

УДК 373.1.02:372.8

DOI: 10.23951/2307-6127-2018-3-37-41

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЬЮТЕРНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ

Е. А. Бумагина, Е. Г. Лазарева

Томский государственный университет, Томск

Описан опыт применения обучающих компьютерных тестов в основной школе. Тестовые задания были созданы учителем математики в компьютерной системе «Айрен» в соответствии с программой для 8-го класса по теме «Неравенства». Тесты предлагались учащимся кадетского корпуса во время самоподготовки. Оценки по результатам решения тестовых заданий не выставлялись. Результаты обучения кадетов, использовавших тесты, оказались выше результатов в контрольной группе учащихся, не использовавших тесты. Показано, что улучшение результатов обучения связано с успехами учащихся в тестировании.

Ключевые слова: *обучающий компьютерный тест, программа «Айрен», эффективность методики обучения, критерий Манна–Уитни, коэффициент корреляции Спирмена.*

Компьютерное тестирование в школьном образовании применяется все более широко. Создаются и совершенствуются программные оболочки, позволяющие проводить тестирование и фиксировать результаты прохождения тестов [1–3 и др.]. Большое внимание уделяется качеству тестов, т. е. их надежности и валидности, а также обработке результатов тестирований [4, 5]. При этом в основном речь идет о применении тестов для контроля результатов обучения или в диагностических целях, для проверки усвоения учебного материала. Однако все больше авторов [2, 6, 7] говорят о возможностях и преимуществах использования компьютерных тестов с целью обучения, формирования компетенций учащихся. При этом становится актуальным вопрос: какова эффективность внедрения технологий тестирования в обучающий процесс? как измерить обучающее воздействие компьютерных тестов? Так, в работе [2] описан комплекс тематических компьютерных тестов различных уровней сложности по основным разделам курса алгебры, используемый для самостоятельной работы учащихся 9–11-х классов. Цель внедрения комплекса тестов – систематизация знаний и умений обучающихся по всем основным темам школьного курса алгебры, а также индивидуализация образовательного процесса. Доказательством эффективности описанной методики служит сравнительная таблица среднего балла по ЕГЭ учащихся, обучающихся с применением тестов, и средних данных балла ЕГЭ по России и региону. Однако ясно, что исследования достижений только тех учащихся, которые использовали тестирование в обучении, недостаточно. Необходимо провести сравнение с учащимися, обучавшимися традиционным способом, как, например, это было сделано в работе [8] для студенческих групп. О частом отсутствии доказательной базы при формулировке результатов педагогических экспериментов говорится в [9].

Целью данного исследования является оценка эффективности внедрения тестирования в процесс обучения математике в основной школе. Мы использовали тесты, подготовленные в программе «Айрен» [10] и соответствующие учебно-методическому комплексу А. Г. Мордковича [11]. Отметим, что подготовка тестов – дополнительная методическая ра-

бота, которая повышает квалификацию педагога и позволяет подобрать задания, соответствующие логике и содержанию учебного процесса и уровню подготовки учащихся, а не подстраивать учебный процесс под имеющиеся готовые тесты.

Методика создания комплекса тестов и проведения тестирования описана в [7]. Тестирование проводилось в 2016–2017 учебном году в Северском кадетском корпусе в одном из двух параллельных восьмых классов. Новый тест предлагался один раз в неделю и содержательно соответствовал учебному материалу этой недели. Всего кадетам было предложено пять тестов. Исследуемая группа учащихся – кадеты 8 «Б» класса – решали тесты, рассчитанные на 15–20 минут, во время «самоподготовки», а кадеты 8 «А» класса делали только обычную домашнюю работу в тетрадах. При решении тестов учащиеся могли советоваться друг с другом (задания тестов имели различные числовые параметры), кадеты использовали черновики для решения предложенных заданий письменно, а ответы давали в компьютерной системе. Оценки по результатам решения тестовых заданий не выставлялись.

Решив тест и нажав кнопку «Завершить работу», учащиеся сразу видели свой результат по каждому заданию в формате «верно-неверно» и оценку за тест в процентах (доля правильно решенных заданий). Если эта оценка не устраивала тестируемого, он мог пройти тест еще несколько раз (в рамках отведенного на тестирование времени).

