

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ПСИХОЛОГИЯ

УДК 37.042

КОРОТКАЯ ОНЛАЙН БАТАРЕЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ (OSSAB): ПСИХОМЕТРИЧЕСКИЕ НОРМЫ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ СТАРШЕГО ВОЗРАСТА

М.В. Лиханов^а, Э.С. Цигеман^а, Ю.В. Ковас^{а, б, с}

^а Научно-технологический университет «Сириус», 354340, Краснодарский край, Сочи, Олимпийский пр., д. 1

^б Томский государственный университет, 634050, Россия, Томск, пр. Ленина, 36

^с Голдсмитс, Университет Лондона, Великобритания, Лондон, New Cross, SE14 6NW

Разработаны нормированные пороги для определения индивидуального уровня пространственных способностей для школьников 13–17 лет с использованием краткого онлайн-инструмента. Также на основе предыдущих исследований сформулированы рекомендации для школьников в соответствии с уровнем их пространственных способностей на момент тестирования. Обсуждается необходимость усиления визуально-пространственного компонента в общеобразовательных программах, а также в программах отбора одаренных школьников.

Ключевые слова: пространственные способности; нормирование; психометрические методы; рекомендации; программы развития таланта; одаренность.

Введение

Согласно Указу Президента РФ «Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации» от 1 декабря 2016 г. № 642, основой экономики РФ в ближайшие годы должны стать высокотехнологичные научные разработки (передовые производственные технологии, роботизированные системы, новые материалы и др.). Реализация этого указа требует от системы образования подготовки квалифицированных кадров для высокотехнологичных областей (ученых, инженеров и др.). В 2018 г. государственные расходы на образование составили 3 668,6 млрд руб. (3,6% от ВВП) [1]. Несмотря на это, по-прежнему наблюдается дефицит кадров в этих отраслях, обусловленный недостаточным количеством студентов по данным специальностям. Так, в 2018 г. при приеме абитуриентов на программы бакалавриата, специалитета и магистратуры такие специальности, как «Математические и естественные науки» и «Инженерное дело, технологии и технические науки» и тому подобные, выбрали в сумме 36,2% абитуриентов; в то время как специальности «Науки об обществе», «Гуманитарные науки», «Искусство и культура» выбрали 42,7% абитуриентов [1].

Большее количество студентов, поступающих на гуманитарные направления, может частично объясняться проблемами в системе идентификации школьников, имеющих потенциал высоких достижений в высокотехнологичных областях.

Одаренные дети могут оставаться незамеченными существующими способами поиска одаренных детей (олимпиады, конкурсы, специализированные школы) из-за недостаточного количества школьников, проходящих через такие системы. Например, по разным оценкам в Российской Федерации такими программами охвачены меньше 1% от всех выпускающихся школьников [2]. Причины данной ситуации включают необъективные оценки учителей, наставников и представителей администрации, рекомендующих школьников для участия в программах для одаренных детей, и отсутствие в этой системе элементов, способных идентифицировать «скрытую одаренность» (нормированные психологические и психометрические тесты) [Там же]. Перед системой образования стоит задача разработки стандартизованных надежных методов, позволяющих идентифицировать одаренных школьников на ранних этапах и обеспечивать им индивидуальную поддержку (например, разработку индивидуальных образовательных планов для них). Такие методы должны включать не только часто используемые вербальные и математические тесты, но и другие когнитивные характеристики, например пространственные способности.

Пространственные способности (ПС) определяются как способность понимать и запоминать пространственные отношения между объектами, а также совершать ментальные манипуляции с этими отношениями и визуализировать изменения этих отношений [3]. ПС могут считаться забытым талантом («спящим гигантом») в образовании [4]. Использование нормированных психометрических тестов ПС может обеспечить раннее выявление их уровня и способствовать их развитию. Данные масштабных лонгитюдных исследований свидетельствуют о том, что ПС являются важным фактором для достижений в технических специальностях. Например, в предыдущих исследованиях показана связь ПС не только с успешностью решения повседневных задач [3, 5], но и с успешностью в математике у школьников [6, 7], а также с количеством публикаций и патентов у специалистов в STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) [8, 9].

