Л.И. Кузьмина, Ю.В. Осипов

О ТЕСТИРОВАНИИ СТУДЕНТОВ ПО "ШКОЛЬНОЙ" МАТЕМАТИКЕ

Для определения и последующей коррекции уровня знаний элементарной математики студентовпервокурсников используются тесты с заданиями открытого типа. Проводится анализ результатов тестирования, даются рекомендации по использованию тестов в зависимости от общего уровня знаний учащихся. Изучается статистическая связь набранных при тестировании баллов с баллами ЕГЭ.

Ключевые слова: критериально-ориентированный тест; нормативноориентированный тест; задания открытого типа; уровень знаний студентов; элементарная математика; ЕГЭ

Введение

астоящая работа посвящена применению педагогических тестов [1] для определения знания элементарной математики студентами первого курса. Уровень таких знаний никогда не бывает однородным. Чтобы понять, кто из студентов слабо подготовлен по математике, на какие разделы элементарной математики следует обратить внимание на первых занятиях, на кафедре математического анализа МИЭМ (ныне входит в состав кафедры высшей математики МИЭМ НИУ ВШЭ) были разработаны тесты "входного контроля" по математике для поступивших в вуз. В течение ряда лет при помощи этих тестов проверялись знания элементарной математики студентов математических и инженерных специальностей.

Помимо МИЭМ данные тесты использовались в Московском государственном строительном университете преподавателями кафедры информатики и прикладной математики, ведущими занятия по математике. Выяснилось, что созданные в МИЭМ тесты слишком сложны для студентов экономических направлений подготовки. В 2014 г. авторами были разработаны новые тесты по математике для поступивших на первый курс, предназначенные для студентов с более низким уровнем знаний.

Краткий статистический анализ тестов выполнялся аналогично [2]. Изучение результатов тестирования за последние годы позволило определить временную динамику уровня знаний поступивших в вуз, а также сравнить знания студентов-первокурсников с результатами ЕГЭ.

Структура и содержание тестов

Тест, разработанный в МИЭМ (далее Т1), является критериально-ориентированным [3]. Это означает, что по результатам тестирования делается вывод, имеет ли испытуемый определенный уровень знаний, в нашем случае, – достаточно ли хорошо он подготовлен по элементарной математике. Тест Т1 содержит 9 заданий открытого типа [4]. В таких заданиях отсутствует список вариантов ответа, студент должен решить задачу и записать полученный ответ. Тест предполагает "ручную" проверку работ преподавателем. Это расширяет круг заданий по сравнению с тестами ЕГЭ, в которых ответы должны записываться в виде, пригодном для ввода данных в компьютер. Т1 допускает ответы сложной формы, содержащие иррациональные выражения, а также включает задачи на построение графиков. Основная цель проведения тестирования – выяснить, насколько студенты подготовлены по элементарной математике для того, чтобы успешно осваивать курс математического анализа. В связи с этим Т1 не охватывает все разделы математики, которые изучаются в общеобразовательной школе, а концентрируется на темах, знание которых необходимо при изучении математического анализа. Т1 включает задачи на алгебраические преобразования, алгебраические уравнения и неравенства, тригонометрические неравенства, исследование функций и построение графиков. 35 различных параллельных (однотипных) вариантов гарантируют самостоятельность выполнения теста каждым студентом.

Тест, разработанный авторами (далее T2), является нормативно-ориентированным предтестом [3]. Он предназначен для сравнения уровня знаний студентов между собой. Термин «предтест» означает, что тестовые задания пока еще не прошли статистическую проверку на большой выборке учащихся.

Тест Т2 содержит 20 заданий открытого типа и, также как Т1, предполагает "ручную" проверку работ. Поскольку курс математики для экономических специальностей включает не только математический анализ, но и аналитическую геометрию и линейную алгебру, круг заданий Т2 расширен по сравнению с Т1. Помимо тем теста Т1, тест Т2 содержит задачи по геометрии. Уровень сложности заданий Т2 существенно ниже уровня Т1, но количество задач значительно больше. На выполнение обоих тестов отводится 45 минут.

Анализ результатов тестирования

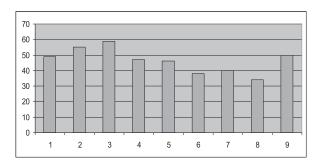
Тест Т1 проводился в группах 1 курса факультета прикладной математики и кибернетики МИЭМ НИУ ВШЭ. Результаты тестирования приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Год	Кол-во студентов	Средний балл ЕГЭ	Средний балл Т1
2013	26	81,96	5,42
2014	37	81,92	5,95

На рис. 1 представлена гистограмма распределения задач Т1 по уровню сложности [5]. Высота столбца соответствует количеству студентов, правильно решивших задачу.

