

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАРИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ СПОСОБНОСТИ ОПЕРИРОВАТЬ ПРОСТРАНСТВЕННЫМИ ОБЪЕКТАМИ У СТУДЕНТОВ

Приводится обоснование актуальности измерения уровня развития способности оперировать пространственными объектами у студентов в рамках изучения дисциплин геометро-графического цикла, описывается путь от авторского готового психологического теста до адаптированного теста в трех вариантах для применения в исследовательских целях.

Ключевые слова: *пространственное мышление, дисциплины геометро-графического цикла, тест, надежность теста, валидность теста.*

На базе Уральского государственного университета путей сообщения с 2009 г. проводится исследование на тему «Квалиметрический подход в развитии способности оперировать пространственными объектами в процессе геометро-графической подготовки студентов». Актуальность исследования можно объяснить тем, что в настоящее время в школьной программе материал дисциплины «Черчение» изучается в рамках «Технологии» или же вынесен на факультативное изучение, что можно встретить в специализированных школах.

Как следствие, выпускники школ в основном не обладают первоначальной геометро-графической подготовкой, у них не развиты способность оперировать пространственными объектами, пространственное мышление в целом. В дальнейшем в рамках данной работы более точное понятие «способность оперировать пространственными объектами» мы будем заменять на более лаконичное «пространственное мышление». В рамках высшего инженерно-технического образования всегда на первых курсах изучались такие предметы, как начертательная геометрия и инженерная графика, отличающиеся своей тесной связью с уровнем развития пространственного мышления студентов, а в последние десятилетия к ним добавилась компьютерная графика. Но сегодня студенты технических вузов вынуждены начинать изучение предметов высшей школы с изучения школьной программы [1]. Таким образом, появилась необходимость решения вопроса о том, как сохранить качество графической подготовки студентов как «одной из самых важных составляющих профессиональной культуры инженера» [2] при возросшем объеме изучаемого материала и резко снизившемся уровне начальной подготовки и уровне пространственного мышления в рамках постоянно уменьшающегося аудиторного времени, отводимого на изучение дисциплин геометро-графического цикла.

Одним из решений названных проблем авторам видится возможность применения квалиметрического подхода при изучении дисциплин геометро-графического цикла. Ключевыми понятиями явля-

ются мониторинг и тестирование – уже широко известные и применяемые в различных сферах деятельности, в том числе и в образовании. Новизна заключается в том, что, рассматривая конечный результат – высокий уровень качества графической подготовки студентов, мы выделили способность студентов оперировать пространственными объектами.

По словам Р. С. Немова, абсолютного отсутствия пространственного мышления у человека быть не может [3], но в силу условий, в которых формируется личность в настоящее время (образовательная программа среднего (полного) общего образования), такой уровень может быть недостаточным для успешного изучения дисциплин геометро-графического цикла высшей школы, а в дальнейшем сказаться на качестве профессиональной подготовки в целом студентов таких специальностей, как 270102 «Промышленное и гражданское строительство» и 271501.65 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей». К тому же в одной академической группе могут оказаться студенты со значительно отличающимися уровнями развития пространственного мышления. Поэтому было решено воспользоваться тестом В. Серебрякова для определения уровня развития пространственного мышления студентов [4]. В данном тесте представлены задания на определение способности оперировать плоскими и объемными объектами, а также способности выявления алгоритмов (табл. 1).

Преподаватели специально искали подобный тест, так как сами являются преподавателями-предметниками, некомпетентными в вопросах психологии. Исходя из того, что начертательная геометрия и инженерная графика направлены на развитие пространственного мышления [5–10], изначально предполагалось, что независимо от начального результата при систематическом изучении теоретического материала дисциплин и освоении практических навыков в течение учебного года уровень развития пространственного мышления повысится.