Эти результаты указывают на необходимость включения визуально-пространственного компонента в программы отбора талантливых школьников [8, 10]. Однако текущие методы отбора в основном включают только вербальный и математический компоненты. В результате многие ученики, демонстрирующие относительно низкие показатели по традиционным методикам отбора, но обладающие высокими ПС, остаются незамеченными такими программами. Например, по оценкам J. Lakin и J. Wai, более 2 млн пространственно-одаренных школьников в США (4–6% от всех школьников) упущены такими программами [11]. На данный момент не существует достоверных оценок количества пространственно-одаренных школьников в РФ, однако можно предположить, что их процентное соотношение соот-

ветствует показателям, полученным в других странах. Более того, как показывают предыдущие исследования, учащиеся с высокими ПС, пропущенные системами идентификации одаренных школьников, часто испытывают недостаток мотивации и получают меньше внимания от педагогов [11, 12], что может негативно сказываться на их дальнейших образовательных траекториях и профессиональной деятельности.

В недавнем исследовании авторов настоящей статьи была предложена краткая онлайн батарея пространственных способностей – OSSAB (Online Short Spatial Ability Battery), направленная на определение уровня развития ПС¹. В батарею входит 4 теста (Сборка моделей, Законы механики, Оригами и Ментальное вращение), отобранных по психометрическим критериям. В исследовании показано, что данная батарея может быть использована как для идентификации пространственно-одаренных школьников, так и для диагностики низких ПС. Батарея находится в свободном доступе² и может быть использована в системе образования. Однако в исследовании не приводятся стандартизованные нормы, относительно которых можно оценивать индивидуальный уровень ПС учеников.

Целью настоящего исследования является разработка нормированных порогов для определения индивидуального уровня пространственных способностей с использованием батареи OSSAB для школьников от 13 лет.

Материалы и методы исследования

Участники исследования

В исследовании приняли участие школьники Образовательного центра «Сириус», демонстрирующие высокие достижения по трем разным направлениям: наука (N = 640; из них 238 женщин), спорт (N = 436; из них 67 женщин) и искусство (N = 260; из них 204 женщины); и школьники из общеобразовательных школ РФ (N = 752; из них 350 женщин). Образовательный центр «Сириус» предлагает интенсивные четырехнедельные образовательные программы для школьников, которые прошли отбор по следующим критериям:

– для направления «наука» – призовые места в предметных олимпиадах (например, по математике, химии, физике, информатике или биологии) или участие в научном проекте / наличие патента;

– для направления «спорт» – успешное участие в различных спортивных соревнованиях (хоккей, шахматы и фигурное катание);

– для направления «искусство» – успешное участие в различных конкурсах и демонстрация высоких достижений в живописи, скульптуре, хореографии, литературе или музыке.

Возраст участников данного исследования: 13–17 (M = 15,01; SD = 1,18). Выбросы, определенные на основании межквартильного размаха, не были обнаружены. Дополнительная информация доступна у авторов исследования.

¹ Budakova et al.; статья находится на рецензии.

² <https://github.com/fmhoeger/OSSAB>

Инструментарий

В батарею OSSAB входит 4 теста:

1. Сборка моделей (Pattern assembly). Участникам предлагаются набор отдельных геометрических элементов и места их соединения, обозначенные буквами. Задача участников – определить, какая из предложенных в качестве вариантов ответа фигур получится, если соединить элементы указанным образом. Тест включает в себя 15 заданий, на каждое из которых дается по 20 секунд.

2. Законы механики (Mechanical reasoning). Тест включает в себя 16 заданий на понимание базовых принципов работы механизмов (например, зубчатых) и основных физических законов (например, закона тяготения). На выполнение каждого задания дается 25 секунд.

3. Оригами (Paper folding). Участникам предлагается несколько изображений последовательного сворачивания листа бумаги. На последнем изображении также показана точка – место прокола свернутого листа. Задача участников – определить, в каких местах на развернутом листе бумаги будут расположены отверстия от прокола. Тест включается в себя 15 заданий, на каждое из которых отводится по 20 секунд.

4. Ментальное вращение (Shape rotation). Участникам предлагается сложная геометрическая фигура. Задача участников – выбрать из предложенных вариантов, как будет выглядеть та же фигура при повороте. Тест включает в себя 15 заданий, на каждое из которых дается 20 секунд.

Данные четыре теста были апробированы и использованы в исследованиях на британской, российских и китайской выборках [3; 13; 14 и др.], показали высокую надежность (табл. 1) и сильные связи друг с другом и умеренные связи с другими когнитивными способностями, например, визуально-пространственной рабочей памятью ($r = .46-.54$) и невербальным интеллектом, измеренным с помощью Прогрессивных матриц Рейвена ($r = .44-.66$)¹.

