

АДАПТИВНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ КАК СРЕДСТВО УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ

М. В. Томашев¹, А. С. Авдеев¹, М. В. Краснова¹

¹ *Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*
656038, Россия, Алтайский край, г. Барнаул, пр-т Ленина, д. 46

Аннотация

В статье представлены результаты применения адаптивного тестирования в высшем учебном заведении на примере реализованной в Алтайском государственном техническом университете им. И. И. Ползунова системы дистанционного обучения «Стимул». Рассматриваются преимущества и недостатки тестирования как метода оценивания. На основе анализа современных образовательных тенденций делается вывод об актуальности вопроса адаптивного тестирования с учетом персонального освоения материала студентом.

Приводится описание системы тестирования, реализующей постоянную адаптацию теста для индивидуальной настройки теста на знания конкретного студента. Описан вариант алгоритма адаптивного тестирования. Приведено сравнение результатов, полученных с использованием обычного теста и адаптивного теста. Анализ результатов тестирования проводится в разрезе тем, категорий и видов вопросов. На основе приведенных примеров делается заключение о результативности адаптивного тестирования.

Ключевые слова: адаптивное тестирование, оценка успеваемости, электронные образовательные ресурсы, система дистанционного обучения.

DOI: 10.32517/0234-0453-2018-33-9-27-33

Для цитирования:

Томашев М. В., Авдеев А. С., Краснова М. В. Адаптивное тестирование как средство управления качеством образования // Информатика и образование. 2018. № 9. С. 27–33.

Статья поступила в редакцию: 5 октября 2018 года.

Статья принята к печати: 12 ноября 2018 года.

Сведения об авторах

Томашев Михаил Викторович, канд. тех. наук, доцент кафедры «Информационные системы в экономике» Алтайского государственного технического университета им. И. И. Ползунова; tommv@list.ru

Авдеев Александр Сергеевич, канд. тех. наук, доцент кафедры «Информационные системы в экономике» Алтайского государственного технического университета им. И. И. Ползунова; ishimael@bk.ru

Краснова Марина Васильевна, канд. тех. наук, доцент кафедры «Информационные системы в экономике» Алтайского государственного технического университета им. И. И. Ползунова; tutinamv@mail.ru

Современное образование, вне зависимости от формы, все больше приобретает элементы онлайн-образования [1, 2]. Большинство вузов, российских и зарубежных, даже для студентов очной формы обучения формируют электронные курсы, которые круглосуточно позволяют получать доступ к учебным материалам и оценивать уровень знаний [3, 4].

В качестве механизма оценки успеваемости могут использоваться различные формы и методы контроля знаний и компетенций [5]. Для целей автоматизации и сокращения трудозатрат наиболее оптимальным средством является тестирование [6–8].

Как и любые другие методы оценивания, **тесты имеют свои преимущества и недостатки** [9–11].

Основные преимущества:

- возможность использования в любой форме обучения;
- повышение скорости проверки качества усвоения знаний и умений;
- минимизация субъективного фактора при оценивании;
- ориентированность на современные технические средства;
- возможность математико-статистической обработки результатов контроля.

Основные недостатки:

- дороговизна и длительность разработки качественного инструмента;
- «угадывание» правильных ответов испытуемыми;
- невозможность определения причин низких результатов в различных темах;
- невозможность использования в творческих областях знаний.

Развитие информационного общества и коммуникаций способствует тому, что сегодня на рынке средств автоматизации образовательного процесса представлено достаточное количество программных продуктов, включающих в себя способы не только обмена информацией между преподавателем и студентом [12], но также контроля освоения материалов [13]. Все системы предлагают различные настройки тестов: это и задание количества вопросов, и динамически формируемый набор из имеющейся базы вопросов, и случайный порядок ответов, и настройка веса вопроса в тесте, и многое другое [8, 14, 15]. Однако все эти инструменты предполагают *ручную* настройку теста и не позволяют автоматизировать процесс настройки теста на индивидуальный уровень знаний испытуемого.

Учитывая современные образовательные тенденции, одна из которых — формирование индивидуальной образовательной траектории, **актуальным является использование адаптивного тестирования с учетом персонального освоения материала студентом.**

Теория адаптивного тестирования давно обсуждается в педагогическом сообществе как оптимальное средство оценки усвоения материала учащимися [16, 17].

Выделяют два подхода к созданию адаптивных тестов:

- первый подход основан на принятии решения об изменении порядка предъявления тестовых заданий на каждом шаге тестирования (*постоянная адаптация*);
- второй подход — принятие решения об изменении порядка следования заданий осуществляется после анализа результатов отчетов испытуемого на специальный блок заданий (*блочная адаптация*).

Однако программные системы, реализующие эти подходы, на сегодняшний день на рынке не представлены.