Таблица 1

Примеры заданий теста В. Серебрякова «Пространственное мышление»

Формулировка задания (оперирование плоскими объектами)	Выберите две фигуры, при вращении которых получается одна и та же фигура
Варианты ответов	
Ответ	В и С
Формулировка задания (оперирование объемными объектами)	Один и тот же знаковый рисунок на сторонах кубов появляется только на одном кубе. На каждом кубе есть две чистые поверхности. В ряду есть кубы, которые являются проекциями одного и того же повернутого куба. Определите наименьшее число кубов, изображенных в ряду
Варианты ответов	
Ответ	1
Формулировка задания (способность выявлять алгоритмы)	Фигуры в ряду слева составляют последовательность. Какая из фигур правой группы продолжает эту последовательность?
Варианты ответов	
Ответ	В

На первом этапе исследования тестирование было проведено два раза – на первом занятии (входной контроль) и на последнем (после изучения трех дисциплин, в конце второго семестра), в котором приняли участие 20 студентов специальности 270102 «Промышленное и гражданское строительство» (рис. 1).

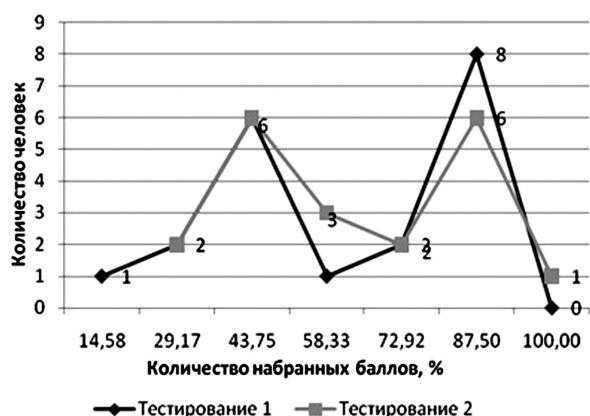


Рис. 1. Уровень развития пространственного мышления у группы студентов

Из приведенной диаграммы видно, что через год изучения дисциплин, направленных на развитие пространственного мышления, положительная динамика есть, но практически незначительная.

Оригинальный тест был представлен в двух вариантах, состоящих из 55 заданий, рассчитанных

на выполнение за 50 мин. В дальнейшем было принято решение сократить тест по количеству заданий и времени, отводимого на процедуру тестирования, чтобы не отнимать много времени от основного учебного процесса. В данном вопросе авторы руководствовались выводами, представленными А. И. Буравлевым и В. Ю. Переверзевым, а также А. Н. Майоровым [11, 12], о том, что оптимальное количество заданий в тесте должно быть от 30 до 40, а время тестирования – до 40 мин.

Одним из положений квалиметрического подхода является создание условий для обратной связи со студентами во время изучения дисциплины (тестирование, анкетирование, опросы и пр.) для возможности корректировки применяемых педагогических технологий, методов и приемов. В связи с этим из заданий В. Серебрякова было составлено три варианта аналогичных тестов из 33 заданий на 40 мин для трехкратного тестирования (включили промежуточное), чтобы по канонам квалиметрического подхода иметь возможность своевременной корректировки применяемых педагогических технологий, методов и приемов. На данном этапе исследования в тестировании приняли участие 47 студентов специальности 270102 «Промышленное и гражданское строительство» (рис. 2).

Из приведенной диаграммы видно, что при своевременной корректировке педагогических технологий, методов и приемов, применяемых при изучении геометро-графических дисциплин, уро-

вень развития пространственного мышления неуклонно растет, в конце года появляются студенты с высокими показателями и совсем исчезают низкие показатели.



Рис. 2. Уровень развития пространственного мышления у группы студентов

Здесь стоит уточнить, как авторы представляют корректировку применяемых методов и приемов. При уникальности и неповторимости академических групп, с которыми сталкивается преподаватель, он должен своевременно выбирать, какими технологиями пользоваться, чтобы результат его работы был максимально результативен для студентов. Это становится возможным при своевременной оценке начальных знаний (входной контроль), начального уровня развития пространственного мышления и анализе полученных данных. С одной группой можно проводить деловую игру, а с другой группой из-за общей низкой дисциплины это будет сложно организовать и получить тот же положительный результат, поэтому упор делается на решение задач, применение макетов, моделей,

плакатов. Для одной группы задача решается один раз на лекции с подробным объяснением алгоритма, а для другой дополнительно необходимо разрабатывать анимированную презентацию и решать несколько однотипных задач. До сих пор преподаватель вуза мог лишь в конце изучения дисциплины по итогам контрольных испытаний увидеть, насколько эффективными были применяемые педагогические технологии, методы и приемы.