Таблица 1

Надежность тестов батареи OSSAB

Тест \ Надежность	Ретестовая надежность* [3]	Расщепленная надежность** [13]	Расщепленная надежность** ²
Сборка моделей	$r = 0,56; p < 0,05$	0,69–0,74	0,68–0,80
Законы механики	$r = 0,65; p < 0,05$	0,54–0,56	0,47–0,67
Оригами	$r = 0,58; p < 0,05$	0,83–0,85	0,83–0,91
Ментальное вращение	$r = 0,56; p < 0,05$	0,79–0,82	0,81–0,88

Примечание. * – test-retest reliability; ** – split-half reliability

С процедурой выбора тестов на разных этапах, а также стимульным материалом можно ознакомиться в [3]. Авторы данной статьи могут также предоставить дополнительный материал из планируемой публикации.

¹ Tsigeman, Silas et al.; статья находится на рецензии.

² Budakova et al.; статья находится на рецензии.

Консультации разработчиков по установке и использованию батареи для педагогов и школьных психологов доступны по запросу авторам.

Результаты исследования

Результат каждого теста рассчитывался как процент правильно выполненных заданий и мог принимать значение от 0 до 100. В табл. 2 представлены корреляции тестов внутри батареи.

Таблица 2

Корреляционная матрица для тестов внутри батареи

Тест	Среднее (SD)	1	2	3	4
1. Ментальное вращение	48,49 (28,76)	–			
2. Оригами	53,60 (30,48)	0,57***	–		
3. Законы механики	60,94 (17,55)	0,52***	0,55***	–	
4. Сборка моделей	40,46 (21,82)	0,53***	0,54***	0,47***	–

Примечание. * – $p < .05$, ** – $p < .01$, *** – $p < .001$. Число участников варьировало от 2 088 до 2 134.

Финальное значение батареи OSSAB (итоговый балл) рассчитывается как среднее по всем 4 тестам. Среднее по итоговому баллу для всей выборки составило 51,02 (SD = 20,02; медиана = 52,18). На рис. 1 представлено распределение итогового балла, которое соответствует допущениям согласно показателям асимметрии и эксцесса (< 2). Тест Шапиро–Вилка показал, что распределение данных отличается от нормального ($p < 0,05$), что ожидаемо при большом (> 200) размере выборки (см., напр.: [15. С. 144]). В табл. 3 представлено разделение выборки по перцентилям.

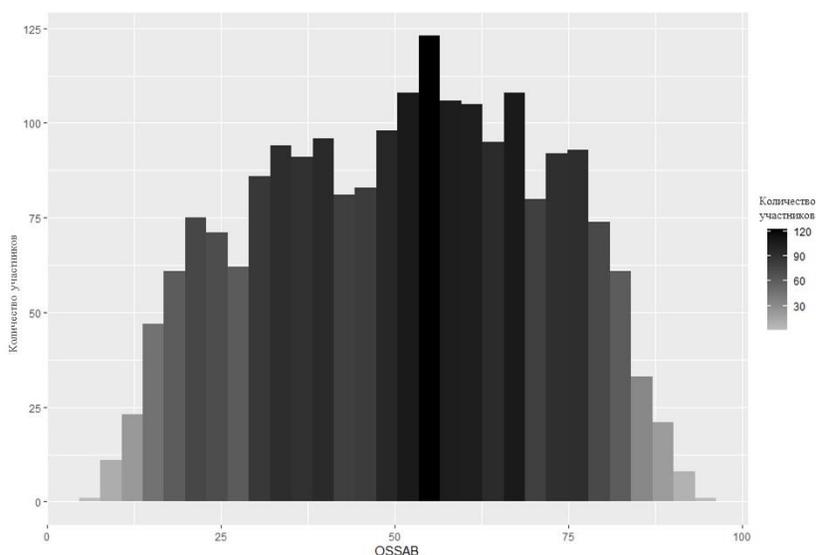


Рис. 1. Распределение итогового балла OSSAB в выборке. Итоговый балл OSSAB варьирует от 0 до 100%

Таблица 3

Распределение итогового балла батареи OSSAB по процентиям

Квантиль	0%	25%	50%	75%	95%	100%
Результат батареи	6,46	34,27	52,18	67,18	81,98	95,10

Таблица 4

Индивидуальный уровень пространственных способностей

Граница	Статус	Процент выборки
Больше 91 (2 SD)	Экстраординарная одаренность	0,24%
Больше 80 (1,5 SD)	Очень высокий уровень	7,23%
71-80 (1 SD)	Высокий уровень	13,21%
61-70	Уровень выше среднего	15,51%
40-60	Средний уровень	29,78%
30-39 (-1 SD)	Уровень ниже среднего	12,07%
20-29 (-1,5 SD)	Низкий уровень	9,96%
0-19 (-2 SD)	Очень низкий уровень	5,36%

Индивидуальный уровень пространственных способностей (табл. 4) был выделен нами по аналогии с существующими классификациями интеллекта (см., напр.: [16]).

