

ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ТЕСТА ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ ПО ТЕМЕ «ТЕОРИЯ ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ»

Л.В. Лиманова¹

Самарский государственный технический университет
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: llv-1@mail.ru

Данная работа посвящена исследованию качества педагогического теста по теме «Теория функции комплексной переменной» курса высшей математики, который используется для проверки знаний студентов на втором курсе СамГТУ. Для этого оценивались степень трудности каждого задания, вариация тестовых заданий и одна из основных характеристик теста – надежность. Для вычисления коэффициента надежности применялись формула KR-20 (по вариации тестовых заданий), формула Спирмена – Брауна и формула, которая использует средний коэффициент корреляции всех заданий между собой. Результаты исследований показали, что для повышения качества теста необходимо либо увеличить число заданий в соответствии с формулой кратности, либо изменить некоторые задания.

Ключевые слова: педагогический тест, коэффициент корреляции, коэффициент надежности, вариация тестовых заданий, степень трудности каждого задания.

В настоящее время одним из способов контроля усвоения пройденного материала является тестирование. Качественно составленный тест позволяет быстро и объективно оценить уровень знаний студентов. Основными критериями, оценивающими качество теста, являются надежность, валидность, дискриминативность и вариация тестовых заданий [1–6].

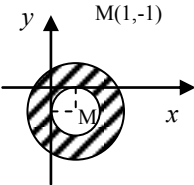
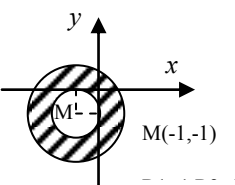
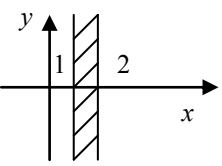
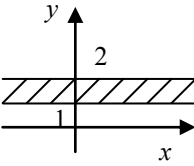
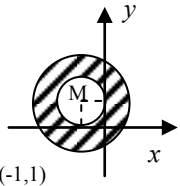
Тесты широко используются в качестве текущего и рубежного контроля знаний студентов на кафедре «Высшая математика и прикладная информатика» СамГТУ. Эти тесты составлялись силами группы преподавателей в соответствии с рабочей программой для бакалавров всех специальностей университета. В данной статье исследуется качество педагогического теста по теме «Теория функции комплексной переменной» курса высшей математики (табл. 1). Этот тест проводится на втором курсе, он содержит 12 заданий

¹ *Лариса Владимировна Лиманова*, кандидат технических наук, доцент кафедры высшей математики и прикладной информатики.

и относится к тестам открытого типа с выбором одного правильного ответа из пяти предложенных.

Таблица 1

Тест по теме «Теория функции комплексной переменной»

№	Задание
1	Представить в показательной форме число $1 - \sqrt{3}i$. Ответы: 1) $2e^{\frac{-\pi i}{6}}$; 2) $2e^{\frac{\pi i}{3}}$; 3) $\sqrt{3}e^{\frac{-\pi i}{6}}$; 4) $2e^{\frac{-\pi i}{3}}$; 5) $4e^{\frac{-\pi i}{3}}$
2	Вычислить $\frac{1-5i}{5+i}$. Ответы: 1) $-2+i$; 2) $1+3i$; 3) $4i$; 4) $5-i$; 5) $-i$
3	Указать множество точек на комплексной плоскости, удовлетворяющее условию $1 \leq z - 1 + i \leq 2$. Ответы: 1)  2)  3)  4)  5)  M(-1,1) R1=1 R2=2
4	$\text{Ln}(-2) = \dots$ Ответы: 1) $\ln 2 + 2k\pi i$; 2) $i(\pi + 2k\pi)$; 3) $i \ln 2$; 4) $\ln 2 + i(\pi + 2k\pi)$; 5) $\ln 2 + i\left(-\frac{\pi}{2} + 2k\pi\right)$