При получении первых результатов появилась возможность проверить полученный тест на надежность и валидность. Надежность показывает, что результаты проводимого исследования близки к истине, а валидность показывает, что результаты действительно относятся к тому явлению, которое изучается. Валидное исследование автоматически является надежным, однако надежное исследование может и не быть валидным [13]. Поэтому сначала был проведен анализ тестовых заданий на основе теории Георга Раша (G. Rasch) для определения валидности тестовых заданий. В обработке было задействовано 92 результата тестирований. Для анализа данных использовалось программное средство RUMM (Rasch Unidimensional Measurement Model), разработанное под руководством профессора D. Andrich [14]. Стоит отметить, что в настоящее время программное средство RUMM успешно используется для оценки качества тестовых заданий во многих странах мира. Более подробное рассмотрение применения данного продукта для анализа тестовых заданий приведено в работах А. А. Маслака [15] и В. С. Кима [16].

Анализ тестовых заданий с помощью программного средства RUMM-2030 позволил выявить задания, не подходящие к модели Раша, а также оказалось, что в тесте не хватает заданий повышенной трудности (рис. 3).

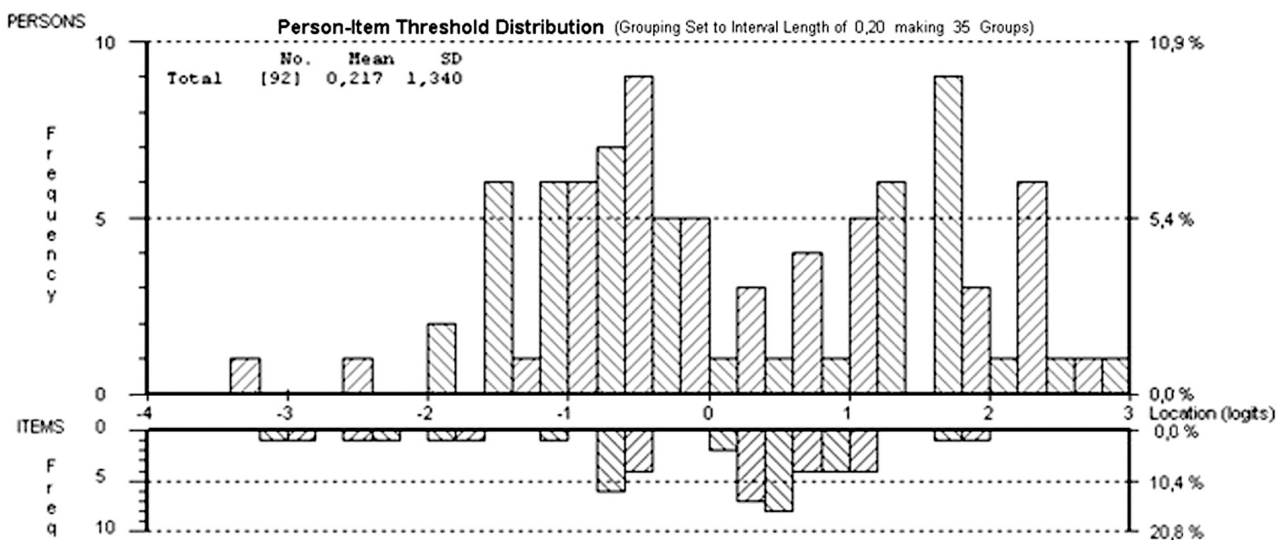
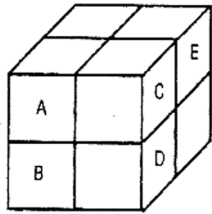


Рис. 3. Гистограмма распределения студентов по подготовленности (верхняя) и тестовых заданий по трудности (нижняя)

Исключив задания, не соответствующие модели Раша, а также добавив задания, аналогичные тем, что оказались повышенной трудности (табл. 2), авторы получили тест из 36 заданий на 40 мин.