Обсуждение результатов

Целью данного исследования была разработка нормированных порогов для определения индивидуального уровня пространственных способностей с использованием батареи OSSAB для школьников от 13 лет. Разработанные пороги позволят обеспечить индивидуальную поддержку для школьников с разными уровнями ПС.

Высокие пространственные способности

По результатам исследования способности выше двух стандартных отклонений от среднего могут отражать редкие (экстраординарные) пространственные способности. В нашем исследовании меньше 1% участников достигли этого результата. Порог в полтора стандартных отклонения (очень высокий уровень) достигли чуть больше 7% участников. Эти результаты соотносятся с данными, полученными в исследовании J. Lakin и J. Wai [11], которые использовали 95 процентиль от всей выборки в качестве критерия одаренности (равняется 81,98 в нашей выборке). В результате мы обнаружили, что 151 школьник (7,23%; наука – 120, искусство – 4, неотобранная выборка – 27) из 2 088 протестированных имеет результаты по батарее OSSAB выше полутора стандартных отклонений от среднего; эти школьники могут считаться пространственно-одаренными. Если экстраполировать полученные 7% школьников на 16,1 млн школьников в РФ на 2018 г. [17], то около 1,1 млн школьников могут иметь очень высокий уровень пространственных способностей и будут пропущены традиционными методами идентификации одаренных школьников. Для сравнения мы исполь-

зовали доступные нам данные 917 российских студентов, которые прошли ту же самую батарею тестов (см. описание выборки в [13]). Если исследовать эту выборку используя 95 перцентиль (равняется 80,09) в качестве критерия одаренности, мы обнаружим, что 5,1% выборки студентов имеет очень высокие пространственные способности. Это несколько ниже, чем данные, полученные на выборке школьников, что может быть связано с большим процентом школьников направления «наука» ОЦ «Сириус» в выборке школьников (с более высокими пространственными способностями в среднем)¹.

Наибольшее количество пространственно-одаренных школьников было идентифицировано в направлении «наука» ОЦ «Сириус», несмотря на то что пространственные способности не используются для отбора на образовательную программу. Данный результат косвенно подтверждает важность пространственных способностей для научно-технических специальностей. Необходимо отметить, что пространственно-одаренные дети были выявлены и в выборке направления «искусство» ОЦ «Сириус», критериями для отбора на которую не являются академические дисциплины или интеллект, которые потенциально могли бы отразиться в результатах выполнения теста на пространственные способности. Пространственно-одаренные дети также были выявлены и в неотобранной выборке школьников РФ. Таким образом, включение компонента ПС в программы выявления талантов могло бы большему количеству школьников быть выявленными. Предыдущие исследования показали, что невыявленные пространственные способности представляют собой фактор риска для психологического здоровья и академической мотивации [11].

Высокие результаты учащихся могут служить показанием для рекомендаций дополнительных занятий технической направленности или естественнонаучного профиля, например по схемотехнике, робототехнике, программированию, физике или химии [4]. Школьникам может быть рекомендовано обратиться к более сложным заданиям, олимпиадным задачам или пройти онлайн-курсы по этим или другим естественнонаучным предметам.

Низкие пространственные способности

По результатам исследования около 35% участников показывают способности ниже среднего. Из них 5,36% имеют очень низкие пространственные способности, которые могут отражать серьезные когнитивные, мотивационные или поведенческие проблемы. Низкие ПС негативно сказываются на целом ряде образовательных и других результатов (см. обзор: [18]). Например, низкие ПС могут приводить к низким результатам на едином государственном экзамене по математике [19].

Определение низких способностей позволит оказать индивидуализированную поддержку школьникам: пространственные способности не являются фиксированными и могут улучшаться в результате тренировки (см.

¹ Budakova et al.; Tsigeman et al.; статьи находятся на рецензии.

метаанализ: [20]). В исследованиях рекомендован ряд методов для развития ПС, включая компьютерные игры, содержащие пространственные компоненты [21], занятия спортом [22], игру на музыкальных инструментах [23], занятия оригами [24], изучение китайского языка [25], включение стереометрических задач в учебные материалы, применение компьютерных программ для моделирования при обучении геометрии и другим предметам [19]. В целом учеными рекомендуется «увеличение пространства» в образовании – добавление пространственных заданий, визуализаций (графиков и таблиц) при объяснении материала на разных предметах [26, 27].