На кафедре «Информационные системы в экономике» Алтайского государственного технического университета им. И. И. Ползунова разработана и активно используется **система дистанционного обучения «Стимул»**. Первоначально она внедрялась с целью повышения качества образования при дистан-

ционной форме обучения и перед ней ставились всего лишь две задачи: доступ обучающихся к учебным материалам и проведение контроля усвоения материала. Но постепенно система обрела функционал, и на сегодняшний день преподаватели кафедры активно используют систему для всех форм обучения [18, 19].

СДО «Стимул» позволяет проводить тестирование с использованием следующих типов вопросов:

- открытый вопрос;
- закрытый вопрос с одним вариантом ответа;
- закрытый вопрос с несколькими вариантами ответа;
- числовой ответ допускающий погрешность вычисления;
- вопрос на соответствие;
- интерактивный вопрос (ответом служит выделение области на рисунке).

Все типы вопросов позволяют загружать изображение и использовать его в качестве дополнения к заданию.

Для индивидуальной настройки теста на конкретного студента **в системе используется технология адаптивного тестирования, реализующая постоянную адаптацию теста.** При прохождении обычного теста из имеющейся базы вопросов случайным образом генерируется выборка для каждого испытуемого. Адаптивный алгоритм предполагает, что тест содержит для каждой темы вопросы разных уровней сложности (рис. 1).

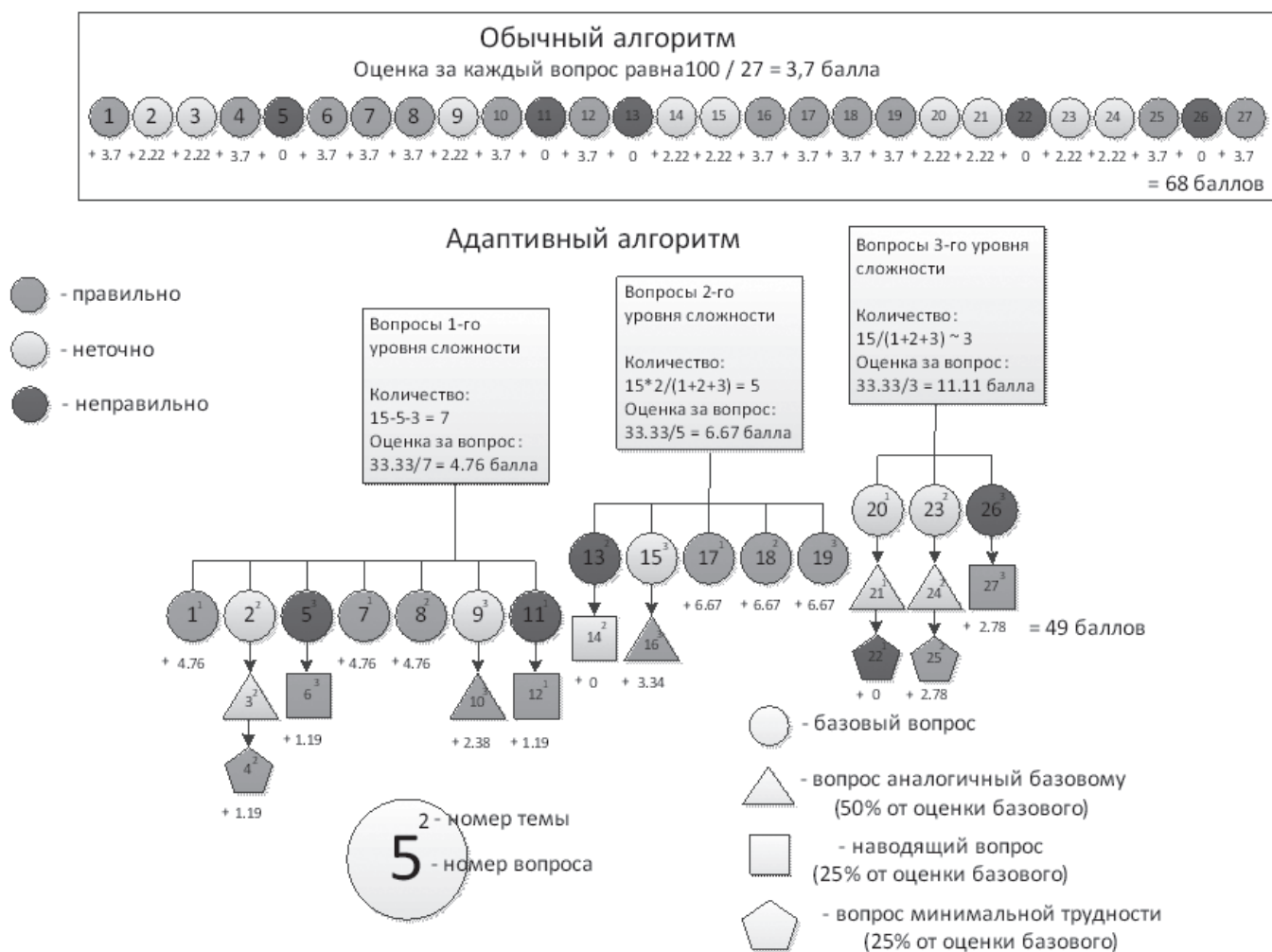


Рис. 1. Алгоритм адаптивного теста

Вопрос в рамках адаптивного алгоритма может являться [20]:

- базовым;
- аналогичным базовому;
- наводящим;
- вопросом минимальной трудности.