Для оценки эффективности внедренной методики мы сравнили учебные достижения кадетов тестируемого (8 «Б») и нетестируемого (8 «А») классов до и после внедрения тестирования. Для применения статистических методов были необходимы данные, позволяющие хорошо различать успехи испытуемых, то есть не оценки, а баллы. Мы использовали ранговые критерии, свободные от распределений [12, 13], так как гарантировать принадлежность распределения баллов к некоторому параметрическому семейству распределений при малых объемах выборок затруднительно. Для сравнения уровня математической подготовки в двух классах до внедрения тестирования использовали мониторинг (измерительную работу) по математике в восьмых классах. Исследуемая группа составлена из 17 кадетов 8 «Б» класса, принимавших участие в мониторинге по математике (до тестирования), тестировании и написавших контрольную работу по теме «Неравенства». Контрольная группа составлена из 14 кадетов 8 «А» класса, принимавших участие в мониторинге и написавших контрольную работу по теме «Неравенства».

Средний балл по результатам мониторинга оказался равным 15,8 в контрольной группе и 14,7 в исследуемой группе. Учитывая малые объемы выборок, невозможно сделать выводы об уровне подготовки обучающихся по этим данным. Применяя ранговый критерий Манна–Уитни [14], выдвинули гипотезу о равенстве распределений баллов в обоих классах по результатам мониторинга. Получили эмпирическое значение $U_{\text{эмп}} = 137$. Соответствующее критическое значение критерия при уровне значимости $\alpha = 0,05$ ($n_1 = 17$, $n_2 = 14$) $U_{\text{кр}} = 77$ (см. [15]). Так как $U_{\text{кр}} < U_{\text{эмп}}$, то нельзя отвергать выдвинутую гипотезу, делаем вывод, что уровень математической подготовки экспериментальной и контрольной групп совпадает с уровнем значимости 0,05. Заметим, что при этом среднее значение баллов мониторинга в контрольной группе (15,9) выше, чем в исследуемой группе (14,5). Таким образом, если при применении критерия Манна–Уитни произошла ошибка второго рода (гипотеза о равенстве распределений принята, хотя это не так), то, скорее, выше уровень подготовки в 8 «А» классе.

Для сравнения учебных достижений после внедрения тестирования использовали результаты контрольной работы по теме «Неравенства» в 8 «А» и 8 «Б» классе. Контрольная работа оценивалась по заданиям в баллах. Средний балл за контрольную работу в контрольной группе оказался равен 10,9, в исследуемой – 13,3. Проверяем гипотезу о равенстве

распределений баллов контрольной работы в обоих классах. Применяя ранговый критерий Манна–Уитни, имеем: $U_{\text{эмп}} = 65,5$, $U_{\text{кр}} = 77$, $\alpha = 0,05$. Так как $U_{\text{кр}} > U_{\text{эмп}}$, то применение обучающего тестирования привело к статистически значимым отличиям результатов: с большой уверенностью можно говорить о том, что уровень знаний по теме «Неравенства» в группе, обучавшейся с применением тестирования, оказался выше, чем в группе, не решавшей тесты.

Интересно было получить ответ на вопрос о связи результатов тестирования с результатами контрольной работы. Мы исследовали корреляцию результатов контрольной работы и средних баллов за тесты в выборке из 18 кадетов 8 «Б» класса. Так как каждый тест можно было пройти несколько раз, то баллом за тест посчитали максимальный балл из всех попыток прохождения этого теста. Средний балл за все тесты мы считали двумя способами: как средний балл решенных тестов и как средний балл, учитывая 0 баллов за нерешенные тесты. Так как обеспечить абсолютную посещаемость внеурочных занятий кадетами очень сложно, то большинство кадетов из 8 «Б» класса (10 из 18) решали не все тесты. Однако задания в тестах предполагают повторение предыдущего материала, поэтому пропуск одного или двух тестов из пяти не критичен. Мы выяснили, что средний балл всех тестов слабо коррелирует с баллом контрольной работы: коэффициент ранговой корреляции Спирмена [13] равен $\approx 0,28$. Средний балл решенных тестов имеет связь с результатами контрольной средней силы: $r_{\text{выб}} \approx 0,49$ с учетом поправок на равные ранги [16], с достоверностью 95 % гипотезу об отсутствии связи между данными можно отвергнуть. Значит, некоторая связь между удачным решением тестов и хорошо написанной контрольной работой имеется.

Таким образом, мы подтвердили наличие обучающего потенциала у компьютерных тестов по математике для основной школы. Остается открытым вопрос о том, что именно послужило улучшению результатов контрольной работы по теме «Неравенства» в группе кадетов, проходивших тестирование. Возможно, дело не только в заданиях в форме тестов, но и в том, что было увеличено время работы кадетов по этой теме. Однако это также говорит об обучающем потенциале компьютерных тестов: появляется дополнительная возможность привлечь обучающихся к математической деятельности. Работа по изучению эффективности тестирований в процессе преподавания математики в школе, безусловно, должна быть продолжена.

