

УДК 004.827

В. А. Крисиллов, д-р техн. наук,
Е. А. Городничая, Т. В. Онищенко, Нгок Хиу Ву

ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ И ПОВЫШЕНИЯ РЕПРЕЗЕНТАТИВНОСТИ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ТЕСТА НА БАЗЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

***Аннотация.** Предложена технология оценки репрезентативности теста для повышения качества проверки знаний обучаемых. Предлагаемая технология основана на анализе пропорций количества вопросов, охватывающих разные разделы и учебные цели курса. Рассчитываются количественные характеристики репрезентативной выборки вопросов и проводится проверка репрезентативности теста. Описана возможность использования различных характеристик курса при вычислении репрезентативности выборки, а именно: нормативное время, количество учебных целей, коэффициент важности темы.*

***Ключевые слова:** смешанное обучение, дистанционное обучение, педагогические тесты, оценка педагогических тестов, критерии качества теста, повышение качества педагогических тестов, автоматизированный контроль знаний, репрезентативность теста, репрезентативная выборка вопросов, экспертиза тестовых заданий*

V. A. Krisilov, ScD.,
K. A. Gorodnichaya, T. V. Onishenko, Ngoc Huy Vu

TECHNOLOGY OF PEDAGOGICAL TEST ANALYSIS AND REPRESENTATIVE ASSESSMENT AND IMPROVEMENT BASED ON STATISTICAL CHARACTERISTICS OF ED- UCATIONAL MATERIAL

***Abstract.** We propose a technology to assessment of the representative of the test to improve the quality of testing students' knowledge. The proposed technology is based on an analysis of the proportions of the number of questions covering different partitions are and learning objectives of the course. Calculated the quantitative characteristics of a representative sample of questions to be tested and the representativeness of the test. We describe the use of the different characteristics of the course in the calculation of the representative sample: the standard time, the number of training purposes, the coefficient of the importance of the topic.*

***Keywords:** blended learning, distance learning, educational tests, assessment pedagogical tests, quality criteria of the test, improve the quality of pedagogical tests, automated control of knowledge, the representativeness of the test, representative sample of the questions, the examination test tasks*

В. А. Крісілов, д-р техн. наук,
К. О. Городничая, Т. В. Онищенко, Нгок Хиу Ву

ТЕХНОЛОГІЯ ОЦІНКИ ТА ПІДВИЩЕННЯ РЕПРЕЗЕНТАТИВНОСТІ ПЕДАГОГІЧНОГО ТЕСТУ НА БАЗІ СТАТИСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

***Анотація.** Запропоновано технологію оцінки репрезентативності тесту для підвищення якості перевірки знань учнів. Запропонована технологія базується на аналізі пропорцій кількості питань, що охоплюють різні розділи і навчальні цілі курсу. Розраховуються кількісні характеристики репрезентативної вибірки питань і проводиться перевірка репрезентативності тесту. Описана можливість використання різних характеристик курсу при обчисленні репрезентативності вибірки, а саме: нормативний час, кількість навчальних цілей, коефіцієнт важливості теми.*

***Ключові слова:** змішане навчання, дистанційне навчання, педагогічні тести, оцінка педагогічних тестів, критерії якості тесту, підвищення якості педагогічних тестів, автоматизований контроль знань, репрезентативність тесту, репрезентативна вибірка питань, експертиза тестових завдань*

Введение

В настоящее время в сфере образования все чаще используется смешанное обучение – это форма, при которой обучение проводится как в традиционной очной форме,

так и с использованием технологий современных информационных систем.

Контроль знаний – обязательная составляющая любого обучения. В автоматизированном процессе чаще всего внедряется такая форма контроля, как тестирование. Тестирование – метод выявления и оценки уровня учебных достижений обучающихся, осуществ-

© Крисиллов В.А., Городничая Е.А.,
Онищенко Т.В., Ву Нгок Хиу, 2014

вляемый посредством стандартизированных материалов – тестовых заданий [1].

Тестирование обеспечивает объективную оценку уровня знаний студентов [2]. Однако, как показывает практика, разработанные тесты могут содержать задания, которые не охватывают материал дисциплины в целом, и в этом случае тестирование не может правильно определить степень и качество усвоения материала студентами [3].