При неточном ответе тестируемого система пытается определить, не была ли данная ошибка допущена случайно, и задает вопрос, аналогичный базовому. В случае неправильного ответа испытуемому задается вопрос минимальной трудности, после ответа на который система возвращается к базовым вопросам. Данная последовательность позволяет оценить пробелы в знаниях обучающегося по конкретной теме.

При настройке обычного тестирования система дает возможность задавать вес вопроса на усмотрение преподавателя. С целью устранения субъективности при выставлении веса вопроса и сокращения трудозатрат по переводу теста из обычного линейного режима в адаптивный в системе автоматизирован процесс оценки сложности вопроса и отнесения его к определенной категории сложности. Если в одном тесте присутствуют вопросы по различным темам курса, то единственной задачей разработчика

является отнесение вопроса к конкретной теме. После этого на основе имеющегося множества ответов вопросу автоматически будет присвоена категория сложности в рамках этой темы. Данные по времени, затрачиваемому на ответ, и правильности ответов доступны автору теста для анализа в разрезе категории вопросов (рис. 2).

Кроме того, эти же данные доступны в разрезе тем вопросов (рис. 3).

На основе представленных диаграмм преподаватель может выявить проблемные темы курса. В рассматриваемом на рисунке 3 случае тема «Формы чисел» является самой сложной с точки зрения правильных ответов на вопрос, но вместе с тем испытуемые затрачивают на нее времени не больше, чем на все остальные темы курса.

Согласно учебным программам, на темы (модули) в курсе может выделяться различное количество часов, соответственно, итоговый тест должен содержать количество вопросов, пропорциональное часам в курсе. Для оценки данного соответствия система отображает долю вопросов каждой темы в тесте в целом, а также доли вопросов по сложности (рис. 4).



