

Youth Forum. Coll. Materials Forum. – Vol. 6. – Kharkov: KNURE, 14–16 April 2014. – P. 180–181.
11. *The service of poll Mentimeter: <http://mentimeter.com/>.* 12. *Mobile polls mQlicker: <https://mqlicker.com/>.* 13. *The service Kahoot: mobile polls: <https://getkahoot.com/>.* 14. Shcherbak N. V., Tabunshchik G. V. *An analysis means of e-learning and m-learning to create surveys, Information and Computer Technology in the Economy, Education and Social Services. IX All-Ukrainian Scientific-Practical Conference. Issue 9. – Simferopol, 13–14 March. – P. 102–104.* 15. Rutkovskaya D., Pilin'skii M., Rutkovskii L. *Neural Networks, Genetic Algorithms and Fuzzy Systems. Moscow, Russian Federation, Hot Line Publ.. – 2004. – P. 452.* 16. Haykin S. *Neural Networks: A Comprehensive Foundation. – 2nd Edition, Prentice-Hall, 1999.* 17. Haykin S. *Neural Networks and Learning Machines (3rd Edition), Prentice Hall, 2009.* 18. Ou G., Murphey Y. L. *Multi-class pattern classification using neural networks // Journal of Pattern Recognition Society. – 2007. – Vol. 40. – P. 4–18.* 19. Galushkin A. I. *The theory of neural networks. Book. 1: Textbook manual for schools / General Ed. A. I. Galushkina. – Moscow, IPRZhR, 2000. – 416 p. (Neurocomputers and their application).*

УДК 004.9

В. Зорін, В. Бандура, Р. Храбратин, М. Пасєка, Н. Пасєка
Івано-Франківський національний технічний університет нафти й газу,
Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ НАБУТТЯ ЗНАЇ СТУДЕНТІВ НА ОСНОВІ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

© Зорін В., Бандура В., Храбратин Р., Пасєка М., Пасєка Н., 2016

Розглянуто емпіричний метод визначення оптимального часу тестування знань студентів. Цей час визначається статистично з використанням методу Хіммельблау, тобто виключення аномальних значень. Визначено час проведення тестування для студентів різного рівня підготовки. Розроблено власний тест для вдосконалення розрахунків часу тестування. Адже час, наданий на тестування, впливає на саме тестування та на коректність оцінювання студента з тієї чи іншої дисципліни. Для цього висунута певна гіпотеза, проведено статистичне дослідження, розроблена математична модель. Після проведеної роботи та корегування програмного продукту визначено та математично обґрунтовано оптимальний час роботи студента.

Ключові слова: час тестування, дослідження, освіта, оцінка компетенції, знання.

This paper considers an empirical method of determining the optimum time for testing of students' knowledge. It is determined statistically using the method of Himmelblau, that is, the exclusion of anomalous values. Determined at the time of testing for students of different levels of training. Developed its own test for improvement in test time. After all, the time given for testing, affects self testing and the correctness of evaluation of a student in a particular discipline. This was put forward some hypothesis, conducted the statistical study, a mathematical model is developed. After the work and the correction of software was defined and mathematically proved the optimal time of the student.

Key words: testing, research, education, assessment of competence and knowledge.

Вступ

Тест, незважаючи на його недоліки, є єдиним відомим тепер технологічним інструментом оцінювання знань студентів. Без кількісного контролю не має сенсу існування жоден процес, чи науковий, чи виробничий, чи навчальний.

Важливим показником валідності тесту є час тестування. Він, безперечно, пов'язаний з кількістю та рівнем складності завдань. Від точності його встановлення залежить якість проведення тесту.

Неправильно встановлений час тестування не дає змоги точно перевірити, чи знає студент той чи інший елемент навчальної дисципліни. Теоретично розрахувати цей час доволі складно, тому пропонуємо використати математичну модель та програмний продукт для реалізації поставленої задачі. Попередньо проведено статистичне дослідження, у якому вибрано генеральну сукупність зі ста осіб.

Методи дослідження гіпотези

Гіпотеза полягає в тому, що обсягу виділеного часу, котрий становить 20 хв, недостатньо. Всі учасники проходили однаковий тест з двадцяти запитань. Часових обмежень не встановлено, але просили пройти тест якнайшвидше.

Для оброблення даних використано стандартні статистичні методи (дисперсія, математичне сподівання тощо), а також метод виключення аномальних значень (метод Д. Хіммельблау). Провівши експериментальне дослідження у вигляді тестування студентів, виявили, що навіть ретельно спланований і правильно виконаний експеримент дає неоднорідні дані. Якщо виконано аномальні вимірювання, вони приведуть до неправильних значень з грубими помилками. Такі значення часто називають “викидами”. Їх слід відкинути, оскільки вони можуть зіпсувати правильні дані.