Распределение набранных студентами баллов представлено на рис. 2.



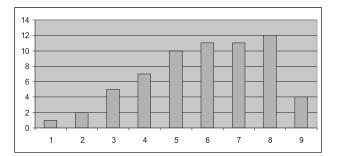


Рис. 1. Распределение правильно решенных заданий Т1 МИЭМ (по вертикали – кол-во студентов, по горизонтали – уровень сложности)

Рис. 2. Распределение баллов тестируемых студентов МИЭМ (по вертикали – баллы, по горизонтали – уровень сложности)

Приведенные на рис. 1 и 2 гистограммы подтверждают хорошо известный в тестологии факт, что критериально-ориентированный тест Т1 не может использоваться в качестве нормативно-ориентированного теста для сравнения уровней знаний отдельных студентов. Во-первых, задания теста Т1 слабо дифференцированы по уровню сложности: отношение количества студентов, успешно решивших самую простую задачу 3 к количеству студентов, решивших самую сложную задачу 8, равно 1,73 (см. рис. 1). Во-вторых, на гистограмме, изображенной на рис. 2, отчетливо виден излишний сдвиг вправо больших столбцов, характерный для критериально-ориентированных тестов. Мода распределения (наиболее часто встречающееся значение), равная 8, близка к правому краю. В 2013 и 2014 гг. успешно выполнили тест, правильно решив 5 и более заданий, около 2/3 студентов-математиков МИЭМ НИУ ВШЭ.

В МГСУ тест Т1 использовался для проверки знаний студентов-экономистов и системотехников. Студенты экономических направлений подготовки в целом не смогли выполнить тест. Средний балл, набранный при выполнении Т1, в зависимости от года поступления в вуз колеблется в интервале от 1,4 до 2,2 баллов из 9 возможных. Такие результаты означают, что испытуемые в целом не готовы к изучению углубленного курса высшей математики, но не позволяют определить уровень знаний студентов. Тест Т1, задающий высокий критериальный порог, оказался непригоден для учащихся, слабо подготовленных по математике.

Опыт тестирования показал, что тест Т1 можно использовать для проверки знаний студентов МГСУ, специализирующихся на информатике и вычислительной технике. Для 52 испытуемых средний набранный балл оказался равным 4,54, т.е. вблизи среднего значения диапазона набранных баллов 0-9. Гистограмма распределения правильно решенных заданий приведена на рис. 3.

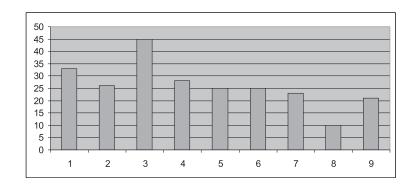


Рис. 3. Распределение правильно решенных заданий Т1 в МГСУ (по вертикали – кол-во студентов, по горизонтали – уровень сложности)

Поскольку уровень знаний элементарной математики студентов МГСУ в целом ниже знаний первокурсников МИЭМ, задания теста Т1 оказались в большей степени дифференцированы по уровню сложности. Отношение количества студентов, успешно решивших самую простую задачу 3 к количеству студентов, решивших самую сложную задачу 8, равно 4,5. Отметим также, что самая сложная и самая простая задачи оказались одними и теми же для студентов МИЭМ и МГСУ.

Связь результатов теста с баллами ЕГЭ

Объективность результатов Единого государственного экзамена нередко ставится под сомнение. Мы решили сравнить баллы, набранные при написании теста по "школьной" математике, с результатами ЕГЭ. Из таблицы 1 следует, что средний балл ЕГЭ студентов, поступивших в МИЭМ, остался неизменным, а средний балл теста Т1 вырос на 10% в 2014 г. Это означает, что в 2014 г. на ЕГЭ поднялся уровень требований по математике. Коэффициент корреляции результатов теста и ЕГЭ для МИЭМ равен 0,62.

Ниже приведены результаты тестирования студентов МГСУ.

Таблица 2.

Тест	Направление	Гол	Кол-во	Средний балл	Средний	Коэффициент
	подготовки	Год	студентов	ЕГЭ	балл теста	корреляции
T1	Информатика	2012	51	65,0	4,44	0,60
T1	Экономика	2012	44	50,5	2,22	0,27
T1	Экономика	2013	69	58,0	1,35	0,30
T2	Информатика	2014	71	63,3	11,00	0,73
T2	Экономика	2014	62	48,2	6,13	0,61

Напомним, что тест T1 состоит из 9 задач, а T2 – из 20.