Список литературы

1. Иванов А. П. Систематизация знаний по математике в профильных классах с использованием тестов. М.: Физматкнига, 2004. 416 с.
2. Морозов Е. А., Морозова А. В., Новоселов А. В. Организация внеурочной самостоятельной деятельности по математике // Проблемы современного образования. 2015. № 3. С. 97–107.
3. Краснопеев И. А., Яценко А. В., Солощенко М. Ю. Создание тестов по математике для школьников // Международный студенческий научный вестник. 2015. № 6. С. 114.
4. Чельшкова М. Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов: учеб. пособие. М.: Логос, 2002. 431 с.
5. Майоров А. Н. Теория и практика создания тестов для системы образования. М.: Интеллект-Центр, 2002. 295 с.
6. Аванесов В. С. Проблема соединения тестирования с обучением // Народное образование. 2016. № 7-8 (1458). С. 132–140.
7. Бумагина Е. А., Лазарева Е. Г. Методика внедрения заданий в форме компьютерных тестов в процесс преподавания математики в школе: материалы VI Междунар. конф. «Математика, ее приложения и математическое образование» (МПМО17). 2017. С. 106–109.
8. Морозова А. В. Технология использования учебных тестов при изучении курса математики в вузе // Вестник Томского гос. пед. ун-та (TSPU Bulletin). 2016. Вып. 4 (169). С. 80–85.
9. Новиков Д. А. Статистические методы в педагогических исследованиях (типовые случаи). М.: МЗ-Пресс, 2004. 67 с.

10. Останин С. Программа тестирования знаний «Айрен». URL: <http://www.irenproject.ru/> (дата обращения: 21.01.2018).
11. Мордкович А. Г. Алгебра: учебник для 8 класса. М.: Мнемозина, 2014. Ч. 1, 2.
12. Sheldon M. Ross. Introduction to probability and statistics for engineers and scientists. Elsevier Academic Press, 2004. 641 p.
13. Справочник по прикладной статистике / под ред. Э. Ллойда, У. Ледермана. М.: Финансы и статистика, 1990. Т. 2. 256 с.
14. Афанасьев В. В., Сивов М. А. Математическая статистика в педагогике. Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2010. 75 с.
15. Ликеш И., Ляга Й. Основные таблицы математической статистики. М.: Финансы и статистика, 1985. 356 с.
16. Афанасьев В. В. Теория вероятностей в вопросах и задачах. URL: <http://cito-web.yspu.org/link1/metod/theory/> (дата обращения: 21.01.2018).

Бумагина Елена Александровна, магистрант, Томский государственный университет
(пр. Ленина, 36, Томск, 634050). E-mail: milenaalex88@sibmail.com

Лазарева Елена Геннадьевна, кандидат физико-математических наук, доцент, Томский государственный университет (пр. Ленина, 36, Томск, 634050). E-mail: lazareva@math.tsu.ru

Материал поступил в редакцию 02.01.2018

DOI: 10.23951/2307-6127-2018-3-37-41

EFFICIENCY OF COMPUTER TESTING IN TEACHING MATHEMATICS AT PRIMARY SCHOOL

E. A. Bumagina, E. G. Lazareva

Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation

The paper describes the experience of using computer-based training tests at primary school. The tests tasks were created by the mathematics teacher in the IREN computer system in accordance with the program for the 8th grade on the topic “Inequalities” and taking into account the level of student preparation. The purpose of these tests was to teach students to transform and solve inequalities. The tests were offered to students of the Cadet Corps. Previously, we have formed two groups of eighth grade students who are equal in basic training in mathematics. One group (17 people) did the tests during self-training. We did not limit the number of attempts to pass the test. We did not grade students according to the results of these tests. Another group (14 people) did only ordinary homework on paper. We compared the results of training cadets who used the tests with the results in the control group of cadets who were not tested. These two groups of students solve the same test work on paper. We used the Mann-Whitney test. The results of the training of the cadets who did the tests were better. Using Spearman’s rank correlation coefficient, we showed that improving learning outcomes associated with student success in testing.

