



<http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2024-30-3-69-74>

Оригинальная статья
Original paper

УДК 303.448

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ MATHCAD

А. В. ОДЕРЫШЕВ

*Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова
(г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)*

Поступила в редакцию 20.03.2024

© Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2024
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, 2024

Аннотация. Рассмотрены вопросы тестирования студентов в процессе изучения дисциплины. Обоснована целесообразность такого тестирования, предложены процедуры оценки и отбора студентов, реализованные в математическом редакторе Mathcad. Все статистические данные, приведенные в примерах, получены при обработке результатов тестирования реальных учебных групп. Отмечены преимущества такого тестирования, указаны неочевидные дополнительные возможности процедуры, предоставляемые преподавателю.

Ключевые слова: тестирование, мотивация, автоматическое оценивание результатов, эссе, Mathcad, процедуры программирования, проходной балл.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования. Одерышев, А. В. Оценка результатов тестирования с помощью Mathcad / А. В. Одерышев // Цифровая трансформация. 2024. Т. 30, № 3. С. 69–74. <http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2024-30-3-69-74>.

EVALUATING TEST RESULTS USING MATHCAD

ANDREY V. ODERYSHEV

Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping (Saint Petersburg, Russian Federation)

Submitted 20.03.2024

Abstract. The issues of testing students in the process of studying the discipline are considered. The feasibility of such testing is substantiated, procedures for automatic assessment and selection of the students, implemented in the mathematical editor Mathcad, are proposed. All statistical data, given in the examples, was obtained by processing the test results of real study groups. The advantages of such testing are noted, and non-obvious additional possibilities of the procedure provided to the teacher are indicated.

Keywords: testing, motivation, automatic evaluation of results, essays, Mathcad, programming procedures, passing score.

Conflict of interests. The author declares no conflict of interests.

For citation. Oderyshev A. V. (2024) Evaluating Test Results Using Mathcad. *Digital Transformation*. 30 (3), 69–74. <http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2024-30-3-69-74> (in Russian).

Введение

В последнее время наиболее активно используется такая форма контроля знаний обучающихся, как тестирование, преимущества и недостатки которого очевидны. К первым можно отнести: психологическую «незажатость» тестируемого, отсутствие необъективности оценки со стороны преподавателя, автоматическую оценку результатов, возможность оценки большого количества обучающихся в короткие сроки. Недостатками же являются: шаблонность вопросов; невозможность задания «уточняющих» вопросов, проведения беседы на тему вопроса; возможность непонимания тестируемым вопроса; использование посторонних источников для ответов на вопросы теста; появление списка правильных ответов.

Тем не менее современные реалии таковы, что без использования тестирования учебный процесс практически невозможен. Существует большое количество способов и видов тестов, которые позволяют исключить перечисленные недостатки или снизить их влияние на результат. К ним относятся пополнение банка вопросов, случайное перемешивание, множественные и неоднозначные ответы, другие варианты. К сожалению, их разработка требует большого количества усилий и времени, что не всегда приемлемо. С этой точки зрения по неоднозначности и нешаблонности наиболее выигрышным является вариант теста, называемый «эссе», в котором тестируемый дает ответы на вопросы в свободной форме. Сложность вопроса создатель теста оценивает заранее по градуированной шкале. Если ответ не полон или содержит неверную либо не относящуюся к вопросу информацию, то оценка может быть снижена в пределах от нуля до максимального балла за ответ по усмотрению проверяющего. Данная форма существенно снижает трудоемкость проверки и в то же время позволяет полнее оценить знания и уровень тестируемого. Целесообразность тестирования, проводящегося регулярно на протяжении обучения (перед или после лекций, во время практических и семинарских занятий), подтверждается следующими аргументами: процедура переключки заменяется процедурой тестирования; производится мониторинг усвоения материала; происходит побуждение обучающихся к вспоминанию и осознанию пройденного материала; обучающиеся настраиваются на конструктивное восприятие нового материала и т. п.

Как задел на будущее, сказывается тренированность в тестировании, т. е. человек, имеющий опыт выполнения тестов, обладает определенным преимуществом при сдаче следующих тестов. Некоторую сложность в данном вопросе (регулярного тестирования) представляет оценивание результатов [1, 2]. Во-первых, результаты тестирования могут вообще не оцениваться, так как в конце обучения проводится итоговое тестирование или опрос в устной/устно-письменной форме. Но при таком подходе практически полностью исчезает мотивация в выполнении тестов. Второй подход тестирования предполагает наличие заранее оговоренного «проходного» балла с учетом весовых коэффициентов вопросов. Как правило, это балл, соответствующий половине правильных ответов. То есть тестируемые, набравшие баллы менее «проходного», считаются не сдавшими тест, со всеми вытекающими отсюда последствиями. Регулярное тестирование, на основании которого определяется итоговый результат, не предполагает предварительную подготовку, поэтому целесообразно использовать менее жесткие критерии оценивания.