В прикладных исследованиях считается, что устойчивая связь двух массивов данных наблюдается при значениях коэффициента корреляции 0,7 и выше. В нашем случае этой величины удалось достичь только при тестировании студентов-системотехников в 2014 г. Слабая корреляция ЕГЭ с Т1 для студентов-экономистов МГСУ объясняется тем, что этот тест для них слишком сложен, а потому сравнение Т1 с выпускным экзаменом некорректно. В остальных случаях величина коэффициента корреляции колеблется около 0,6. Такое значение коэффициента корреляции может объясняться различием целей, содержания и характера подготовки к тестам ЕГЭ и Т1, Т2. ЕГЭ охватывает все основные разделы школьной математики, большинство экзаменационных заданий в последние годы изменялись незначительно, и несколько месяцев перед экзаменом школьники усиленно тренируются в написании выпускной работы. Тесты Т1 и Т2 содержат задачи несколько иного типа, задания подругому сформулированы, тест проводится на первом занятии по математике без предварительной подготовки. Учитывая указанные различия между ЕГЭ и тестами Т1, Т2, коэффициент корреляции 0,6 можно считать неплохим результатом. Более точную информацию о связи баллов ЕГЭ с уровнем знаний школьников можно получить, проанализировав результаты тренировочных тестирований, которые регулярно проводятся в школах перед выпускными экзаменами.

Выводы

На протяжении ряда лет критериально-ориентированный тест Т1 входного контроля знаний по математике успешно выполняет свою основную функцию – выделяет среди первокурсников студентов с недостаточными знаниями по математике и показывает, какие разделы школьной программы им следует повторить.

Нормативно-ориентированный тест Т2 в целом соответствует нынешнему уровню "входных" знаний по математике студентов строительного университета. Проверка надежности теста будет проведена после сбора и анализа большого объема результатов тестирования.

Литература

- 1. Майоров А.Н. Теория и практика создания тестов для системы образования. М.: «Интеллектцентр», 2001. 296 с.
- 2. Кузьмина Л.И., Осипов Ю.В. Новые технологии преподавания и "старые" дисциплины // Качество. Инновации. Образование. 2013. №2. С. 9-13.
 - 3. Аванесов В.С. Форма тестовых заданий. М.: Центр тестирования, 2005. 156 с.
 - 4. Ким В.С. Тестирование учебных достижений. Уссурийск: УГПИ, 2007. 214 с.
- 5. Челышкова М.Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов. М.: Логос, 2002. 432 с.

Кузьмина Людмила Ивановна,

канд. физ-мат. наук, доцент кафедры Высшей математики Московского института электроники и математики ФГАОУ ВПО "Национальный исследовательский университет Высшая Школа Экономики (НИУ ВШЭ). 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20. Ikuzmina@hse.ru;

Осипов Юрий Викторович,

канд. физ-мат. наук, профессор кафедры информатики и прикладной математики, ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет» (ФГБОУ ВПО «МГСУ»). 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26. yuri-osipov@mail.ru.

L.I. Kuzmina, Yu.V. Osipov

ON STUDENT TESTING IN ELEMENTARY MATHEMATICS

For determining and further correction of the level of knowledge of first year students in elementary mathematics tests are used with tasks of open type. Test results are analyzed and recommendations for the use of tests are given, depending on the overall level of students' knowledge. The statistical relationship between testing scores and Unified State Exam points is studied.

Keywords: test; tasks of open type; level of knowledge of students; Elementary Mathematics; MIEM; USE

References

- 1. Majorov A.N. Theory and practice of creating tests for the education system. Moscow: "Intellekt-centr", 2001, 296 p.
- 2. Kuzmina L.I., Osipov Yu.V. New technologies of teaching and "old" discipline // Quality. Innovation. Education. 2013. №2. PP. 9-13.
 - 3. Avanesov V.S. Form of tests. Moscow: Centr testirovanija, 2005. 156 p.
 - 4. Kim V.S. Testing educational achievements. Ussurijsk: UGPI, 2007. 214 p.
 - 5. Chelyshkova M.B. Theory and practice of designing pedagogical tests. Moscow: Logos, 2002. 432 p.

Ludmila I. Kuzmina,

Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Associate Professor,
Department of Higher Mathematics, Moscow Institute
of Electronics and Mathematics,
National Research University Higher School of Economics.
101000, Russia, Moscow, Myasnitskaya st., 20.
tel. +7 (499) 235-44-02,
e-mail: Ikuzmina@hse.ru

Yuri V. Osipov,

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Professor,
Department of Computer Science and Applied Mathematics,
Moscow State University of Civil Engineering.
129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe Shosse, 26.
tel. +7 (499) 183-59-94,
e-mail: yuri-osipov@mail.ru