Key words: *teaching computer test, effectiveness of training methodology, program IREN, Mann-Whitney test, Spearman correlation coefficient.*

References

1. Ivanov A. P. *Sistematizatsiya znaniy po matematike v profil'nykh klassakh s ispol'zovaniem testov* [Systematization of knowledge in mathematics in profile classes using tests]. Moscow, Fizmatkniga Publ., 2004. 416 p. (in Russian).
2. Morozov E. A., Morozova A. V., Novoselov A. V. *Organizatsiya vneurochnoy samostoyatel'noy deyatel'nosti po matematike* [Organization of extracurricular activities in mathematics]. *Problemy sovremennogo obrazovaniya – Problems of Modern Education*, 2015, no. 3, pp. 97–107 (in Russian).
3. Krasnopeev I. A., Yashenko A. V., Soloshchenko M. Yu. *Sozdaniye testov po matematike dlya shkol'nikov* [Creation of tests on mathematics for school students]. *Mezhdunarodnyy studencheskiy nauchnyy vestnik*, 2015, no. 6, pp. 114–118 (in Russian).
4. Chelyshkova M. B. *Teoriya i praktika konstruirovaniya pedagogicheskikh testov. Uchebnoye posobiye* [Theory and practice of designing pedagogical tests. Textbook]. Moscow, Logos Publ., 2002. 431 p. (in Russian).

5. Mayorov A. N. *Teoriya i praktika sozdaniya testov dlya sistemy obrazovaniya* [Theory and practice of creating tests for the education system]. Moscow, Intellect-Tsentr Publ., 2002. 295 p. (in Russian).
6. Avanesov V. S. Problema soedineniya testirovaniya s obucheniem [Problem of connecting testing with training]. *Narodnoye obrazovaniye*, 2016, no. 7-8 (1458), pp. 132–140 (in Russian).
7. Bumagina E. A., Lazareva E. G. Metodika vnedreniya zadaniy v forme komp'yuternykh testov v protsess prepodavaniya matematiki v shkole [Method of implementation of tasks in the form of computer tests in the process of teaching mathematics at school]. *Materialy VI Mezhdunarodnoy konferentsii "Matematika, eye prilozheniya i matematicheskoye obrazovaniye"* [Proceedings of the VI International Conference "Mathematics, its applications and mathematical education"]. Ulan-Ude, Department of East Siberia State University of Technology and Management Publ., 2017. pp. 106–109 (in Russian).
8. Morozova A. V. Tekhnologiya ispol'zovaniya uchebnykh testov pri izuchenii kursa matematiki v vuze [Technology of use of educational tests in teaching mathematics at higher school]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta – TSPU Bulletin*, 2016, no. 4 (169), pp. 80-85 (in Russian).
9. Novikov D. A. *Statisticheskiye metody v pedagogicheskikh issledovaniyakh* [Statistical methods in pedagogical research]. Moscow, MZ-Press Publ., 2004. 67 p. (in Russian).
10. Ostanin S. *Knowledge Testing Program IREN* [Knowledge testing program "Airen"] (in Russian). URL: <http://www.irenproject.ru/> (accessed 21 January 2018).
11. Mordkovich A. G. *Algebra: uchebnik dlya 8 klassa. Chast' 1, 2* [Algebra: a textbook for the 8th grade. Part 1, 2]. Moscow, Mnemozina Publ., 2014 (in Russian).
12. Sheldon M. Ross. *Introduction to probability and statistics for engineers and scientists*. Elsevier Academic Press, 2004. 641 p.
13. *Handbook of applicable mathematics. Vol. VI: Statistics. Part B*. Edited by E. Lloyd, W. Ledermann. John Wiley & Sons, 1984. (Russ ed.: *Spravochnik po prikladnoy statistike. Tom 2. Pod red. E. Lloyd, U. Ledermana*. Moscow, Finansy i statistika Publ., 1990. 526 p.).
14. Afanas'ev V. V., Sivov M. A. *Matematicheskaya statistika v pedagogike* [Mathematical statistics in pedagogics]. Yaroslavl, YaSPU Publ., 2010. 76 p. (in Russian).
15. Likesh I., Lyaga Y. *Osnovnye tablitsy matematicheskoy statistiki* [Basic tables of mathematical statistics]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 1985. 356 p. (in Russian).
16. Afanas'ev V. V. *Teoriya veroyatnostey v voprosakh i zadachakh* [Theory of probability in questions and tasks]. Yaroslavl, YaSPU Publ., 2004. 249p. (in Russian).

Bumagina E. A., Tomsk State University (pr. Lenina, 36, Tomsk, Russian Federation, 634050).
E-mail: milenaalex88@sibmail.com

Lazareva E. G., Tomsk State University (pr. Lenina, 36, Tomsk, Russian Federation, 634050). E-mail:
lazareva@math.tsu.ru