В настоящем исследовании предлагаются нормы пространственных способностей, общие для школьников 13–17 лет. Дальнейшие исследования необходимы для определения более точных норм для каждого возраста. Дополнительный анализ по возрастным группам не показал различий между группами школьников 13 и 14 лет и между группами школьников 15, 16 и 17 лет. Однако группы 13–14 и 15–17 лет различались примерно на половину стандартного отклонения. Данные результаты (доступные по запросу) необходимо реплицировать на выборках с более высокой статистической мощностью. Эти групповые различия небольшие в сравнении с различиями внутри каждой возрастной группы. Таким образом, данное нормирование может быть использовано для школьников любого возраста от 13 до 17 лет.

Литература

1. Бондаренко Н.В., Бородин Д.Р., Гохберг Л.М., Ковалева Н.В., Кузнецова В.И., Озерова О.К., Саутина Е.В., Шугаль Н.Б. Индикаторы образования: 2020 : стат. сборник. М. : НИУ ВШЭ, 2020. 496 с.
2. Рубцов В.В., Журавлев А.Л., Марголис А.А., Ушаков Д.В. Образование одаренных – государственная проблема // Психологическая наука и образование. 2009. Т. 14, № 4. С. 5–14.
3. Rimfeld K., Shakeshaft N.G., Malanchini M., Rodic M., Selzam S., Schofield K., Plomin R. Phenotypic and genetic evidence for a unifactorial structure of spatial abilities // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2017. Vol. 114 (10). P. 2777–2782. DOI: 10.1073/pnas.1607883114.
4. Kell H.J., Lubinski D. Spatial ability: a neglected talent in educational and occupational settings // Roeper Review. 2013. Vol. 35 (4). P. 219–230. DOI: 10.1080/02783193.2013.829896.
5. Hegarty M., Montello D.R., Richardson A.E., Ishikawa T., Lovelace K. Spatial abilities at different scales: Individual differences in aptitude-test performance and spatial-layout learning // Intelligence. 2006. Vol. 34 (2). P. 151–176. DOI: 10.1016/j.intell.2005.09.005.
6. Tosto M.G., Hanscombe K.B., Haworth C.M., Davis O.S., Petrill S.A., Dale P.S., Kovas Y. Why do spatial abilities predict mathematical performance? // Developmental science. 2014. Vol. 17 (3). P. 462–470. DOI: 10.1111/desc.12138.
7. Gilligan K.A., Flouri E., Farran E.K. The contribution of spatial ability to mathematics achievement in middle childhood // Journal of experimental child psychology. 2017. Vol. 163. P. 107–125. DOI: 10.1016/j.jecp.2017.04.016.
8. Shea D.L., Lubinski D., Benbow C.P. Importance of assessing spatial ability in intellectually talented young adolescents: A 20-year longitudinal study // Journal of Educational Psychology. 2001. Vol. 93 (3). P. 604. DOI: 10.1037/0022-0663.93.3.604.
9. Kell H.J., Lubinski D., Benbow C.P., Steiger J.H. Creativity and technical innovation: Spatial ability’s unique role // Psychological science. 2013. Vol. 24 (9). P. 1831–1836. DOI: 10.1177/0956797613478615.