Одним из недостатков современных информационных систем обучения является то, что тестовые вопросы не контролируются системой с точки зрения репрезентативности [4, 5]. Особенно эта проблема становится значимой в условиях проведения комплексных тестирований: вступительных экзаменов, государственных экзаменов и т.д. Это существенно снижает качество тестирования. На практике выбор тестовых заданий очень часто выполняется произвольным образом и во многом зависит от уровня квалификации лица, разрабатывающего тест.

Автоматизированный контроль знаний дает возможность решать многие проблемы: работать практически с любым количеством обучаемых, осуществлять различного рода контроль знаний, оперативно анализировать результаты контроля, осуществлять мониторинг качества обучения и повышать объективность контроля знаний, но не дает возможность анализировать тест [6, 7]. В существующих на данный момент системах дистанционного обучения, таких как Moodle, ILIAS, WebTutor, CourseLab, Blackboard Learning System, оценка обучения не контролируется системой с точки зрения репрезентативности. Из-за этого тест носит субъективный характер и является слабо формализованным.

Экспертиза тестовых заданий является обязательным условием для создания тестов вне зависимости от сферы их применения. Экспертизу тестовых заданий предлагается проверять по таким критериям качества теста, как репрезентативность, сложность и надежность теста [8, 9, 10].

Целью данной работы является разработка автоматизированной технологии оценки репрезентативности теста для обес-

печения его качества. Предлагаемый метод основан на анализе пропорции количества вопросов, охватывающих разные разделы и учебные цели курса.

Для достоверной проверки знаний студентов необходимо создавать репрезентативные тесты, т.е. набор вопросов, охватывающий всю необходимую информацию из заданной совокупности дисциплин или фрагмента дисциплины: темы, учебного модуля, итогового контроля, вступительного экзамена и т.д.

Описание исследования

Предлагаемая технология содержит два основных этапа:

- 1) Расчет количественных характеристик репрезентативной выборки вопросов.
- 2) Проверка и повышение репрезентативности теста.

Репрезентативность – соответствие характеристик выборки характеристикам генеральной совокупности в целом [11].

В данном случае репрезентативная выборка – это выборка тестовых вопросов, в которой количество вопросов представлены в той же пропорции, что материал в данной дисциплине.

Слишком малое количество вопросов не даст получить полную характеристику знаний студентов, а неправильное распределение количества вопросов по темам не даст возможность получить объективную оценку знаний студента, поэтому необходимо создавать репрезентативную выборку тестовых вопросов.

Если выборка для теста не будет репрезентативной, то будет иметь место смещение оценок, что приведет к неправильной оценке знаний студентов.

Перед использованием предложенной технологии преподавателю необходимо определить общее количество вопросов в тесте, исходя из вида тестового контроля: промежуточный контроль, модульный контроль, экзаменационный контроль и т.д.

Для использования данной технологии была разработана информационная система Test Tasks Analyzer. Преподавателю необходимо внести общее количество вопросов в тесте в определенное поле в системе.

Расчет количественных характеристик репрезентативной выборки вопросов

При вычислении репрезентативности выборки необходимо опираться на одну из следующих статистических характеристик курса:

нормативное время, отведенное на изучение учебного фрагмента;

количество учебных целей, сформулированных в рамках учебного процесса;

коэффициент важности учебного фрагмента.

Рассмотрим более подробно характеристики учебного материала.

Нормативное время, отведенное на изучение учебного фрагмента. В этом случае количество вопросов, которое нужно включить в тест по i -й теме рассчитывается по формуле

$$n_i = \frac{T_i}{\sum_{i=1}^m T_i}, \quad (1)$$

где n_i – это количество вопросов, которое нужно включить в тест по i -й теме; n – общее количество вопросов теста; m – количество тем; T_i – время изучения i -й темы.

Количество учебных целей, сформулированных в рамках учебного процесса

В этом случае количество необходимых вопросов для i -й темы рассчитывается по следующей формуле

$$n_i = \frac{G_i}{\sum_{i=1}^m G_i}, \quad (2)$$

где G_i – количество учебных целей в i -й теме.

Коэффициент важности – это субъективный коэффициент, который определяет преподаватель самостоятельно, исходя из содержания темы, количества учебных целей в теме, времени изучения темы и др.

$$n_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^m V_i}, \quad (3)$$

где V_i – коэффициент важности i -й темы.

Проверка и повышение репрезентативности теста.

Если тест уже был разработан до подсчета необходимого количества вопросов для теста в соответствии с пунктом 2.1, то рекомендуется проверить его репрезентативность и, при необходимости, исправить тест.