№	Задание
5	Решить уравнение $z^4 + 2 + 2i = 0$ и найти возможные значения $\arg z$. Ответы: 1) $-\frac{3\pi}{16} + \frac{k\pi}{2}, k = \overline{0,3}$; 2) $\frac{3\pi}{16} + \frac{k\pi}{2}, k = \overline{0,3}$; 3) $\frac{3\pi}{8} + \frac{k\pi}{2}, k = \overline{0,3}$; 4) $-\frac{3\pi}{8} + \frac{k\pi}{2}, k = \overline{0,3}$; 5) $-\frac{3\pi}{4} + \frac{k\pi}{2}, k = \overline{0,3}$
6	Для аналитической функции $f(z) = u(x, y) + iv(x, y)$ найти $v(x, y)$, если известно, что $u(x, y) = -x - y, f(0) = 0$. Ответы: 1) $x + y$; 2) $-y$; 3) $x - y$; 4) $y - x$; 5) x
7	Вычислить интеграл $\int_{AB} (2xi - \bar{z})dz$, где AB – отрезок прямой между точками $z_1 = 1, z_2 = i$. Ответы: 1) $1 + 2i$; 2) $-1 - 2i$; 3) $-2 + i$; 4) $2 - i$; 5) $1 - 2i$
8	Вычислить $\oint_{\Gamma} \frac{(z-2)dz}{z(z-3)^2}, \Gamma: z+5 =1$. Ответы: 1) $\frac{4\pi i}{3}$; 2) $-\frac{4\pi i}{9}$; 3) $\frac{4\pi i}{9}$; 4) 0; 5) $-\frac{4\pi i}{3}$
9	Вычислить $\oint_{\Gamma} \frac{(z-2)dz}{z(z-3)^2}, \Gamma: z-4 =2$. Ответы: 1) $\frac{4\pi i}{9}$; 2) 0; 3) $-\frac{4\pi i}{9}$; 4) $\frac{4\pi i}{3}$; 5) $-\frac{4\pi i}{3}$
10	Вычислить $\oint_{\Gamma} \frac{(z-2)dz}{z(z-3)^2}, \Gamma: z-2 =5$. Ответы: 1) 0; 2) $\frac{4\pi i}{3}$; 3) $\frac{4\pi i}{9}$; 4) $-\frac{4\pi i}{3}$; 5) $-\frac{4\pi i}{9}$
11	Найти особые точки и указать их характер, если $f(z) = \frac{e^{3z} - 1}{z(z-4i)^2}$.

№	Задание
	Ответы: 1) $z = 0$ – простой полюс; 2) $z = 0$ – устр. особая точка, $z = 4i$ – полюс второго порядка; 3) $z = 0$ – существ. особая точка; 4) $z = 0$ – простой полюс, $z = 4i$ – устр. особая точка, $z = 4i$ – простой полюс; 5) нет особых точек
12	Найти вычет функции $f(z) = z^2 e^{1/z}$ относительно точки $z = 0$ (использовать разложение в ряд по степеням z). Ответы: 1) $-\frac{1}{2}$; 2) 0; 3) 1; 4) $\frac{1}{6}$; 5) $\frac{1}{2}$

Для проверки качества теста применяются методы математической статистики. Для этого была составлена выборка из 170 студентов нефтетехнологического факультета университета. В ходе обработки 12 работ были исключены из выборки, так как они относились к работам, авторы которых либо не смогли решить ни одного задания теста, либо справились со всеми заданиями. Такие работы не несут информации о качестве теста, поэтому их необходимо исключить из рассмотрения.

Как и в ранее написанных работах [7–11], вначале оценивалась степень трудности каждого задания – это величина p_j , которая находится по формуле

$$p_j = \frac{m_j}{n},$$

где m_j – количество правильных ответов на j -задание; n – общее количество студентов. На рис. 1 представлен график этой характеристики. Видно, что наибольшее затруднение вызвало 11-е задание, т. е. для студентов оно было наиболее трудным. Со вторым заданием справилось наибольшее количество студентов.

Еще одна характеристика качества теста – вариация тестовых заданий – находится по формуле $p_j \cdot q_j$, где ($q_j = 1 - p_j$). Чтобы построить ее график, необходимо отсортировать номера заданий в порядке убывания количества

правильных ответов (рис. 2). Для нормативно-ориентированных тестов считается, что ее величина должна быть в районе 0,25. В нашем случае как раз самое легкое и самое сложное задания менее всего удовлетворяют этим требованиям, поэтому, возможно, их следует изменить в тесте.