З іншого боку, “викид” може насправді виявитися просто одним з екстремальних значень розподілу ймовірності випадкової величини, яке, природно, хоч і рідко, з’являється і яке не слід відкидати. Щоб не залишилося сумнівів, які спостереження відкидати, хотілося б отримати відповідь на запитання: яка ймовірність того, що спостережувані різниці є наслідком лише випадкових помилок у вибірці?

Умовою виникнення аномальних значень під час проведення тестування є:

- форма побудови питання (відкрита, закрита форма);
- кількість запитань;
- кількість варіантів відповіді.

Для відкидання аномальних значень використаємо метод Д. Хіммельблау.

За методом Д. Хіммельблау для відкидання аномальних значень, тобто значень, що різко відрізняються від середнього значення вибірки, виконують такі дії.

Знаходять значення Δ_{max} що являє собою різницю максимуму між значеннями x_i та середнім значенням

$$\Delta_{max} = |x_{max} - \bar{x}|, \quad (1.1)$$

де x_{max} – аномальне значення у вибірці чинників; \bar{x} – середнє значення чинника.

Оцінюють

$$|\Delta_{max}| > CS_x, \quad (1.2)$$

де C – стала, яку обчислюють через критерій Стьюдента t з рівняння

$$\left[\frac{NC^2(f + f_0 - 1)}{f \left(f + f_0 - \frac{NC^2}{f} \right)} \right]^{0.5} = (t_{q=0.05}^f)^{f_0+f}, \quad (1.3)$$

N – кількість чинників, що залишилися після відкидання аномального; $f = N - 1$ – кількість ступенів свободи; f_0 – кількість додаткових ступенів свободи; q – рівень значущості свободи, що характеризує ступінь ймовірності (в технічних розрахунках приймають 0,05).

Середньоквадратичне відхилення за вибіркою, що залишилася після відкидання аномального чинника:

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^i (x_i - \bar{x})^2} \quad (1.4)$$

Аномальне значення x_{max} відкидається, якщо виконується нерівність (1.2).

Метою цієї статті є наведення математичного обґрунтування тривалості проведення тестування.

Основна частина

Для визначення тривалості часу проведення тестування використано такий алгоритм розрахунку:

$$T_c = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i, \quad (1.5)$$

T_c – час середнього проходження тесту, N – кількість елементів множини часу, t_i – i -й елемент множини часу.

$$D_\delta = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (t_i - T_c)^2 \quad (1.6)$$

У кінцевому результаті необхідно:

$$T = T_c \pm \sqrt{D_\delta} \quad (1.7)$$

Результати дослідження наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Множина часу результатів тестування

52.27	51.31	48.2	46.38	46.34	46.18	44.12	41.54	41.3	39.3
38.27	37.1	36.46	36.3	36.19	35.23	33.5	33.4	33.34	32.43
31.31	31.26	29.42	29.18	28.32	27.22	26.2	26.11	25.34	25.21
24.54	24.5	24.2	23.12	23.0	22.36	22.28	22.2	21.39	21.3
21.28	20.47	20.37	20.11	19.4	19.2	18.59	18.33	18.3	18.29
18.27	17.11	16.38	16.3	16.28	16.24	16.0	15.4	15.4	15.36
15.32	15.2	15.12	14.41	14.2	13.48	13.4	13.22	12.41	12.2
12.13	11.5	11.5	11.5	11.46	11.27	11.1	10.4	10.36	10.34
10.32	10.3	10.2	10.12	9.4	9.3	9.11	9.1	8.51	8.51
8.4	8.29	8.27	8.24	8.19	7.31	7.29	7.24	6.4	5.41

Під час першого проходу не було виявлено аномального елемента. Максимальне значення: 52.27.

Індекс максимального: 92 – фіксуємо його місце серед множини. Ступінь свободи: 99 – вираховуємо ступінь свободи за формулою

$$f = N - 1.$$

Критерій Стюдента: 2.0 – оскільки критерій Стюдента – величина апроксимована, вона визначається таблично згідно зі ступенем свободи. Стала C : 9.9 – стала C вираховується згідно з формулою, що виводиться з формули (1.3). Сума елементів ряду: 2042.859 – підсумовують всі елементи множини, не включаючи максимального елемента. Середнє значення \bar{x} : 20.634 – середнє значення елементів без урахування максимального. Різниця максимального і середнього значень: 31.635 – за формулою (1.1). Різниця значення елемента та середнього значення: – 0.264. Суму різниці піднесено до квадрата: 12819.94.

$$V = 0.010 - 1/N;$$

$$\sigma^2 = 130.815.$$

Дисперсія: 11.437.