Для определения репрезентативности теста необходимо выполнить следующие действия:

по предлагаемой технологии вычислить статистические характеристики репрезентативной выборки вопросов;

рассчитать меру соответствия рассчитанных характеристик теста и количества вопросов в анализируемом тесте;

если тест нерепрезентативен, рекомендуется откорректировать количество тестовых вопросов в соответствии с пунктом 2.1.

Для определения репрезентативности вводим меру соответствия рассчитанных характеристик теста и количества вопросов в анализируемом тесте, которое рассчитывается по формуле

$$M = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^m (n_i - n_{i\text{вкл}})^2}}{m}, \quad (4)$$

где M – мера соответствия рассчитанных характеристик теста и количества вопросов в анализируемом тесте; $n_{i\text{вкл}}$ – количество вопросов, которое включили в тест от i -й темы до расчета; m – количество тем.

Репрезентативность теста достигается при равенстве значения меры соответствия нулю. Мера соответствия равна нулю при условии, что количество вопросов включенных в i -ю тему учебного курса совпадает с количеством вопросов, которое необходимо включить в i -ю тему. Чем выше мера соответствия, тем хуже репрезентативность теста.

Применение разработанной технологии на практике

Данная технология была использована для оценки репрезентативности модульных тестов по предметам «Структуры и организация данных в ЭВМ», «Человеко-машинное взаимодействие», «Моделирование и анализ ПО» кафедры «Системное программное обеспечение» для студентов, обучающихся

по направлению 6.050103 «Программная инженерия».

По предмету «Структуры и организация данных в ЭВМ» был выбран приоритет по времени изучения темы.

Проверка репрезентативности теста показала, что мера соответствия равна 1,25. Тест с таким количеством вопросов имеет низкую репрезентативность и количество вопросов необходимо пересматривать. После чего по данной методике было рассчитано необходимое количество вопросов.

1. Анализ репрезентативности теста по предмету «Структуры и организация данных в ЭВМ»

Номер темы	1	2	3
Время изучения темы	6	3	6
Общее количество вопросов	30		
Количество вопросов, которое нужно включить в тест от i -й темы	12	6	12
Количество вопросов, которые были включены в тест от i -й темы	10	5	15

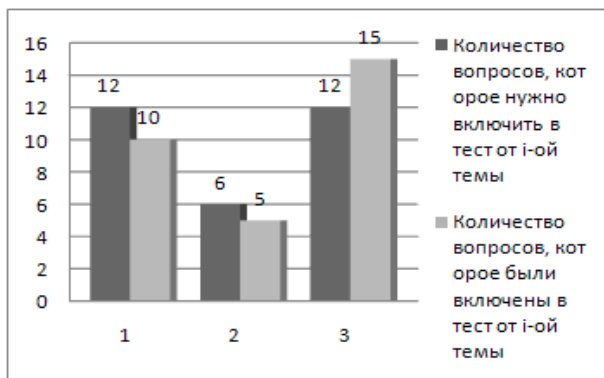


Рис. 1. Пример отклонения количества выбранных вопросов от необходимого количества вопросов для теста по предмету «Структуры и организация данных в ЭВМ»

По предмету «Человеко-машинное взаимодействие» был выбран приоритет по количеству учебных целей.

Проверка репрезентативности теста показала, что мера соответствия равна 1,3. Тест с таким количеством вопросов имеет низкую репрезентативность и количество вопросов необходимо корректировать. После чего по данной методике было рассчитано необходимое количество вопросов.

2. Анализ репрезентативности теста по предмету «Человеко-машинное взаимодействие»

Номер темы	1	2	3	4	5	6	7	8
Количество учебных целей	1	2	3	3	1	5	1	6
Общее количество вопросов	30							
Количество вопросов, которое нужно включить в тест от i -й темы	1	3	4	4	1	7	1	8
Количество вопросов, которые были включены в тест от i -й темы	1	6	8	3	3	2	5	2



Рис. 2. Пример отклонения количества выбранных вопросов от необходимого количества вопросов для теста по предмету «Человеко-машинное взаимодействие»

По предмету «Моделирование и анализ ПО» был выбран приоритет по коэффициенту важности.

Проверка репрезентативности теста показала, что мера соответствия равна 3,6. Тест с таким количеством вопросов имеет низкую репрезентативность и количество вопросов необходимо корректировать. После чего по данной методике было рассчитано необходимое количество вопросов.