Методика оценивания

Предлагается статистический подход к оцениванию результатов тестирования, который заключается в выделении группы/ядра обучающихся, обладающих знаниями с некоторым уровнем и представляющих структурированное большинство [3, 4]. Для простоты вычислений возможно предварительное оценивание величины выборки (количества студентов в ядре). По этой группе определяется предельный минимальный балл и оценивается уровень знаний студентов по рассчитываемым статистикам. Для расчетов предлагается использовать математический редактор Mathcad. Причем для большей наглядности при расчете статистических характеристик используются не встроенные статистические функции редактора, а процедуры программирования [5].

Для оценивания результатов тестов следует в документ Mathcad ввести некоторые требуемые данные (граничное значение проходного балла $P_{\min} = 0,5$ и допустимый/ожидаемый уровень выполнения тестов обучающимися $P_{\text{студ}} = 0,8$, т. е. 80 %, приведенные цифры являются примерными и могут изменяться), списки обучающихся и таблицы результатов тестов за расчетный период (рис. 1). Для версий программы до 15-й включительно характерна вставка табличных данных

из офисных программ (Word, Excell, Access) через буфер обмена напрямую. В более поздних версиях Mathcad (Prime) вставка табличных данных реализована через экспорт из Excell [5].

$$\text{ФИО} := \begin{pmatrix} \text{"Иванов И.И."} \\ \text{"Петров П.П."} \\ \text{"Сидоров И.П."} \\ \text{"Смирнов С.С."} \\ \text{"Терентьев Т.Т."} \\ \text{"Яковлев Я.Я."} \end{pmatrix} \quad \text{баллыЗаТесты} := \begin{pmatrix} \text{""} & \text{""} & \text{""} & \text{""} & \text{""} & \text{""} & \text{""} \\ 1 & \text{""} & \text{""} & 6 & 2 & \text{""} & \text{""} \\ 1 & \text{""} & \text{""} & 0 & 6 & 0 & \text{""} \\ 1 & 2 & 5 & 6 & 6 & \text{""} & 6 \\ 1 & 6 & 2 & 2.5 & 0 & 2 & 0 \\ 1 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 \end{pmatrix}$$

Рис. 1. Вставка табличных данных
Fig. 1. Inserting tabular data

Вставленные данные нуждаются в предварительной корректировке. Так, для упрощения работы все пустые пространства заменяются цифрой «0», и обучающиеся, ни разу не посетившие занятия (имеющие только 0), удаляются из списка (рис. 2).

исключение непосещавших

```
баллыБезНП :=
  z ← 1
  for i ∈ 1.. количествоСтудентов
    t ← 0
    for j ∈ 1.. количествоТестов
      баллыЗаТестыi,j ← 0 if баллыЗаТестыi,j = ""
      t ← 1 if баллыЗаТестыi,j ≠ 0
    if t ≠ 0
      ttz, количествоТестов+1 ← i
      for k ∈ 1.. количествоТестов
        ttz,k ← баллыЗаТестыi,k
      z ← z + 1
  return tt
```

$$\text{баллыБезНП} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 6 & 2 & 0 & 0 & 2 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 6 & 0 & 0 & 3 \\ 1 & 2 & 5 & 6 & 6 & 0 & 6 & 4 \\ 1 & 6 & 2 & 2.5 & 0 & 2 & 0 & 5 \\ 1 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 & 6 \end{pmatrix}$$

Рис. 2. Процедура предварительной обработки списков
Fig. 2. Lists pre-processing procedure

Перед переходом к средним баллам за тесты строится гистограмма по баллам за отдельные тесты. Построение гистограммы также выполняется программно (рис. 3, 4). Границами интервалов принимаются целые значения баллов от 0 до Балл_{max} – максимального суммарного балла за тест. Последний либо назначается проверяющим из теста, либо принимается по результатам обучающихся (как показано в примере).