Рис. 2. Анализ вопросов по сложности

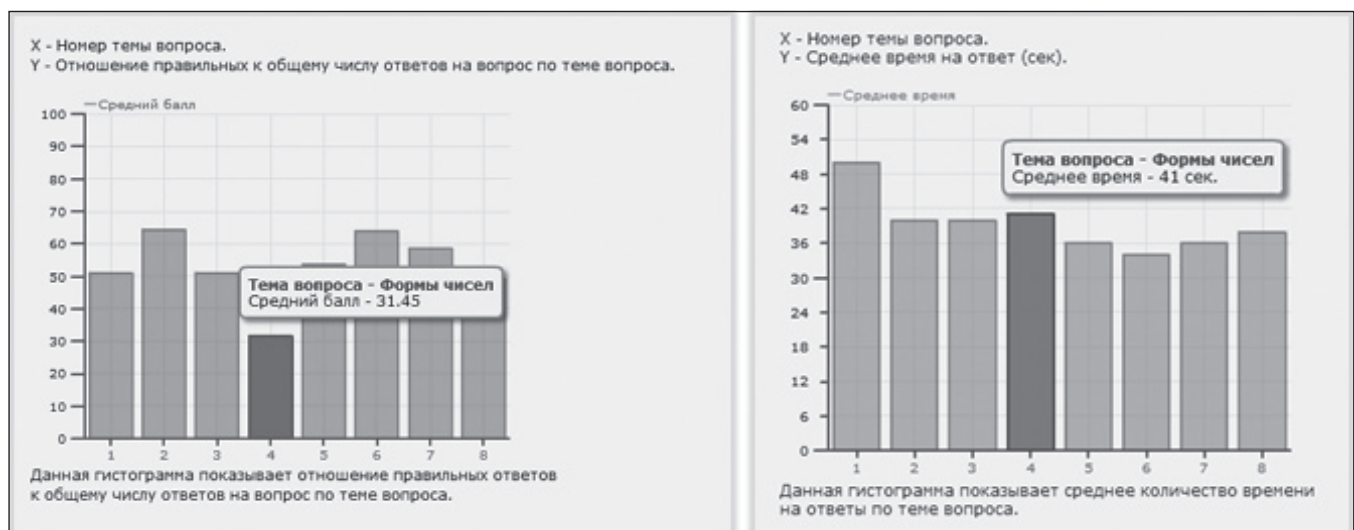


Рис. 3. Анализ вопросов в разрезе тем

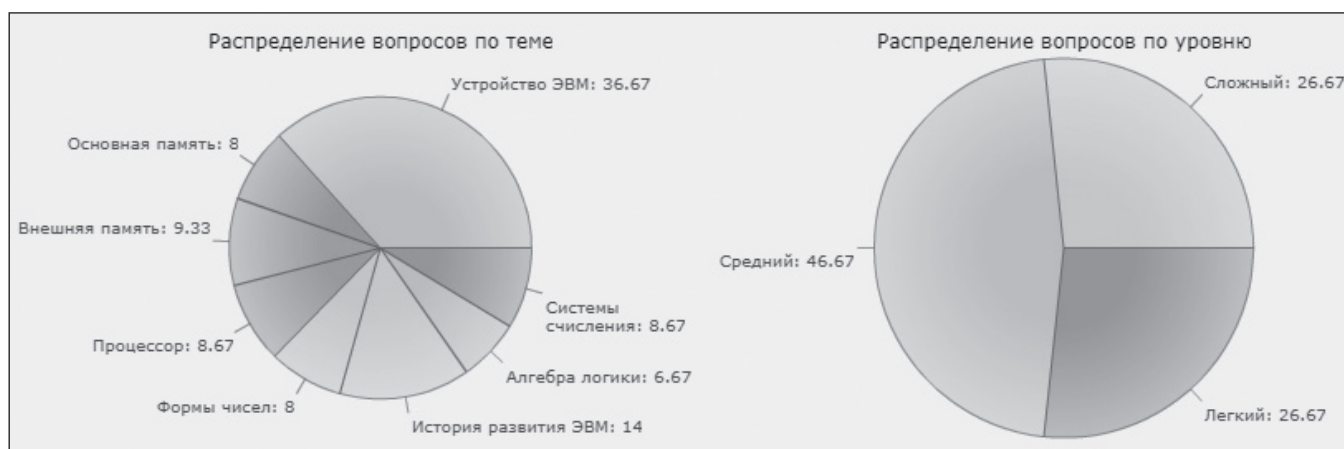


Рис. 4. Распределение вопросов по темам и уровням

При необходимости преподаватель может получить детальную статистику по всем темам, по количеству вопросов в темах, по среднему времени, затрачиваемому на ответ, и т. д. (рис. 5).

Подсистема отчетности позволяет провести сравнительную оценку результатов тестирования по обоим алгоритмам (адаптивному и обычному) как

для отдельного студента (рис. 6), так и для группы в целом (рис. 7).

Сдача теста происходит по адаптивному сценарию, однако система просчитывает результаты и для линейного алгоритма. Сравнение результатов показывает, что в большинстве случаев результат теста по адаптивному алгоритму ниже, чем по ли-

Анализ вопросов теста по типам			Анализ вопросов теста				Анализ адаптивного теста			
№	Тема вопроса	Количество	Ср. балл	Ср. время	В том числе					
					Текстовых	Ср. балл	Ср. время	С изображениями	Ср. балл	Ср. время
1	Системы счисления	13	55.78	50 сек.	12	55.12	48 сек.	1	64.63	1 мин. 21 сек.
2	Алгебра логики	10	67.27	40 сек.	10	67.27	40 сек.	-	-	-
3	История развития ЭВМ	21	52.91	40 сек.	20	53.58	41 сек.	1	37.78	26 сек.
4	Формы чисел	12	33.68	41 сек.	11	36.6	42 сек.	1	5.56	31 сек.
5	Процессор	13	50.44	36 сек.	10	35.14	45 сек.	3	89.08	16 сек.
6	Внешняя память	14	67.55	34 сек.	11	73.31	34 сек.	3	43.94	37 сек.
7	Основная память	12	60.95	36 сек.	11	59.34	36 сек.	1	76.32	35 сек.
8	Устройство ЭВМ	55	55.03	38 сек.	51	54.49	39 сек.	4	61.79	28 сек.

№	Уровень вопроса	Количество	Ср. балл	Ср. время	В том числе					
					Текстовых	Ср. балл	Ср. время	С изображениями	Ср. балл	Ср. время
1	Легкий	38	81.99	35 сек.	34	80.74	37 сек.	4	92.01	20 сек.
2	Средний	72	53.47	41 сек.	65	53.29	42 сек.	7	55.15	36 сек.
3	Сложный	40	23.41	39 сек.	37	24.26	40 сек.	3	13.16	37 сек.