Дисперсія, помножена на коефіцієнт: 113.230.

Для порівняння дельта \max : 31.635 > 113.230.

Таким способом проведено близько 99 ітерацій. І перший аномальний елемент було виявлено на 96-й ітерації. Результат першої вдалої ітерації наведено в табл. 2.

Після відкидань аномальних значень вибірка зменшилася на три елементи. Далі було застосовано статистичні методи, згідно з якими ми об'єктивно визначили оптимальний час проведення тестування, який наведено в табл. 3.

Таблиця 2

Результат першої вдалої ітерації

№	Назва змінної	Значення
1	Максимальне значення	7.24
2	Індекс максимального	2
3	Ступінь свободи	2
4	Критерій Стьюдента	2
5	Стала С	1.088
6	Сума елементів ряду	11.81
7	Середнє значення x	5.905
8	Різниця максимального і середнього значень	1.335
9	Різниця значення елемента та середнього значення	-0.495
10	Суму різниці піднесено до квадрата	0.490
11	1/N	1.0
12	Сигма-квадрат	0.4902
13	Дисперсія	0.700
14	Дисперсія, помножена на коефіцієнт	0.762
Для порівняння дельта max: 1.335 > 0.762		

Таблиця 3

Оптимальний час проведення тестування

№	Назва змінної	Значення
1	1/N	0.01
2	Сума усіх елементів	2076.07
3	Сума різниці, піднесена до квадрата	13149.66
4	T_c	21.40
5	D_d	135.56
6	T	21.40 ± 11.43

Для порівняння правильності визначення дисперсії також використано статистичний метод, алгоритм якого подано нижче:

1. Визначення загальної кількості елементів
2. Знаходження розмаху варіації $W = t_{\max} - t_{\min}$.
3. Розбиття варіаційного ряду на \sqrt{N} рівних частин.
4. Знаходження довжини інтервалу: $\frac{W}{\sqrt{N}}$.
5. Визначення середнього вибіркового: $\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{z_i n_i}{n}$.
6. Визначення дисперсії: $D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (z_i - \bar{x})^2 n_i$.
7. Визначення кореня з дисперсії: \sqrt{D} .

Таблиця середніх значень інтервалів та кількості елементів у них

$x_i; x_{i+1}$	[7.29; 11.86]	[11.86; 16.43]	[16.43; 21]	[21; 25.57]	[25.57; 30.14]	[30.14; 34.71]	[34.71; 39.28]	[39.28; 43.85]	[43.85; 48.42]	[48.42; 52.99]
n_i	25	19	11	13	5	5	5	3	5	2
z_i	9.575	14.145	18.715	23.285	27.855	34.425	36.995	41.565	46.135	50.705

$$W = 52.27 - 7.29 = 44.98 = 52.27 - 7.29 = 44.98;$$

$$N = \sqrt{97} = 9.84;$$

$$W/N = \frac{44.98}{9.84} = 4.57;$$

$$\bar{x} = \frac{1}{97} (25 \cdot 9.575 + 19 \cdot 14.145 + \dots + 5 \cdot 46.135 + 2 \cdot 50.705) = 20.205;$$

$$D = \frac{1}{97} ((9.575 - 20.205)^2 \cdot 25 + \dots + (50.705 - 20.205)^2 \cdot 2) = 132.06;$$

$$\sqrt{D} = \sqrt{132.06} = 11.491.$$

Остаточна відповідь становить $20,205 \pm 11,491$.

Висновки

За результатами наших досліджень зроблено такі висновки: оптимальний час проведення тестування об'єктивно визначений; у результаті наведений час оптимальний для середньостатистичного студента, але кожна людина індивідуальна; визначено та математично обґрунтовано оптимальний час проведення тестування. Цей метод розрахунку часу тестування можна використовувати для тестування будь-якої складності, але тоді необхідно враховувати цю складність. Якщо враховувати усі складності, то математична модель стане універсальною, тож ми збираємо додаткову інформацію для створення універсального програмного продукту.