3. Анализ репрезентативности теста по предмету «Моделирование и анализ ПО»

Номер темы	1	2	3	4
Важность изучения темы	0,1	0,1	0,3	0,5
Общее количество вопросов	30			
Количество вопросов, которое нужно включить в тест от i -й темы	3	3	9	15
Количество вопросов, которые были включены в тест от i -й темы	10	10	4	6

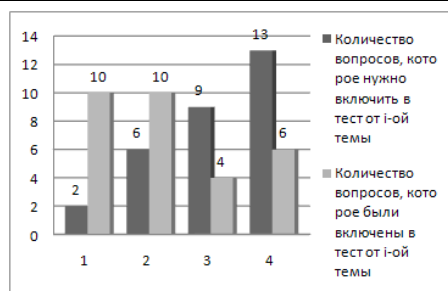


Рис. 3. Пример отклонения количества выбранных вопросов от необходимого количества вопросов для теста по предмету «Моделирование и анализ ПО»

Информационная система Test Tasks Analyzer дает возможность автоматизировать, упростить и ускорить анализ репрезентативности теста.

При использовании системы Test Tasks Analyzer необходимо ввести количество вопросов в тесте, выбрать действие: расчет либо проверка репрезентативности, затем выбрать приоритет, т.е. статистическую характеристику курса, на которую опираемся при анализе репрезентативности. После заполнения всех вышеперечисленных полей система предоставляет таблицу для заполнения.

При выборе действия «расчет репрезентативности» необходимо для каждой темы заполнить приоритет, т.е. заполнить либо время изучения каждой темы, либо количество учебных целей в каждой теме, либо коэффициент важности каждой темы. После чего системой будет рассчитано количество вопросов, которое необходимо для каждой темы, и мера соответствия рассчитанных характеристик теста и количества вопросов в анализируемом тесте.

При выборе действия «проверка репрезентативности» необходимо для каждой темы ввести количество вопросов. После чего будет рассчитана мера соответствия рассчитанных характеристик теста и количества вопросов в анализируемом тесте

Вывод. Приведенная технология позволяет преподавателям проанализировать репрезентативность исследуемого теста, фрагмента одного курса или комплексного тестирования.

Технология оценки репрезентативности теста также позволяет правильно распределить вопросы по темам: добавить либо уменьшить количество вопросов в тестовых темах.

Предложенная технология может быть использована при адаптации уже существующих

тестов, если изменена структура курса или использование тестов.

Для упрощения использования информационной технологии была разработана информационная система Test Tasks Analyzer, которая дает возможность автоматизировать, упростить и ускорить анализ репрезентативности теста. После использования информационной системы было практически установлено, что время, потраченное на работу по вычислению характеристик теста, было уменьшено в 2 раза. Данная информационная система дает возможность вычислять репрезентативность теста, как для систем дистанционного обучения, так и при использовании смешанного обучения.

Список использованной литературы

1. Майоров А. Н. Теория и практика создания тестов для системы образования: Как выбирать, создавать и использовать тесты для целей образования / А. Н. Майоров – М : Интеллект-Центр, 2002. – 296 с.
2. Чельшкова М. Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов: Уч. пособие / М. Б. Чельшкова – М : Логос, 2002. – 432 с.
3. Ермолаева С. С. Технология проектирования качества организации обучения в вузе / С. С. Ермолаева // Молодой ученый. – Казань : 2011. – № 1. – С. 199 – 204
4. Русинова Н.В. Методика проведения анализа тестов по результатам тестирования / Н. В. Русинова, Т. В. Онищенко, В. А. Крисиллов. // Труды Одесского политехнического университета. – 2007. – Вып. 1(13). – С. 125 – 128.
5. Городничая Е. А. Информационная технология оценки и повышения качества автоматизированных средств контроля знаний в учебном процессе / Е. А. Городничая, Т. В. Онищенко, В. А. Крисиллов // *Электротехнические и компьютерные системы*. – К. : – 2012. – № 08 (84). – С. 130 – 136.
6. Зорин С. Ф. Разработка автоматизированной системы контроля знаний / С. Зорин–М. : Московский государственный вечерний металлургический институт, 2007. – 36 с.
7. Тертышная Т. И. Автоматизированная система контроля знаний / Т. И. Тертышная, Е. В. Колесникова, В. Д. Гогунский // Труды Одесского политехнического университета. – 2001. –

Вып. 1(13). – С. 125 – 128.