Рис. 5. Статистика тестирования студента



Рис. 6. Сравнение результатов тестирования студента

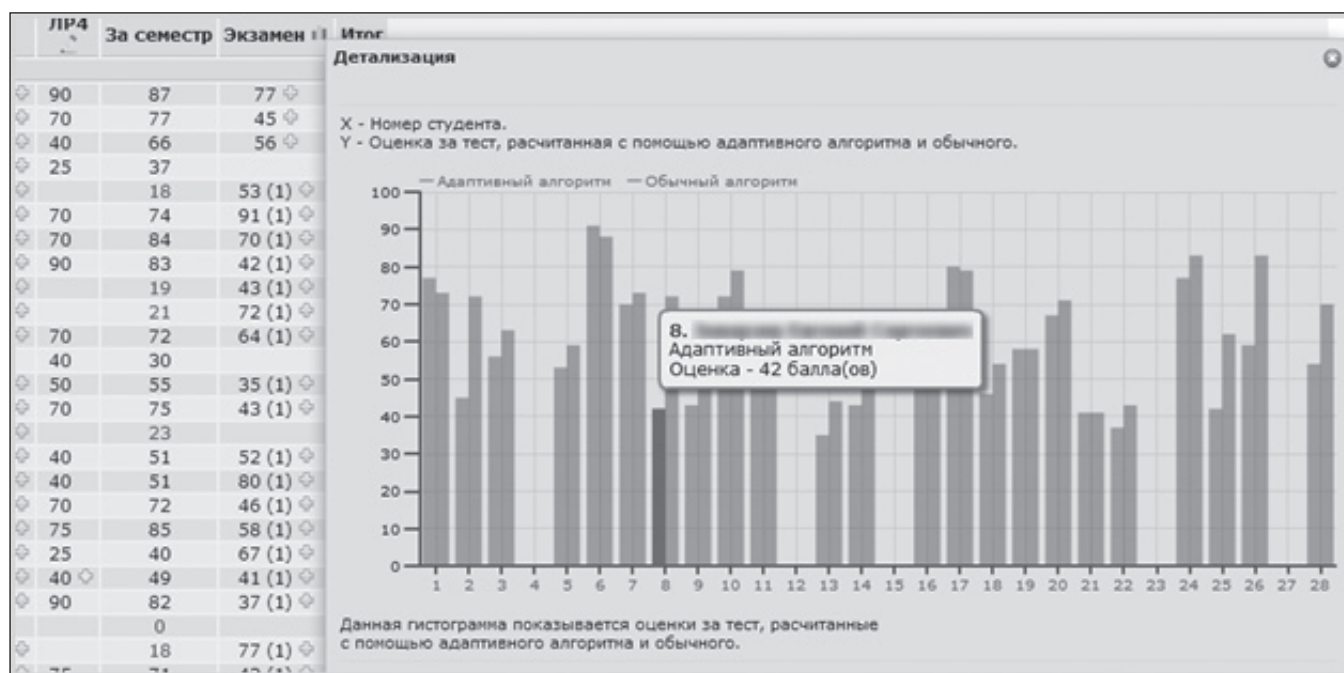


Рис. 7. Сравнение результатов тестирования группы

нейному. Так, на рисунке 6 отображено, что тест по адаптивному алгоритму был сдан студентом на 43 из 100 баллов (левая часть рисунка), а при сдаче теста по обычному алгоритму студент получил бы 62,54 из 100 баллов (правая часть рисунка). Это позволяет сделать вывод о большей объективности адаптивного алгоритма и об исключении варианта «угадывания» ответа.

Таким образом, разработанный модуль адаптивного тестирования в СДО «Стимул» и реализованные в нем механизмы позволяют на практике применять алгоритмы адаптивного тестирования. В настоящий момент в адаптивный режим переведены несколько тестов по различным дисциплинам. Полученные результаты позволяют сделать вывод об адаптивном методе как более точном подходе к оценке знаний, что позволяет рассматривать его как средство управления качеством образования.

Список использованных источников

1. Ревин И. А., Сучков Г. В. Использование профессионально-образовательных сообществ и средств on-line обучения в системе высшего профессионального образования // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. <http://science-education.ru/ru/article/view?id=15672>
2. Мкртчян В. С., Седракан С. А., Преображенский Б. Г., Толстых Т. О. Проблемы и подходы к on-line обучению в системе регионального профессионального образования // Государственное и муниципальное управление в России: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы X Международной научно-практической конференции (г. Воронеж, 27 октября 2017 года). Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2017. С. 112–118.
3. Чернецова О. В. Педагогическое образование on-line: британский опыт // Язык и коммуникация в контексте культуры: Сборник научных статей по итогам 9-й Международной научно-практической конференции (г. Рязань, 21–22 мая 2015 года). Рязань: Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина, 2015. С. 152–156.

4. Солодянкина О. Ю. On-line и дистанционное обучение как часть непрерывного образования современного человека // Проблемы фундаментальной подготовки в школе и вузе в контексте современности: Межвузовский сборник научных работ VIII Всероссийской научно-практической конференции (г. Череповец, 12–13 декабря 2013 года). Череповец: Череповецкий государственный университет, 2017. С. 30–33.