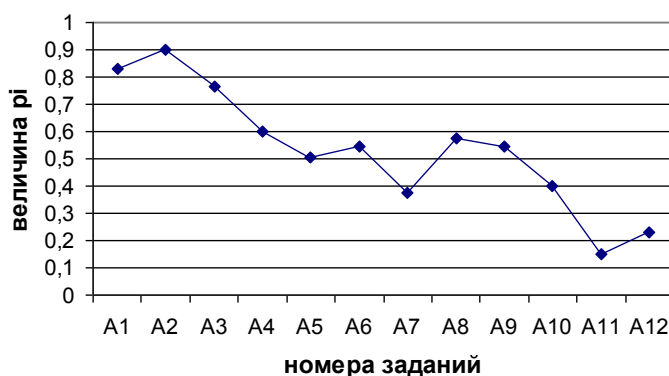


Рис. 1. Степень трудности задания

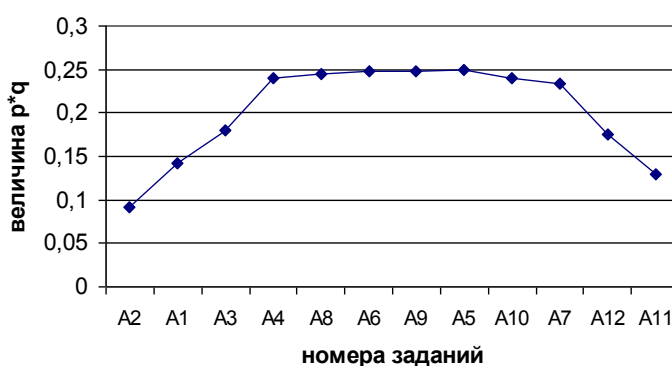


Рис. 2. Вариация тестовых заданий

Чтобы оценить одну из главных характеристик качества теста – надежность, вычисляют коэффициент надежности r_t [1 – 4]. Его величина находится по-разному: по формуле KR-20, с помощью среднего коэффициента корреляции $\bar{R}$ и по формуле Спирмена – Брауна.

Формула KR-20 [2, 3] имеет вид

$$r_t = \frac{M}{M-1} \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^M p_j q_j}{s_x^2} \right),$$

где M – количество заданий, s_x^2 – исправленная дисперсия индивидуальных баллов студентов: $s_x^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$, x_i – индивидуальный балл испытуемого; $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ – средний балл всех студентов; n – общее количество студентов.

Для нашей выборки коэффициент надежности, рассчитанный по этой формуле, равен $r_t = 0,69$.

Для определения коэффициента надежности с помощью среднего коэффициента корреляции $\bar{R}$ всех заданий между собой применим формулу

$$r_t = \frac{M\bar{R}}{1 + (M-1)\bar{R}}.$$

Здесь $\bar{R} = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M r_{xy}^j$ – средний коэффициент корреляции всех заданий между собой; r_{xy}^j – среднее значение коэффициентов корреляции для j -го задания.

При нахождении этого коэффициента корреляции рассчитывались средние значения коэффициентов корреляции для каждого задания r_{xy}^j (табл. 2). Эксперты считают [2], что их значения должны быть меньше 0,3, т. е. наши коэффициенты удовлетворяют требованиям.

Таблица 2

Средние значения коэффициентов корреляции

	A2	A1	A3	A4	A8	A6	A9	A5	A10	A7	A12	A11
r_{xy}^j	0,23	0,21	0,28	0,17	0,24	0,27	0,20	0,25	0,28	0,26	0,15	0,19

В результате получаем $\bar{R} = 0,226$, $r_t = 0,778$.

Чтобы применить формулу Спирмена – Брауна [2, 5], необходимо разделить тест на две части по четным и нечетным заданиям, затем вычислить коэффициент корреляции $r_{1/2}$ между этими группами по формуле

$$r_{1/2} = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) \cdot \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)}{\sqrt{\left(n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right) \cdot \left(n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right)}},$$

где x_i и y_i – индивидуальные баллы i -го испытуемого в четных и нечетных заданиях соответственно.

Полученные значения подставляют в формулу

$$r'_t = \frac{2r_{1/2}}{1 + r_{1/2}}. \quad (1)$$

Для нашей выборки коэффициент корреляции $r_{1/2}$ равен 0,495. Подставляем его в формулу (1) и находим коэффициент надежности $r_t = 0,662$.

