капелли. Метод элементарных преобразований для определения ранга матрицы СЛАУ.	3	-	-	3	2	1	1	18,7
Метод Гаусса. Метод Жордана-Гаусса.	2	2	-	2	-	2	2	12,54
Общее число используемых типов теста	13	8	8	10	9	14	8	100

Согласно табл. 1 было разработано 70 текстовых «сценариев», на основании которых была разработана концептуальная модель компьютерного теста, алгоритм создания которой в среде Adobe Captivate приведен на рис. 1.



Рис. 1 – Алгоритм создания компьютерного теста

Более подробно создание и форматирование тестов в среде Adobe Captivate описано в работе [13]. Таким образом, следуя пошаговой вышеизложенной инструкции, получен готовый программный продукт, который может быть использован на любом персональном компьютере без установки какого-либо дополнительного программного обеспечения,

что полностью соответствует одной из поставленных задач данной работы.

Методика расчета тестовых характеристик. В данной работе авторы отобрали наиболее распространенные тестовые характеристики: надежность, валидность и дискриминативность.

Надежность. Чтобы оценить степень надежности созданного теста авторы используют упрощенную формулу Гутмана [14], которой можно пользоваться для приближенной оценки надежности теста:

$$r = 1 - \frac{E}{N \cdot K}, \quad (1)$$

где E – общее количество ошибок, N – количество экзаменуемых, а K – количество заданий.

Получив данные тестирования они вносятся в соответствующую программу анализа и затем рассчитывается альфа Кронбаха для каждой шкалы, приведенные в работе [14].

Используя формулу (1) рассчитаем степень надежности данного интерактивного теста из расчета, что $N=1$ – расчет проводится на одного студента, $K=70$ – количество заданий, $E=14$ – допустимое количество ошибок теста одного студента:

$$r = 1 - \frac{14}{25 \cdot 70} = 0,8, \quad (2)$$

что говорит о хорошей надежности интерактивного теста.

Валидность. В данной работе автор рассчитывает валидность с учетом результатов компьютерного тестирования и экспертных оценок по формуле (3):

$$V = \frac{1}{S_E S_Z} \left(\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i Z_i \right) - \bar{E} \bar{Z} \right) \cdot \frac{n}{n-1}, \quad (3)$$

где $\bar{E} = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n E_i \right)$ – среднеарифметическое экспертных оценок;

$S_E = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n (E_i - \bar{E})^2 \right)}$ – стандартное отклонение этих оценок; \bar{Z} –

среднеарифметическое баллов студентов, а S_Z – стандартное отклонение этих баллов, вычисляются аналогично.

После обработки входных данных результатов тестирования обучающихся были получены следующие численные результаты:

$$S_E = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n (E_i - \bar{E})^2 \right)} = 1,3368, \quad S_Z = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n (Z_i - \bar{Z})^2 \right)} = 1,5048.$$

Валидность рассчитываем по формуле (3):

$$V = \frac{1}{S_E S_Z} \left(\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i Z_i \right) - \bar{E} \bar{Z} \right) \cdot \frac{n}{n-1} = \frac{1}{2,0116} (48,3 - 46,72) \cdot 1,11 = 0,8717.$$

Таким образом, степень корреляции между результатами теста и внешним критерием (экспертными оценками) достаточно высока и составляет 0,8717.

Важным моментом является проверка статистической значимости полученной характеристики. Используя критерий Стьюдента (t -статистика) с

числом степеней свободы $\nu = 8$ и уровнем значимости $\alpha = 0,05$ было выявлено, что расчетное значение t -статистики превышает табличное, следовательно гипотеза о равенстве нулю коэффициента корреляции отклоняется. Данный результат говорит о высокой валидности компьютерного теста.