1. Грицюк Ю. І. Модель процесу формування компетентності персоналу ДСНС України для реалізації IT-проектів з інформаційної безпеки / Ю. І. Грицюк, З. П. Сташевський // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2015. – Вип. 25.9. – С. 373–390. 2. Дурняк Б. В. Проектування та використання сховищ даних для опрацювання результатів оцінювання знань студентів / Б. В. Дурняк, Н. М. Пасека, М. С. Пасека, О. В. Ерстєнюк // Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2015. – Вип. 25.9. – С. 365–373. 3. Пасека Н. М. Методи оцінки якості набуття компетенцій студентами дистанційної форми навчання / Н. Пасека, М. Пасека, Р. Храбатин, В. Юрчишин, В. Бандура // IV всеукр. наук.-практ. семінар “Сучасні інформаційні технології в дистанційній освіті”, 21–23 вересня 2015 – Івано-Франківськ. – С. 22–25. 4. Пасека Н. М. Використання когнітивних методів для набуття компетентності педагогів у галузі інформатики / Н. М. Пасека // Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2015. – Вип. 25.6. – С. 359–364. 5. Pasyeka M. Mathematical Model of Adaptive Knowledge Testing / M. Pasyeka, T. Sviridova, I. Kozak // Proceedings of the Vth Interna “Perspective technologies and methods in mems design” 22–24 April 2009 Lviv–Polyana, Ukraine, pp. 96-97. 6. Хатько А. В. Формування інформаційної компетентності майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерного профілю / А. В. Хатько. – Бердянськ, 2012. – 273 с.

IMPROVED METHODS OF KNOWLEDGE ACQUISITION ASSESSMENT OF STUDENTS BASED DISTANCE LEARNING

Introduction

The test, despite some of its shortcomings, is the only known at present technological tool for assessment of students' knowledge. Without quantitative control no process, either scientific or industrial, educational or does not make sense to the existence.

An important indicator of the validity of the test is a time of test. It's definitely related to the number and level of complexity of tasks. The accuracy of the installation depends on the quality of the test.

Improperly installed of testing time may not accurately test the student's knowledge of a particular element of discipline. Theoretically calculated this time is difficult, so we asked to use a mathematical model and software to implement the task. Previously conducted a statistical study that set the general population of a hundred people.

Main part

This paper considers an empirical method of determining the optimum time for testing of students' knowledge. It is determined statistically using the method of Himmelblau, that is, the exclusion of anomalous values. Determined at the time of testing for students of different levels of training.

Developed its own test for improvement in test time. After all, the time given for testing, affects self testing and the correctness of evaluation of a student in a particular discipline. This was put forward some hypothesis, conducted the statistical study, a mathematical model is developed. After the work and the correction of software was defined and mathematically proved the optimal time of the student.

Conclusions

According to our research the following conclusions: the best time of testing is determined objectively.

The result given time is the best for the average student, but each person is an individual; defined and justified mathematically optimal time of testing.

This method of calculating testing time can be used to test any difficulty, but then you must consider this complexity. Given all the complexity, the mathematical model will be universal so we collect additional information to create a universal software.

References

1. Hrytsiuk Y. I. *Model formation process competency DSNS Ukraine for the implementation of IT-projects Information Security* / Y. I. Hrytsiuk, Z. P. Stashevskiy // *Scientific Herald NLTU Ukraine: Coll. nauk.-tech. works.* – Lviv: RIO NLTU Ukraine. – 2015. – Vol. 25.9. – S. 373–390.
2. Durnyak B. V. *Design and use data warehouses to process the results of assessment of student learning* / B. V. Durnyak, N. M. Pasyeka, M. S. Pasyeka, A. V. Erstenyuk // *Scientific Herald NLTU Ukraine : Collection of scientific works.* – Lviv : RIO NLTU Ukraine. – 2015. – Vol. 25.9. – S. 365–373.
3. Pasyeka N. M. *Methods for assessing the quality of acquiring competencies students distance learning* / Pasyeka N., R. Hrabatyn, V. Yurchishin, V. Bandura // *IV All-Ukrainian scientific-practical seminar "Modern technologies in distance education", 21–23 September 2015 – Ivano-Frankivsk:* – S. 22–25.
4. Pasyeka N. M. *The use of cognitive techniques for acquiring competence of teachers in computer science* / N. M. Pasyeka // *Scientific Herald NLTU Ukraine: Collection of scientific works.* – Lviv: RIO NLTU Ukraine. – 2015. – Vol. 25.6. – S. 359–364.
5. Pasyeka M. *Mathematical Model of Adaptive Knowledge Testing* / M. Pasyeka, T. Sviridova, I. Kozak // *Proceedings of the Vth Interna "Perspective technologies and methods in mems design" 22–24 April 2009 Lviv–Polyana, Ukraine.* – P. 96–97.
6. Hatko A. V. *Formation informatychnoyi competence of future teachers of computer engineers Profile* / A. V. Hatko. – Berdyansk, 2012. – 273 p.