При сравнении значений коэффициентов корреляции можно сделать вывод, что не все величины удовлетворяют требованиям экспертов (больше 0,7). Чтобы повысить надежность теста, можно изменить задания, которые снижают коэффициент надежности, либо увеличить количество заданий в тесте [1, 2, 6]. Чтобы определить, на сколько заданий надо увеличить тест, применим формулу [1]

$$r'_t = \frac{k r_t}{1 + (k - 1) r_t},$$

где r_t – коэффициент надежности до изменения длины теста; r'_t – коэффициент надежности после изменения; k – кратность изменения.

В качестве r_t возьмем наименьшее из полученных значений коэффициента надежности $r_t = 0,662$, в качестве нового значения r'_t зададим требуемую величину коэффициента надежности – 0,7. Найдем кратность изменения, получим $k = 1,19$. Значит, тест необходимо дополнить еще двумя задачами.

Таким образом, проведенные исследования качества педагогического теста по теме «Теория функции комплексной переменной» показывают, что не все из рассчитанных по трем формулам коэффициентов надежности удовлетворяют требованиям экспертов. Чтобы повысить уровень качества теста, рекомендуется, например, изменить 2-е и 11-е задания (второе – усложнить, а одиннадцатое – упростить) или увеличить количество заданий в тесте.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Звонников В.И., Челышкова М.Б. Современные средства оценивания результатов обучения. – М.: Академия, 2007. – 224 с.
2. Ким В.С. Тестирование учебных достижений. – Уссурийск: Изд-во УГПИ, 2007. – 214 с.
3. Карпенко А.П., Домников А.С., Белоус В.В. Тестовый метод контроля качества обучения и критерии качества образовательных тестов // Наука и образование: электронное научно-техническое издание. – 2011. – Вып. 4. – 28 с.
4. Олейник Н.М. Тест как инструмент измерения уровня знаний и трудности заданий в современной технологии обучения: Учеб. пособие. – Донецк: ДонГУ, 1991. – 168 с.
5. Ащепкова Л.Я. Материалы к семинару по обработке результатов тестирования / Региональный центр проблем качества при ДВГУ. – Владивосток, 2001.
6. Психологическая диагностика: Учеб. пособие / Под ред. К.М. Гуревича и Е.М. Борисовой. – М.: Изд-во УРАО, 1997. – 304 с.
7. Лиманова Л.В., Муратова Л.А. Статистический анализ качества теста из курса высшей математики по теме «Пределы. Производные» / Вестник СамГТУ. Сер. Психолого-педагогические науки. – 2015. – № 1(25). – С. 143–151.
8. Лиманова Л.В., Муратова Л.А. Анализ качества теста из курса высшей математики по теме «Линейная алгебра, аналитическая геометрия» / Вестник СамГТУ. Сер. Психолого-педагогические науки. – 2015. – № 2(26). – С. 113–122.
9. Муратова Л.А. Валидность и дискриминативность при исследовании и оценке качества теста «Интегральное исчисление» / Научный альманах. – 2016. – № 6-1(19). – С. 323–326.
10. Лиманова Л.В. Повышение надежности педагогического теста «Линейная алгебра, аналитическая геометрия» / Вестник СамГТУ. Сер. Психолого-педагогические науки. – 2016. – № 2(30). – С. 75–81.
11. Лиманова Л.В. Улучшение качества педагогического теста из курса высшей математики по теме «Интегральное исчисление» / Вестник СамГТУ. Сер. Психолого-педагогические науки. – 2016. – № 3(31). – С. 54–60.

Поступила в редакцию 27.04.17

В окончательном варианте 10.05.17

QUALITY CHECK OF PEDAGOGICAL DOUGH ON THE HIGHER MATHEMATICS ON A SUBJECT "THEORY OF FUNCTION OF A COMPLEX VARIABLE"

*L.V. Limanova*¹

Samara State Technical University
244, Molodogvardeyskaya Str., Samara, 443100
E-mail: llv-1@mail.ru

This work is devoted to research of quality of pedagogical dough on the subject "Theory of Function of a Complex Variable" in a higher mathematics course which is used for students examination on the second year of SSTU. The degree of difficulty of each task, a variation of test tasks and one of the main characteristics of dough – reliability were estimated for this purpose. A formula KR-20 (on a variation of test tasks); Spirmena-Brown's formula and a formula which uses average coefficient of correlation of all tasks among themselves were applied to calculation of coefficient of reliability. Results of researches showed that for improvement of quality of dough it is necessary to increase number of tasks according to a frequency rate formula, or to change some tasks.