10. Andersen L. Visual-spatial ability: Important in STEM, ignored in gifted education // *Roeper Review*. 2014. Vol. 36 (2). P. 114–121. DOI: 10.1080/02783193.2014.884198.
11. Lakin J.M., Wai J. Spatially gifted, academically inconvenienced: Spatially talented students experience less academic engagement and more behavioural issues than other talented students // *British Journal of Educational Psychology*. 2020. Vol. 1. DOI: 10.1111/bjep.12343.
12. Gohm C.L., Humphreys L.G., Yao G. Underachievement among spatially gifted students // *American Educational Research Journal*. 1998. Vol. 35 (3). P. 515–531. DOI: 10.3102/00028312035003515.
13. Likhanov M.V., Ismatullina V.I., Fenin A.Y., Wei W., Rimfeld K., Maslennikova E.P., Budakova A.V. The factorial structure of spatial abilities in Russian and Chinese students // *Psychology in Russia: State of the art*. 2018. Vol. 11 (4). P. 96–114. DOI: 10.11621/pir.2018.0407.
14. Malanchini M., Rimfeld K., Shakeshaft N.G., McMillan A., Schofield K.L., Rodic M., Plomin R. Evidence for a unitary structure of spatial cognition beyond general intelligence // *NPJ science of learning*. 2020. Vol. 5 (1). P. 1–13. DOI: 10.1038/s41539-020-0067-8.
15. Field A. *Discovering Statistics Using SPSS, Third Edition*. London : Sage Publications Ltd., 2009. 821 p.
16. Resing W., Blok J.B. De classificatie van intelligentiescores: Voorstel voor een eenduidig systeem // *Psycholoog*. 2002. Vol. 37 (5). P. 244–249.
17. Общеобразовательные программы, образовательные программы среднего профессионального образования, образовательные программы высшего образования // Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/13398> (дата обращения 17.09.2020)
18. Аристова И.Л., Аристова И.Л., Есипенко Е.А., Шарафиева К.Р., Масленикова Е.П., Чипеева Н.А., Фекличева И.В., Ковас Ю.В. Пространственные способности: структура и этиология // *Вопросы психологии*. 2018. № 1. С. 118–126.
19. Бондарь А.А., Мамалыга Р.Ф. Формирование пространственного мышления обучающихся 10–11 классов в процессе решения стереометрических задач ЕГЭ // *Педагогическое образование в России*. 2019. № 3. С. 21–27. DOI: 10.26170/po19-03-03.
20. Uttal D.H., Meadow N.G., Tipton E., Hand L.L., Alden A.R., Warren C., Newcombe N.S. The malleability of spatial skills: a meta-analysis of training studies // *Psychological bulletin*. 2013. Vol. 139 (2). P. 352–402. DOI: 10.1037/a0028446.
21. De Lisi R., Wolford J.L. Improving children's mental rotation accuracy with computer game playing // *The Journal of genetic psychology*. 2002. Vol. 163 (3). P. 272–282. DOI: 10.1080/00221320209598683.
22. Jansen P., Ellinger J., Lehmann J. Increased physical education at school improves the visual-spatial cognition during adolescence // *Educational Psychology*. 2018. Vol. 38 (7). P. 964–976. DOI: 10.1080/01443410.2018.1457777.
23. Hetland L. Learning to make music enhances spatial reasoning // *Journal of aesthetic education*. 2000. Vol. 34 (3/4). P. 179–238. DOI: 10.2307/3333643.
24. Boakes N.J. The effects of origami lessons on students' spatial visualization skills and achievement levels in a seventh-grade mathematics classroom : doctoral dissertation (UMI № 8626739). Temple University, 2006. DOI: 10.13140/RG.2.1.4399.6565.
25. Rodic M., Tikhomirova T., Kolienco T., Malykh S., Bogdanova O., Zueva D.Y., Kovas Y. Spatial complexity of character-based writing systems and arithmetic in primary school: a longitudinal study // *Frontiers in psychology*. 2015. Vol. 6:333. DOI: 10.3389/fpsyg.2015.00333.
26. Khine M.S. *Visual-spatial ability in STEM education: transforming research into practice*. NewYork : Springer, 2017. DOI: 10.1007/978-3-319-44385-0.
27. Ashton E.J., Mah K.W., Rivers P.L. Spatialising the curriculum // *Journal of Curriculum Studies*. 2020. Vol. 52 (2). P. 177–194. DOI: 10.1080/00220272.2019.1657956.

Поступила в редакцию 06.08.2020 г.; повторно 12.10.2020 г.; принята 20.11.2020 г.

Лиханов Максим Владимирович – кандидат филологических наук, старший научный сотрудник НЦ когнитивных исследований Научно-технологического университета «Сириус».

E-mail: lihanov.mv@talantiuspeh.ru

Цигеман Элина Сергеевна – магистр психологии, младший научный сотрудник, НЦ когнитивных исследований Научно-технологического университета «Сириус».

E-mail: tsigeman.es@talantiuspeh.ru

Ковас Юлия Владимировна – профессор генетики и психологии, факультет психологии, Голдсмитс, Университет Лондона (Великобритания); руководитель направления «Прикладная когнитивная психология и нейронаука»; содиректор международного центра исследований развития человека Томского государственного университета.