8. Gulliksen H. *Theory of Mental Tests*, New York : *Wiley*, 1950.– 486 p.

9. Guttman L.A. *Theory of Mental Tests. Psychometrika*, New York: *Wiley*, 1953, 123 p.

10. Staven M. Dowing. *Handbook of test development / Staven M. Dowing, Thomas M. Haladyna*, New Jersey: *Mahwah*, 2006 by Lawrence Associates, Inc. 778 p.

11. Ильясов Ф. Н. Репрезентативность результатов опроса в маркетинговом исследовании / Ф. Ильясов – М : Социологические исследования. – 2011. – № 3. – С. 112 – 116.

Получено 03.03.2014

References

1. Major A. *Teoriya i praktika so-zdaniya testov dlya sistemy obrazovaniya: Kak vybirat', sozdat' i ispol'zovat' testy dlya tseyey obrazovaniya. [Theory and Practice of Tests for the Education System: How to Choose, Create, and use Tests for Educational Purposes]*, (2002), Moscow, Russian Federation, *Intelligence Center*, 296 p. (In Russian).

2. Chelyshkova M. *Teoriya i praktika konstruirovaniya pedagogicheskikh testov: Uch. Posobie [Theory and Practice of Designing Pedagogical Tests: Tutorial]*, (2002), *Logos*, Moscow, Russian Federation, 432 p. (In Russian)

3. Yermolayeva S.S. *Tehnologiya proektirovaniya kachestva organizatsii obucheniya v vuze [Design Technology Company Quality Training in high School]*, (2011), *Young Scientist*, Kazan, Russian Federation, No.1, pp. 199 – 204 (In Russian)

4. Rusinova N.V., Onishchenko T.V., and Krisilov V.A. *Metodika provedeniya analiza testov po rezul'tatam testirovaniya. [The Methodology of the Analysis of the Tests on the Test Results.]*, (2007), *Proceedings Odessk. Polytechnic. Publ.*, Odessa, Ukraine, Issue. 1 (13.), pp. 125 – 128 (in Russian).

5. Gorodnichaya K.A., Onishchenko T.V., and Krisilov V.A. *Informatsionnaya tehnologiya otsenki i povysheniya kachestva avtomatizirovannykh sredstv kontrolya znaniy v uchebnoy protsesse [Information Technology of Estimation and Quality Improvement of Automated Knowledge Control Methods in the Educational Process.]*, (2012), *Electrotechnic and Computer Systems, Publ., Scientific and Technical Journal*, Kiev, Ukraine, Issue. 8 (84), pp. 130 – 136 (In Russian).

6. Zorin S.F. *Razrabotka avtomatizirovannoy*

sistemy kontrolya znaniy [Development of the Automated Control System of Knowledge], (2007), *State Evening Metallurgical Institute*, Moscow, Russian Federation, 136 p. (In Russian)

7. . Tertyshnaya T.I., Kolesnikova E.V., and Gogunsky V.D. *Avtomatizirovannaya sistema kontrolya znaniy [Automated Monitoring System of Knowledge]*, (2001), *Proc. Odessk. Polytechnic. University Publ.*, Odessa, Ukraine, Issue 1 (13), pp.125 – 128 (In Russian).

8. Gulliksen H. *Theory of Mental Tests*, New York: *Wiley*, 1950, 486 p.

9. Guttman L.A. *Theory of Mental Tests. Psychometrika*, New York: *Wiley*, 1953, 123 p.

10. Staven M. Dowing, and Thomas M. Haladyna. *Handbook of Test Development*, New Jersey, *Mahwah*, 2006, 778 p.

11. Ilyasov F.N. *Reprezentativnost' rezul'tatov oprosa v marketingovom issledovanii [Representativeness of the Results of the Survey in the Marketing Research]*, (2011), *Case Studies*, Moscow, Russian Federation, Issue. 3, pp. 112 – 116 (In Russian).



Крисиллов Виктор
Анатолевич,
д.т.н., зав. каф. системного программного обеспечения Одесского нац. политехн. ун-та.
E-mail: krissilovva@mail.ru



Городничая Екатерина
Александровна,
инженер каф. системного программного обеспечения Одесского нац. политехн. ун-та
Тел.: 0630204303,
E-mail:
katherine.gorodnichaya@ukr.net



Онищенко Татьяна
Викторовна,
ст. преп. каф. системного программного обеспечения Одесского нац. политехн. ун-та
E-mail: tonishchenko@gmail.com



Ву Нгок Хиу,
аспирант каф. системного программного обеспечения Одесского нац. политехн. ун-та.
E-mail: vnh8503@yahoo.com