Таблица 2

Пример задания повышенной трудности

Формулировка задания (оперирование объемными объектами)	На каждом чертеже изображен штабель, состоящий из одинаковых брусков, имеющих форму параллелепипеда. Некоторые бруски помечены буквами. Определите, сколько брусков касается бруска, помеченного буквой. Касание может быть только стороной к стороне
Варианты ответов	
Ответ	A-3, B-3, C-3, D-3, E-3.

Далее был проведен расчет надежности полученного теста по методу Рюлона, методу Кронбаха

и методу Спирмена–Брауна. Все три метода имеют схожую теоретическую базу: достоверность результатов тестирования может быть выражена как отношение дисперсий истинной и общей оценок (ошибки и истинной оценки) [17]. Другими словами, чем ближе полученное значение к 1, тем надежнее тест. В рассматриваемом случае были получены следующие результаты надежности:

- по методу Рюлона – 0,95;
- по методу Кронбаха – 0,97;
- по методу Спирмена–Брауна – 0,95.

Таким образом, авторам удалось из теста, разработанного специалистом-психологом В. Серебряковым, получить три варианта надежного и валидного теста с меньшим количеством заданий, который требует меньше времени на проведение тестирования. Авторам видится, что в дальнейшем при проведении исследования, направленного на внедрение квалиметрического подхода при организации процесса геометро-графической подготовки студентов, полученный тест может быть использован как инструментальный для выявления полученных результатов по повышению у студентов уровня способности оперировать пространственными объектами.

Список литературы

1. Анисимова Г. А., Покровская М. В. Геометро-графическое образование – первая ступень формирования инженерно-технических кадров нового поколения // Наука и образование: электронное науч.-техн. изд. 2012. URL: <http://technomag.edu.ru/doc/288667.html> (дата обращения: 18.08.2012).
2. Матвеева М. В. Основы формирования графической культуры студентов инженерных специальностей вузов // Вестн. Томского гос. пед. ун-та. 2011. Вып. 2 (104). С. 83–86.
3. Немов Р. С. Психология. Общие основы психологии. Т. 1. 4-е изд. М.: Владос, 2003. 688 с.
4. Серебряков В. Универсальные IQ тесты. М.: ЭКСМО-Пресс, 2001. 128 с.
5. Андрияшина Т. В., Болбат О. Б. Формирование пространственного мышления студентов технических вузов при изучении инженерной графики. Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2004. 115 с.
6. Ботвинников А. Д. Пути совершенствования методики обучения черчению. М.: Просвещение, 1983. 128 с.
7. Зинченко В. П., Моргунов Е. Б. Человек развивающийся. Очерки российской психологии. М.: Тривола, 1994. 304 с.
8. Ломов Б. Ф. Вопросы общей, педагогической и инженерной психологии. М., 1991. 296 с.
9. Якиманская И. С. Личностно ориентированное обучение в современной школе. М.: Сентябрь, 1996. 96 с.
10. Якиманская И. С. Основы личностно ориентированного образования. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. 224 с.
11. Буравлёв А. И., Переверзев В. Ю. Выбор оптимальной длины педагогического теста и оценка надежности его результатов. 2002. URL: http://www.e-joe.ru/sod/99/2_99/st160.html (дата обращения 10.06.2013).
12. Майоров А. Н. Тесты школьных достижений: конструирование, проведение, использование. 2-е изд. СПб.: Образование и культура, 1997. 304 с.
13. Балыхина Т. М. Словарь терминов и понятий тестологии. М.: Изд-во МГУП, 2000. 86 с.
14. Andrich D., Sheridan B., Lyne A., Luo G. RUMM: A windows-based item analysis program employing Rasch unidimensional measurement models (Perth: Murdoch University). 2000. URL: <http://www.rummlab.com/> (дата обращения 10.06.2013).
15. Маслак А. А. Измерение латентных переменных в социально-экономических системах. Славянск-на-Кубани: Издат. центр СГПИ, 2006. 333 с.
16. Ким В. С. Тестирование учебных достижений. Уссурийск: Изд-во УГПИ, 2007. 214 с.
17. Клайн П. Справочное руководство по конструированию тестов. Киев: ПАН Лтд., 1994. 288 с.