Дискриминативность. Авторы предлагают вычислять коэффициент дискриминации, рассчитывая меру соответствия между успешностью решения одной задачи и всего теста. Этот показатель будет являться коэффициентом дискриминации, для его расчета используют формулу:

$$D = \frac{\bar{x}_i - \bar{x}}{\sigma_i} \cdot \sqrt{\frac{n}{N-n}}, \quad (4)$$

где: \bar{x} – среднее арифметическое значение всех индивидуальных оценок по тесту; \bar{x}_i – среднее арифметическое значение оценок по тесту у тех испытуемых, которые правильно решили задачу; σ_i – среднеквадратическое отклонение индивидуальных оценок по тесту для выборки; n – число испытуемых, правильно решивших задачу; N – общее число испытуемых.

Коэффициент дискриминации может принимать значения от -1 до $+1$. Высокое положительное значение дискриминативности тестового задания свидетельствует об эффективности деления испытуемых, высокое отрицательное значение свидетельствует о непригодности данной задачи для теста, о ее несоответствии суммарному результату. Результат $D \geq 0,3$ считается удовлетворительным. Если значение коэффициента близко к 0 , то задачи должны рассматриваться как некорректно сформулированные.

Для данного теста дискриминативность составила $D \approx 0,51$, следовательно, задания, вошедшие в приведенный компьютерный тест, являются дискриминативными.

Выводы. Составление компьютерных тестов является сложной задачей, решению которого была посвящена данная статья. Авторы создали интерактивный компьютерный тест по высшей математике (раздел «Линейная алгебра») с использованием электронной среды Adobe Captivate. Данный тест представляет собой заверченный программный продукт, обладающий определенными свойствами и характеристиками и отвечающий современным методическим требованиям. Тест обладает составом, целостностью и структурой. Он состоит из 70 заданий, правил их применения в виде соотношения со встроенными типами тестов в Adobe Captivate, оценок за выполнение каждого задания и автоматическим подсчетом тестовых результатов. Целостность теста проявляется во взаимосвязи заданий, включенных в тест, основанных на «сценариях». Расчет основных тестовых показателей показал, что данный продукт может использоваться в учебных программах ВУЗов.

Список литературы: 1. Wilson, M. Constructing Measures: An Item Response Modeling Approach [Text] / M. Wilson // Lawrence Erlbaum associates, Mahwah, New Jersey. – 2011. – № 2. – P. 716-730. 2. Ковалева, Е. Разработка тренировочного упражнения решения систем линейных алгебраических уравнений в Adobe Captivate [Текст] / Екатерина Ковалева // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – Т. 5, № 3 (65). – С. 9-12. 3. Батулин, Н. А. Технология разработки тестов: часть I [Текст] / Н. А. Батулин, Н. Н. Мельникова // Вестник

