

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 економ. 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;  $\sigma_i$  – 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*