Для оценки степени усвоения материала и успеваемости обучающихся используется математическое ожидание баллов (средний балл) по отдельным тестам (лекциям) и отдельным обучающимся (рис. 5).

```

количествоПосещавших := rows(посещавшие) = 5

БаллМах := max(баллыБезНП) = 6

количество баллов по
интервалам
количествоПопаданий :=
  for i ∈ 1.. БаллМах
  | ti ← 0
  | for i1 ∈ 1.. количествоПосещавших
  |   for j1 ∈ 1.. количествоТестов
  |     ti ← ti + 1 if i - 1 < баллыБезНПi1,j1 ≤ i
  | return t
  
```

Рис. 3. Процедура разбиения по интервалам
Fig. 3. Interval splitting procedure

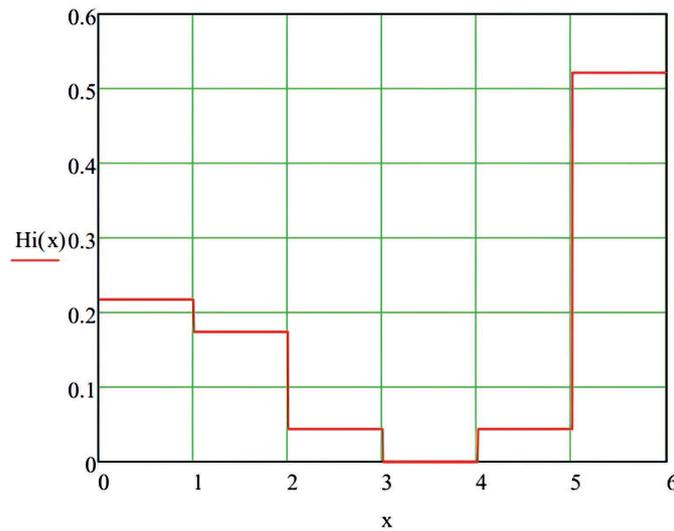
$$H_i(x) := \text{for } i \in 1.. \text{БаллМах} \\
 \frac{\text{количествоПопаданий}_i}{\sum \text{количествоПопаданий}} \text{ if } i - 1 < x \leq i$$


Рис. 4. Гистограмма распределения баллов и процедура ее составления
Fig. 4. The histogram of the distribution of points and the procedure for its compilation

```

СреднийБаллПоТестам :=
  for j ∈ 1.. количествоТестов
  | tj ← 0
  | for i ∈ 1.. количествоПосещавших
  |   tj ← tj + баллыБезНПi,j
  | tj ←  $\frac{t_j}{\text{количествоПосещавших}}$ 
  | return t
  a

СреднийБаллПоСтудентам :=
  for i ∈ 1.. количествоПосещавших
  | ti ← 0
  | for j ∈ 1.. количествоТестов
  |   ti ← ti + баллыБезНПi,j
  | ti ←  $\frac{t_i}{\text{количествоТестов}}$ 
  | return t
  b
  
```

Рис. 5. Процедура определения среднего балла по отдельным тестам (a) и отдельным обучающимся (b)
Fig. 5. The procedure for determining the average score for individual tests (a) and individual students (b)

Результаты исследований и их обсуждение

Для окончательного оценивания группы в целом используются процедуры: определения количества обучающихся, написавших тесты на балл, больший условно минимально допустимого P_{\min} или равный ему (рис. 6, *a*); определения минимального балла для заданного объема выборки $P_{\text{студ}}$ (количества обучающихся, считающихся удовлетворительно прошедших тесты) (рис. 6, *b*); составления списка сдавших тесты студентов, чей средний балл больше минимального или равен ему (рис. 6, *c*).

количество студентов, ответивших на $P_{\min} = 0.5$ вопросов (по среднему баллу)

```
колСтуд := | t ← 0                                     = 2
           | for i ∈ 1.. количествоПосещавших
           | t ← t + 1 if СреднийБаллПоСтудентамi ≥ БаллMax·Pmin
```

a

объемВыборки := ceil(Pстуд·количествоПосещавших) = 4 количество студентов в выбранной группе
средний предельный балл для объемВыборки = 4

упорядоченныеСредниеБаллы := sort(СреднийБаллПоСтудентам) средние баллы в порядке возрастания

минимальныйБалл := упорядоченныеСредниеБаллы_{ceil[(1-Pстуд)·количествоПосещавших]+1} = 1.286

b

```
ФИОсдавшихСтудентов := | z ← 1
                        | for i ∈ 1.. количествоПосещавших
                        | if СреднийБаллПоСтудентамi ≥ минимальныйБалл
                        |   | tz,1 ← посещавшиеi
                        |   | tz,2 ← СреднийБаллПоСтудентамi
                        |   | z ← z + 1
                        | return t
```

c

Рис. 6. Процедура: *a* – определения количества обучающихся, написавших тесты; *b* – определения минимального балла; *c* – составления списка сдавших тесты

Fig. 6. The procedure: *a* – determining the number of students who wrote the tests; *b* – determining the minimum score; *c* – compiling a list of those who passed the tests

Таким образом, остается только экспортировать полученные результаты в одну из офисных программ. Кроме того, несмотря на неоднородность результатов (разные студенты, разные вопросы), можно судить об изменении качества полученных знаний. Это демонстрируется диаграммой изменения среднего балла студентов на рис. 7, определенного по номерам проведенных лекций.