Key words: pedagogical test, correlation coefficient, reliability coefficient, variation of test tasks, degree of difficulty of each task.

REFERENCES

1. *Zvonnikov V.I., Chelyshkova M.B.* Sovremennye sredstva ocenivaniya rezul'tatov obucheniya [Modern means of estimation of results of training]. Moscow: Academy, 2007. 224 p.
2. *Kim V.S.* Testirovanie uchebnyh dostizhenii [Testing of educational achievements]. Ussuriisk: Izd-vo UGPI, 2007. 214 p.
3. *Karpenko A.P., Domnikov A.S., Belous V. V.* Testovyi metod kontrolya kachestva obucheniya i kriterii kachestva obrazovatel'nyh testov [Test method of quality control of training and criteria of quality of educational tests] Nauka i obrazovanie: elektronnoe nauchno-tehnicheskoe izdanie. No. 04/2011, 28 p.
4. *Oleynik N.M.* Test kak instrument izmereniya urovnya znanii i trudnosti zadaniy v sovremennoi tehnologii obucheniya [The test as the instrument of measurement of level of knowledge and difficulty of tasks in modern technology of training]. Donetsk, DonGU, 1991. 168 p.

¹ *Larisa V. Limanova*, Cand. Tech. Sci., Associate Professor of Higher Mathematics and Applied Informatics Department.

5. *Ashchepkova L.Ya.* Materialy k seminaru po obrabotke rezul'tatov testirovaniya [Materials to a seminar on processing of results of testing] *Regional'nyi centr problem kachestva pri DVGU*. Vladivostok, 2001.
6. Psihologicheskaya diagnostika [Psychological diagnostics] [Under the editorship of K.M. Gurevich and E.M. Borisova]. M.: Izd-vo URAO, 1997. 304 p.
7. *Limanova L.V., Muratova L.A.* Statisticheskii analiz kachestva testa iz kursa vysshei matematiki po teme «Predely. Proizvodnye» [Statisticheskyy the analysis of quality of dough from a course of the higher mathematics on a subject "Limits. Derivatives"] *Vestnik SamGTU, Seriya «Psihologo-pedagogicheskie nauki»* [The Messenger SAMGTU, the Psychology and Pedagogical Sciences Series]. No. 1(25)-2015, pp. 143-151.
8. *Limanova L.V., Muratova L.A.* Analiz kachestva testa iz kursa vysshei matematiki po teme «Lineinaya algebra, analiticheskaya geometriya» [The analysis of quality of dough from a course of the higher mathematics on the subject "Linear Algebra, Analytical Geometry"] *Vestnik SamGTU, Seriya «Psihologo-pedagogicheskie nauki»* [The Messenger SAMGTU, the Psychology and Pedagogical Sciences Series]. No. 2(26)-2015, pp. 113-122.
9. *Muratova L.A.* Validnost' i diskriminativnost' pri issledovanii i ocenke kachestva testa «Integral'noe ischislenie» [Validnost and a diskriminativnost at research and an assessment of quality of the Integral calculus test] *Nauchnyi al'manah* [The Scientific almanac]. 2016. No. 6-1(19). P. 323-326.
10. *Limanova L.V.* Povyshenie nadezhnosti pedagogicheskogo testa «Lineinaya algebra, analiticheskaya geometriya» [Increase of reliability of the pedagogical test "Linear Algebra, Analytical Geometry"] *Vestnik SamGTU, Seriya «Psihologo-pedagogicheskie nauki»* [The Messenger SAMGTU, the Psychology and Pedagogical Sciences Series]. No. 2(30)-2016, pp. 75-81.
11. *Limanova L.V.* Uluchshenie kachestva pedagogicheskogo testa iz kursa vysshei matematiki po teme «Integral'noe ischislenie» [Improvement of quality of pedagogical dough from a course of the higher mathematics on the subject "Integral calculus"] *Vestnik SamGTU, Seriya «Psihologo-pedagogicheskie nauki»* [The Messenger SAMGTU, the Psychology and Pedagogical Sciences Series]. No. 3(31)-2016, pp. 54-60.

Original article submitted 27.04.17

Revision submitted 10.05.17