E-mail: y.kovas@gold.ac.uk

For citation: Likhanov, M.V., Tsigeman, E.S., Kovas, Y. Online Short Spatial Ability Battery (OSSAB): Psychometric Norms for Older Students. *Sibirskiy Psikhologicheskiy Zhurnal – Siberian journal of psychology*. 2020; 78: 117–129. doi: 10.17223/17267080/78/7. In Russian. English Summary

Online Short Spatial Ability Battery (OSSAB): Psychometric Norms for Older Students

M.V. Likhanov^a, E.S. Tsigeman^a, Y. Kovas^{a, b, c}

^a *Sirius University of Science and Technology, 1, Olympic Ave, Sochi, 354340, Russian Federation*

^b *Tomsk State University, 36 Lenin Ave, Tomsk, 634050, Russian Federation*

^c *Goldsmiths, University of London, SE14 6NW New Cross, London, UK*

Abstract

The need for STEM specialists is growing in current technologically-oriented economy. This calls for new approaches in evaluation and development of relevant abilities and skills. However, the current educational systems might miss some students who have high potential for this field or who can develop such potential. For example, according to the results of one Russian study, gifted children may be missed by existing methods of talent search, partially due to the lack of standardised psychometric tests, especially of abilities beyond verbal and numerical abilities. One important predictor of STEM, often neglected in education, is spatial ability. Recently an online short spatial ability battery (OSSAB) for use in adolescent populations was developed. However, no published norms are available.

The aim of this study was to develop normalised thresholds for spatial ability testing using OSSAB battery with Russian 13-17 year old schoolchildren. Schoolchildren from the Sirius Educational Centre, demonstrating high achievement in 3 different areas: science (N = 640; 238 females), sports (N = 436; 67 females) and art (N = 260; 204 females), and schoolchildren (N = 752; 350 females) from general education schools of the Russian Federation participated in the study. Age of participants: 13-17 (M = 15.01; SD = 1.18).

The study identified thresholds for 8 spatial ability levels: from Very low ability to Extraordinary giftedness. These thresholds can be used by teachers and school psychologists to determine the level of spatial ability in schoolchildren of 13-17 years of age. Based on individual students' current levels of spatial ability, teachers can provide individual support and recommendations. For high performance recommendations may include additional classes in STEM or natural sciences, for example, electronics, robotics, programming, physics or chemistry. For lower performance recommendations may include computer games containing spatial components; sports; playing musical instruments; origami classes; and studying the

Chinese language. More broadly, school curricula in different subjects should include more spatial elements, such as: inclusion of stereometric tasks in learning materials; computer programs for modelling in teaching geometry and other subjects; adding visualizations (graphs and tables) when explaining material.

Overall, the results of this study suggest that a significant number of children have very low or very high level of spatial ability in both mainstream schools and in educational centres for high-performing students. The norms developed in this study can be used for identification and individualized support in all educational settings.

Keywords: spatial ability; norming; psychometric tests; recommendations; talent development programmes; giftedness.

References

1. Bondarenko, N.V., Borodina, D.R., Gokhberg, L.M., Kovaleva, N.V., Kuznetsova, V.I., Ozerova, O.K., Sautina, E.V. & Shugal, N.B. (2020) *Indikatory obrazovaniya: 2020* [Education Indicators: 2020]. Moscow: HSE.
2. Rubtsov, V.V., Zhuravlev, A.L., Margolis, A.A. & Ushakov, D.V. (2009) *Obrazovanie odarenykh – gosudarstvennaya problema* [Education of the gifted as a state problem]. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie – Psychological Science and Education*. 14(4). pp. 5–14.
3. Rimfeld, K., Shakeshaft, N.G., Malanchini, M., Rodic, M., Selzam, S., Schofield, K. & Plomin, R. (2017) Phenotypic and genetic evidence for a unifactorial structure of spatial abilities. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 114(10). pp. 2777–2782. DOI: 10.1073/pnas.1607883114
4. Kell, H.J. & Lubinski, D. (2013) Spatial ability: a neglected talent in educational and occupational settings. *Roeper Review*. 35(4). pp. 219–230. DOI: 10.1080/02783193.2013.829896
5. Hegarty, M., Montello, D.R., Richardson, A.E., Ishikawa, T. & Lovelace, K. (2006) Spatial abilities at different scales: Individual differences in aptitude-test performance and spatial-layout learning. *Intelligence*. 34(2). pp. 151–176. DOI: 10.1016/j.intell.2005.09.005
6. Tosto, M.G., Hanscombe, K.B., Haworth, C.M., Davis, O.S., Petrill, S.A., Dale, P.S. & Kovas, Y. (2014) Why do spatial abilities predict mathematical performance? *Developmental Science*. 17(3). pp. 462–470. DOI: 10.1111/desc.12138
7. Gilligan, K.A., Flouri, E. & Farran, E.K. (2017) The contribution of spatial ability to mathematics achievement in middle childhood. *Journal of Experimental Child Psychology*. 163. pp. 107–125. DOI: 10.1016/j.jecp.2017.04.016.
8. Shea, D.L., Lubinski, D. & Benbow, C.P. (2001) Importance of assessing spatial ability in intellectually talented young adolescents: A 20-year longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*. 93(3). p. 604. DOI: 10.1037/0022-0663.93.3.604.
9. Kell, H.J., Lubinski, D., Benbow, C.P. & Steiger, J.H. (2013) Creativity and technical innovation: Spatial ability's unique role. *Psychological Science*. 24(9). pp. 1831–1836. DOI: 10.1177/0956797613478615
10. Andersen, L. (2014) Visual–spatial ability: Important in STEM, ignored in gifted education. *Roeper Review*. 36(2). pp. 114–121. DOI: 10.1080/02783193.2014.884198
11. Lakin, J.M. & Wai, J. (2020) Spatially gifted, academically inconvenienced: Spatially talented students experience less academic engagement and more behavioural issues than other talented students. *British Journal of Educational Psychology*. 1. DOI: 10.1111/bjep.12343
12. Gohm, C.L., Humphreys, L.G. & Yao, G. (1998) Underachievement among spatially gifted students. *American Educational Research Journal*. 35(3). pp. 515–531. DOI: 10.3102/00028312035003515