5. Современные средства оценивания результатов обучения: учебное пособие / сост. Е. В. Телеева. Шадринск: Изд-во Шадрин. пединст-та, 2009. 116 с.

6. Пасхвер И. Л. Педагогический тест как инструмент системы оценки качества образования // Magister Dixit. 2011. № 4. С. 175–185. <https://cyberleninka.ru/article/v/pedagogicheskiy-test-kak-instrument-sistemy-otsenki-i-kontrolya-kachestva-obrazovaniya>

7. Челышкова М. В. Теория и практика конструирования педагогических тестов: учебное пособие. М.: Логос, 2002. 432 с.

8. Бабкова Э. В. Организация самостоятельной работы студентов на основе компьютерного тестирования в системе дистанционного обучения MOODLE // Современные проблемы высшего профессионального образования: Материалы научно-методической конференции (г. Брянск, 01 апреля — 31 мая 2014 года). Брянск: Брянская государственная инженерно-технологическая академия, 2014. С. 257–261.

9. Аванесов В. С. Композиция тестовых заданий: учебная книга. 3-е изд., доп. М.: Центр тестирования, 2002. 240 с.

10. Тясто А. А., Куимова М. В. О компьютерном тестировании в учебном процессе // Молодой ученый. 2015. № 9. С. 1206–1207. <https://moluch.ru/archive/89/18522/>

11. Жаркова Л. И., Карпушина Н. В. Тестирование как метод контроля знаний при обучении иностранным языкам // Интернет-журнал «Мир науки». 2017. Т. 5. № 2. <http://mir-nauki.com/PDF/14PDMN217.pdf>

12. Синогина М. В. Сравнительный анализ программных продуктов, используемых в on-line режиме для организации дистанционного образования // Наука сегодня: теоретические и практические аспекты: Материалы международной научно-практической конференции (г. Вологда, 28 декабря 2016 года). В 2 ч. Ч. 1. Вологда: ООО «Маркер», 2017. С. 57–59.

13. *Осадчая Т. С.* Средства автоматизации разработки заданий в системах дистанционного обучения и контроля знаний // Сборник трудов V Всероссийского конгресса молодых ученых (Санкт-Петербург, 12–15 апреля 2016 года). Т. 2. СПб.: Университет ИТМО, 2016. С. 81–84.

14. *Сиверс А. А.* Обзор функциональных особенностей систем и сервисов для создания тестов, используемых в электронном и дистанционном обучении // Конференциум АСОУ: Сборник научных трудов и материалов научно-практических конференций. 2016. № 3. С. 938–944.

15. *Куракина Н. И., Бабаев М. В., Кузьмина А. Д.* Экспертная система выбора оптимального решения в дистанционном обучении // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. 2017. Т. 2. С. 74–77.

16. *Вознесенская Н. В., Сутягина Е. А.* Построение адаптивной тестирующей программы в системе управления обучением // Учебный эксперимент в образовании. 2015. № 3 (75). С. 33–37.

17. *Токтарова В. И.* Адаптивное управление обучением в информационно-образовательной среде вуза // Наука. Информатизация. Технологии. Образование: Материалы XI международной научно-практической конференции (г. Екатеринбург, 26 февраля — 2 марта 2018 года). Екатеринбург: Издательство РГПИУ, 2018. С. 80–85.

18. *Томашев М. В., Долженко С. В.* Интеллектуальные системы тестирования в дистанционном и модульном обучении // Ползуновский альманах. 2010. № 2. С. 179–181.

19. *Томашев М. В., Томашева Л. Ю.* Автоматизация оценки качества инструментов контроля знаний // Ползуновский альманах. 2009. № 4. С. 95–98.

20. *Солдаткина Е. В., Пятайкина Р. А.* Адаптивный алгоритм обучающего тестирования в структуре электронного учебника «Теоретическая метрология» // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». 2005. № 6. С. 120–123.

ADAPTIVE TESTING AS A TOOL FOR MANAGING QUALITY OF EDUCATION

M. V. Tomashev¹, A. S. Avdeev¹, M. V. Krasnova¹

¹ Polzunov Altai State Technical University
656038, Russia, Altai Kray, Barnaul, pr. Lenina 46

Abstract

The article presents the results of the use of adaptive testing in higher education institutions with the example of the LMS Stimul implemented in Polzunov Altai State Technical University. The advantages and disadvantages of testing as an assessment method are considered. On the base of analysis of modern educational trends, the conclusion is made about the relevance of the issue of adaptive testing, taking into account the personal mastering of the material by the student.