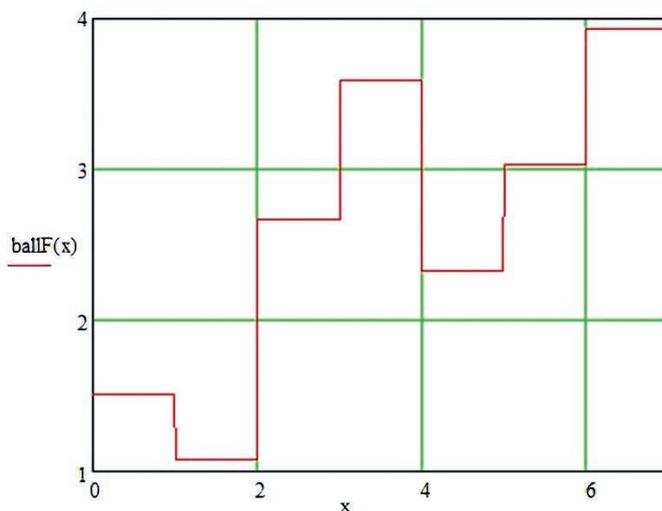


Рис. 7. Уровень среднего балла по номерам лекций
Fig. 7. The level of the average score by lectures numbers

Используемые приемы программирования в Mathcad позволяют автоматизировать обработку результатов тестирования и повышают наглядность их представления.

Заключение

Вопросы мотивации, улучшения способов подачи учебного материала разрабатывались с учетом [3, 4], сами тесты и критический анализ способов тестирования – с учетом [1, 2], статистические характеристики и способы их получения принимались согласно теории В. Е. Гмурмана¹, работа в редакторе Mathcad выполнялась по рекомендациям [5].

Список литературы

1. Векслер, В. А. Психолого-педагогические аспекты тестирования / В. А. Векслер, О. Л. Коноваленко // Физико-математические науки. 2015. Т. 1, № 35. С. 200–204.
2. Векслер, В. А. Особенности проектирования нестандартных тестовых заданий / В. А. Векслер, Л. Б. Рейдель // Физико-математические науки. 2015. Т. 1, № 35. С. 205–209.
3. Зинченко, П. И. Непроизвольное запоминание / П. И. Зинченко. М.: Директ-Медиа, 2010.
4. Солсо, Р. Когнитивная психология. / Р. Солсо. СПб.: Питер, 2006.
5. Кирьянов, Д. В. Mathcad 15/Mathcad Prime 1.0 / Д. В. Кирьянов. СПб.: БХВ-Петербург, 2012.

References

1. Vexler V. A., Konovalenko O. L. (2015) Psychological and Pedagogical Aspects of Testing. *Physical and Mathematical Sciences*. 1 (35), 199–204 (in Russian).
2. Vexler V. A., Reidel L. B. (2015) Features of Designing Non-Standard Test Tasks. *Physical and Mathematical Sciences*. 1 (35), 205–209 (in Russian).
3. Zinchenko P. I. (2010) *Involuntary Memorization*. Moscow, Direct-Media Publ. (in Russian).
4. Solso R. (2006) *Cognitive Psychology*. Saint Petersburg, Piter Publ. (in Russian).
5. Kiryanov D. V. (2012) *Mathcad 15/Mathcad Prime 1.0*. Saint Petersburg, BHV-Petersburg Publ. (in Russian).

Сведения об авторе

Одерышев А. В., канд. техн. наук, доц., Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова

Адрес для корреспонденции

198035, Российская Федерация,
г. Санкт-Петербург, ул. Двинская, 5/7
Государственный университет морского
и речного флота имени адмирала С. О. Макарова
Тел.: +7 812 748-96-54
E-mail: hoba@mail.ru
Одерышев Андрей Васильевич

Information about the author

Oderyshev A. V., Cand. of Sci., Associate Professor, Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping

Address for correspondence

198035, Russian Federation,
Saint Petersburg, Dvinskaya St., 5/7
Admiral Makarov State University
of Maritime and Inland Shipping
Tel.: +7 812 748-96-54
E-mail: hoba@mail.ru
Oderyshev Andrey Vasil'evich

¹ Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В. Е. Гмурман. М.: Высш. шк., 1999.