ЮУрГУ. Серия: Психология. – 2009. – № 30 (163). – С. 4-14. **4. Ким, В.** Измерение латентных параметров испытуемых и тестовых заданий [Текст] / *Владимир Ким* // Мат. IX Всерос. научно-практ. конф. «Теория и практика измерения латентных переменных в образовании» (21-23 июня 2007 г.), Славянск-на-Кубани: Изд.центр СГПИ. – 2007. – С. 70-71. **5. Горовая, Т.** Современные системы компьютерного тестирования: аналитический обзор [Текст] / *Татьяна Горовая* // ИСОМ. – 2013. – №1 (17). – С. 79-81. **6. Smith, E.V.** An introduction to Rasch measurement for scale development and person assessment [Text] / *E.V. Smith, J.M. Conrad, K. Chang, J. Piazza* // Journal of Nursing Measurement. – 2002 – № 10. – P. 189-206. **7. Фалалева, О.** Оценивание учебных достижений методом мягкого тестирования [Текст] / *Ольга Фалалева* // Вестн. МГОУ. Серия "Открытое образование". М.: Изд-во МГОУ. – 2006. – Том 2 (33). – С. 126-130. **8. Батурич, Н. А.** Технология разработки тестов: часть II [Текст] / *Н. А. Батурич, Н. Н. Мельникова* // Вестник ЮУрГУ. Серия: Психология. – 2009. – № 42 (175). – С. 5-13. **9. Pender, F. T.** The testing of clinical skills in dietetic students prior to entering clinical placement [Text] / *F. T. Pender, A. E. Looy* // Journal of human nutrition and dietetics. – 2004. – Т 17, № 1. – P. 17-24. **10. Wood, T.** Assessment not only drives learning, it may also help learning [Text] / *T. Wood* // Medical Education. – 2009. – Т 43, № 1. – С. 5-6. **11. Spearman, C.** Correlation calculated from faulty data [Text] / *C. Spearman* // British Journal of Psychology. 2010. – Vol. 3, № 2. – P. 271-295. **12. Richard, H. W.** Charles Spearman: British Behavioral Scientist [Text] / *H. Williams Richard, W. Zimmerman Donald, D. Zumbo Bruno, Ross Donald* // Human Nature Review. 2003. – № 3. – P. 114-118. **13. Березовский, В. С.** Создание электронных учебных ресурсов и онлайн-обучение: [Учебн. пособ.] [Текст] / *В. С. Березовский, И. В. Стеценко*. – К.: Изд. группа BHV, 2013. – 176 с.: ил. ISBN 978-966-552-266-9. **14.** Тестовый метод контроля качества обучения и критерии качества образовательных тестов. Обзор [Электронный ресурс] / *А. П. Карпенко, А. С. Домников, В. В. Белоус* // Электронный журнал, №4. Режим доступа: URL: <http://technomag.bmstu.ru/doc/184741.html>

Bibliography (transliterated): **1. Wilson, M.** (2011). Constructing Measures: An Item Response Modeling Approach. Lawrence Erlbaum associates, Mahwah, New Jersey, 2011. **2. Kovaleva, K.** (2013). Development of training exercise of decision of the systems of linear algebraic equalizations in Adobe Captivate. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 9-12. **3. Baturin, N. A.** (2009). Technology of development of tests: part I. Announcer SU State University, Series: Psychology, 4-14. **4. Kim, V.** (2007). Measuring of latent parameters of examinee and test tasks. Math. IX Russ. Scientific-practical conference "Theory and practice of measuring of latent variables are in education", Sloviansk on Kuban: Publishing center SGPI, 70-71. **5. Gorohovay, T.** (2013). Modern systems of the computer testing: state-of-the-art review. ICOM, 79-81. **6. Smith, E. V.** (2002). An introduction to Rasch measurement for scale development and person assessment. Journal of Nursing Measurement, 189-206. **7. Falaleeva, O.** (2006). Evaluation of educational achievements the method of the soft testing. Announcer MSRUniversity, Series are "Open education", Moscow Publish of MSRUniversity, 126-130. **8. Baturin, N. A.** (2009). Technology of development of tests: part II. Announcer SU State University, Series: Psychology, 5-13. **9. Pender, F. T.** (2004). The testing of clinical skills in dietetic students prior to entering clinical placement. Journal of human nutrition and dietetics, 17-24. **10. Wood, T.** (2009). Assessment not only drives learning, it may also help learning. Medical Education, 5-6. **11. Spearman, C.** (2010). Correlation calculated from faulty data. British Journal of Psychology, 271-295. **12. Richard, H. W., Donald, W. Z., Bruno, D. Z., Donald Ross** (2003). Charles Spearman: British Behavioral Scientist. Human Nature Review, 114-118. **13. Berezovskiy, V. P., Stecenko, I. V.** (2013). Creation electronic educational resources and on-line teaching. Publ. group of BHV, 176. **14. Karpenko, A. P., Domnikov, A. S., Matgrass, V. V.** Test method of control of quality of educating and criteria of quality of educational tests. Electronic magazine, 4. Access mode: URL: <http://technomag.bmstu.ru/doc/184741.html>

Поступила (received) 12.02.2015