Пьянкова Ж. А., ассистент, соискатель.

Уральский государственный университет путей сообщения.

Ул. Колмогорова, 66, Екатеринбург, Россия, 620034.

E-mail: suslik059@mail.ru

Материал поступил в редакцию 08.07.2013.

Zh. A. Pyankova

WORKING OUT ASSESMENT SYSTEM OF THE DEVELOPMENT LEVEL FOR THE SKILLS TO OPERATE WITH SPATIAL OBJECTS

The paper deals with the rationale for the relevance of measuring the level of development of the ability to manipulate spatial objects by the students when studying geometric and graphic disciplines. It describes the path from the author's final psychological test adapted to the test in three versions for use in research.

Keywords: *spatial thinking, discipline, geometric and graphic cycle, test, reliability test, the validity of the test.*

References

1. Anisimova G. A., Pokrovskaya M. V. *Geometric and graphic education – the first stage of training of new generation technical and engineering employees*. Science and education: electronic scientific and technical publication, 2012. URL: <http://technomag.edu.ru/doc/288667.html> (accessed 18 August 2012) (in Russian).
2. Matveyeva M. V. Bases of forming of students' graphical culture in engineering education. *Tomsk State Pedagogical University Bulletin*, 2011, no. 2 (104), pp. 83–86 (in Russian).
3. Nemov R. S. *Psychology. General bases of psychology*. Vol. 1, issue 4. Moscow, Vldos Publ., 2003, pp. 83–86 (in Russian).
4. Serebryakov V. *Universal IQ tests*. Moscow, EKSMO-Press Publ., 2001. 128 p. (in Russian).
5. Andryushina T. V., Bolbat O. B. *Development of spatial thinking in students of technical institutions in studying of engineering graphics*. Novosibirsk, SGUPS Publ., 2004. 115 p. (in Russian).
6. Botvinnikov A. D. *Ways of improvement of methods of teaching drafting*. Moscow, Prosveshchenie Publ., 1983. 128 p. (in Russian).
7. Zinchenko V. P., Morgunov Ye. B. *Developing person. Russian psychology essays*. Moscow, Trivola Publ., 1994. 304 p. (in Russian).
8. Lomov B. F. *Questions of general, pedagogical and engineering psychology*. Moscow, 1991. 296 p. (in Russian).
9. Yakimanskaya I. S. *Personally oriented education in modern school*. Moscow, Sentiabr' Publ., 1996. 96 p. (in Russian).
10. Yakimanskaya I. S. *The bases of personally oriented education*. Moscow, Binom. Laboratory of knowledge Publ., 2011. 224 p. (in Russian).
11. Buravlyov A. I., Pereverzev V. Yu. *The choice of optimal length of the pedagogical test and evaluation of it's results' reliability*. 2001. URL: http://www.e-joe.ru/sod/99/2_99/st160.html (accessed 10 June 2013) (in Russian).
12. Mayorov A. N. *Tests of school achievements: designing, realization, application*. St. Petersburg, Education and culture Publ., 1997. 304 p. (in Russian).
13. Balykhina T. M. *Dictionary of testology terms and concepts*. Moscow, MGUP Publ., 2000. 86 p. (in Russian).
14. Andrich D., Sheridan B., Lyne A., Luo G. RUMM: A windows-based item analysis program employing Rasch unidimensional measurement models (Perth: Murdoch University). 2000. URL: <http://www.rummlab.com/> (data obrashcheniya 10.06.2013).
15. Maslak A. A. *Measuring of latent variable in socio-ecological systems*. Slaviansk-na-kubani, SGPI Publ., 2006. 333 p. (in Russian).
16. Kim V. S. *Testing of educational achievements*. Ussuriysk, USPI, 2007. 214 p. (in Russian).
17. Klayn P. *Test development reference guide*. Kiev, PAN Ltd. Publ., 1994. 288 p. (in Russian).

Ural State University of Railway Transport.

Ul. Kolmogorova, 66, Ekaterinburg, Russia, 620034.

E-mail: suslik059@mail.ru