A description of a testing system that making a permanent adaptation of the test to customize the test for the knowledge of a particular student is given. The variant of the adaptive testing algorithm is given. A comparison of the results obtained using the conventional test and the adaptive test is described. Analysis of the test results is carried out in the context of topics, categories and types of questions. Based on the given examples, a conclusion is made on the effectiveness of adaptive testing.

Keywords: adaptive testing, learning assessment, electronic learning resources, e-learning resources, learning management system.

DOI: 10.32517/0234-0453-2018-33-9-27-33

For citation:

Tomashev M. V., Avdeev A. S., Krasnova M. V. Adaptivnoe testirovanie kak sredstvo upravleniya kachestvom obrazovaniya [Adaptive testing as a tool for managing quality of education]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2018, no. 9, p. 27–33. (In Russian.)

Received: October 5, 2018.

Accepted: November 12, 2018.

About the authors

Mikhail V. Tomashev, Ph.D. of Engineering Sciences, Associate Professor at the Department “Information Systems in Economics” of Polzunov Altai State Technical University; tommv@list.ru

Aleksandr S. Avdeev, Ph.D. of Engineering Sciences, Associate Professor at the Department “Information Systems in Economics” of Polzunov Altai State Technical University; ishmael@bk.ru

Marina V. Krasnova, Ph.D. of Engineering Sciences, Associate Professor at the Department “Information Systems in Economics” of Polzunov Altai State Technical University; tutinamv@mail.ru

References

1. *Revin I. A., Suchkov G. V.* Ispol'zovanie professional'no-obrazovatel'nykh soobshchestv i sredstv on-line obucheniya v sisteme vysshego professional'nogo obrazovaniya [Using a professional-educational communities and e-learning in higher professional education]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya — Modern problems of science and education*, 2014, no. 6. (In Russian.) Available at: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=15672>

2. *Mkrtchian V. S., Sedrakian S. A., Preobrazhenskii B. G., Tolstykh T. O.* Problemy i podkhody k on-line obucheniyu v sisteme regional'nogo professional'nogo obrazovaniya [Problems and approaches on-line training in the regional professional education system]. *Gosudarstvennoe i munitsipal'noe upravle-*

nie v Rossii: opyt, problemy, perspektivy razvitiya: Materialy X Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Proc. 10th Int. Conf. “State and Municipal Management in Russia: Experience, Problems, Development Prospects”]. Voronezh, Nauchnaya kniga, 2017, p. 112–118. (In Russian.)

3. *Chernecova O. V.* Pedagogicheskoe obrazovanie on-line: britanskij opyt [Teachers' training programs on-line: British experience]. *Yazyk i kommunikaciya v kontekste kul'tury: Sbornik nauchnykh statej po itogam 9-j Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii [Proc. 9th Conf. “Language and communication in the context of culture”].* Ryazan, Ryazan State University named for S. Yesenin, 2015, p. 152–156. (In Russian.)

4. *Solodyankina O. Yu.* On-line i distancionnoe obuchenie kak chast' nepreryvnogo obrazovaniya sovremennogo che-

loveka [Online and distance learning as a part of continuous education of a modern person]. *Problemy fundamental'noj podgotovki v shkole i vuze v kontekste sovremennosti: Mezhdunarodnyy sbornik nauchnykh rabot VIII Vserossiyskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Proc. 8th All-Russ. Conf. "Problems of fundamental training at school and university in the context of modernity"]. Cherepovec, Cherepovets State University, 2017, p. 30–33. (In Russian.)

5. Sovremennyye sredstva otsenivaniya rezul'tatov obucheniya: uchebnoe posobie [Modern tools for assessing learning outcomes: a tutorial]. Shadrinsk, Publishing House of Shadrinsk Pedagogical University, 2009, 116 p. (In Russian.)

6. Paskhover I. L. Pedagogicheskiy test kak instrument sistemy ocenki kachestva obrazovaniya [Pedagogical testing as a tool of evaluation system and control of the quality of education]. *Magister Dixit*, 2011, no. 4, p. 175–185. (In Russian.) Available at: <https://cyberleninka.ru/article/v/pedagogicheskiy-test-kak-instrument-sistemy-otsenki-i-kontrolya-kachestva-obrazovaniya>

7. Chelyshkova M. B. Teoriya i praktika konstruirovaniya pedagogicheskikh testov: uchebnoe posobie [Theory and practice of constructing pedagogical tests: a tutorial]. Moscow, Logos, 2002, 432 p. (In Russian.)

8. Babkova E. V. Organizatsiya samostoyatel'noy raboty studentov na osnove komp'yuternogo testirovaniya v sisteme distantsionnogo obucheniya MOODLE [The organization of independent work of students on the basis of computer testing in the system of distance learning MOODLE]. *Sovremennyye problemy vysshego professional'nogo obrazovaniya: Materialy nauchno-metodicheskoy konferentsii* [Proc. Conf. "Modern problems of higher professional education"]. Bryansk, Bryansk State Academy of Engineering and Technology, 2014, p. 257–261. (In Russian.)

9. Avanesov V. S. Kompozitsiya testovykh zadaniy: uchebnaya kniga [Composition of test items: educational book]. Moscow, Testing Center, 2002, 240 p. (In Russian.)

10. Tyasto A. A., Kuimova M. V. O komp'yuternom testirovanii v uchebnom protsesse [About computer testing in the educational process]. *Molodoj uchenyy — Young Scientist*, 2015, no. 9, p. 1206–1207. (In Russian.) Available at: <https://moluch.ru/archive/89/18522/>

11. Zharkova L. I., Kartushina N. V. Testirovanie kak metod kontrolya znanij pri obuchenii inostrannym yazykam [The problems of training of the scientific and technical translation of masters of technical university]. *Mir nauki — World of Science*, 2017, vol. 5, no. 2. (In Russian.) Available at: <http://mir-nauki.com/PDF/14PDMN217.pdf>

12. Sinogina M. V. Sravnitel'nyy analiz programmykh produktov, ispol'zuemykh v on-line rezhime dlya organizatsii distantsionnogo obrazovaniya [Comparative analysis of software products used in on-line mode for organizing distance education]. *Nauka segodnya: teoreticheskie i prakticheskie aspekty: Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Proc. Int. Conf. "Science today: theoretical and practical aspects"]. Vologda, Marker LLC, 2017, p. 57–59. (In Russian.)

13. Osadchaya T. S. Sredstva avtomatizatsii razrabotki zadaniy v sistemah distantsionnogo obucheniya i kontrolya znanij [Means of automating the development of tasks in systems of distance learning and knowledge control]. *Sbornik trudov V Vserossiyskogo kongressa molodykh uchenykh* [Collection of papers of the V All-Russian Congress of Young Scientists]. St. Petersburg, ITMO University, 2016, p. 81–84. (In Russian.)

14. Sivers A. A. Obzor funktsional'nykh osobennostey sistem i servisov dlya sozdaniya testov, ispol'zuemykh v ehlektronnomy i distantsionnom obuchenii [Overview of the functional features of systems and services for creating tests used in electronic and distance learning]. *Konferentsium ASOU: Sbornik nauchnykh trudov i materialov nauchno-prakticheskikh konferentsiy — ASOU Conference: Collection of scientific papers and materials of scientific conferences*, 2016, no. 3, p. 938–944. (In Russian.)

15. Kurakina N. I., Babaev M. V., Kuzmina A. D. Ehkspertnaya sistema vybora optimal'nogo resheniya v distantsionnom obuchenii [An expert system for choosing the optimal solution in distance learning]. *Mezhdunarodnaya konferentsiya po myagkim vychisleniyam i izmereniyam — International Conference on Soft Computing and Measurements*, 2017, vol. 2, p. 74–77. (In Russian.)

16. Voznesenskaya N. V., Sutyagina E. A. Postroyeniye adaptivnoy testiruyushhej programmy v sisteme upravleniya obucheniem [Development of adaptive testing program in the system of education management]. *Uchebnyy ehkspiriment v obrazovanii — Educational experiment in education*, 2015, no. 3 (75), p. 33–37. (In Russian.)

17. Toktarova V. I. Adaptivnoye upravlenie obucheniem v informatsionno-obrazovatel'noy srede vuza [Adaptive management of education in the e-learning environment]. *Nauka. Informatizatsiya. Tekhnologii. Obrazovanie: Materialy XI mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Proc. 11th Conf. "Science. Informatization. Technology. Education"]. Ekaterinburg, 2018, p. 80–85. (In Russian.)

18. Tomashev M. V., Dolzhenko S. V. Intellektual'nyye sistemy testirovaniya v distantsionnom i modul'nom obuchenii [Intelligent testing systems in distance and modular training]. *Polzunovskiy al'manah — Polzunovsky almanac*, 2010, no. 2, p. 179–181. (In Russian.)

19. Tomashev M. V., Tomasheva L. Yu. Avtomatizatsiya otsenki kachestva instrumentov kontrolya znanij [Automation of quality assessment of knowledge management tools]. *Polzunovskiy al'manah — Polzunovsky almanac*, 2009, no. 4, p. 95–98. (In Russian.)

20. Soldatkina E. V., Pyatajkina R. A. Adaptivnyy algoritm obuchayushhego testirovaniya v strukture ehlektronnogo uchebnika "Teoreticheskaya metrologiya" [Adaptive learning testing algorithm in the structure of the electronic textbook "Theoretical Metrology"]. *Vestnik Yuzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Obrazovanie, zdoravookhraneniye, fizicheskaya kultura" — Bulletin of South Ural State University. Series "Education, Healthcare, Physical Education"*, 2005, no. 6, p. 120–123. (In Russian.)