13. Likhanov, M.V., Ismatullina, V.I., Fenin, A.Y., Wei, W., Rimfeld, K., Maslennikova, E.P. & Budakova, A.V. (2018) The factorial structure of spatial abilities in Russian and Chinese students. *Psychology in Russia: State of the Art*. 11(4). pp. 96–114. DOI: 10.11621/pir.2018.0407
14. Malanchini, M., Rimfeld, K., Shakeshaft, N.G., McMillan, A., Schofield, K.L., Rodic, M. & Plomin, R. (2020) Evidence for a unitary structure of spatial cognition beyond general intelligence. *NPJ Science of Learning*. 5(1). pp. 1–13. DOI: 10.1038/s41539-020-0067-8
15. Field, A. (2009) *Discovering Statistics Using SPSS*. 3rd ed. London: Sage Publications Ltd.
16. Resing, W. & Blok, J.B. (2002) De classificatie van intelligentiescores: Voorstel voor een eenduidig systeem. *Psycholoog*. 37(5). pp. 244–249.
17. The Federal State Statistics Service. (n.d.) *Obshcheobrazovatel'nye programmy, obrazovatel'nye programmy srednego professional'nogo obrazovaniya, obrazovatel'nye programmy vysshego obrazovaniya* [General education programs, educational programs of secondary vocational education, educational programs of higher education]. [Online] Available from: <https://rosstat.gov.ru/folder/13398> (Accessed 17th September 2020)
18. Aristova, I.L., Aristova, I.L., Esipenko, E.A., Sharafieva, K.R., Maslennikova, E.P., Chipeva, N.A., Feklicheva, I.V. & Kovas, Yu.V. (2018) Prostranstvennye sposobnosti: struktura i etiologiya [Spatial abilities: structure and etiology]. *Voprosy psikhologii*. 1. pp. 118–126.
19. Bondar, A.A. & Mamalyga, R.F. (2019) Formation of spatial thinking of students in grades 10-11 in the process of solving stereometric problems of the unified state exam. *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii – Pedagogical Education in Russia*. 3. pp. 21–27. (In Russian). DOI: 10.26170/po19-03-03
20. Uttal, D.H., Meadow, N.G., Tipton, E., Hand, L.L., Alden, A.R., Warren, C. & Newcombe, N.S. (2013) The malleability of spatial skills: a meta-analysis of training studies. *Psychological Bulletin*. 139(2). pp. 352–402. DOI: 10.1037/a0028446.
21. De Lisi, R. & Wolford, J.L. (2002) Improving children's mental rotation accuracy with computer game playing. *The Journal of Genetic Psychology*. 163(3). pp. 272–282. DOI: 10.1080/00221320209598683
22. Jansen, P., Ellinger, J. & Lehmann, J. (2018) Increased physical education at school improves the visual-spatial cognition during adolescence. *Educational Psychology*. 38(7). pp. 964–976. DOI: 10.1080/01443410.2018.1457777
23. Hetland, L. (2000) Learning to make music enhances spatial reasoning. *Journal of Aesthetic Education*. 34(3/4). pp. 179–238. DOI: 10.2307/3333643
24. Boakes, N.J. (2006) *The effects of origami lessons on students' spatial visualization skills and achievement levels in a seventh-grade mathematics classroom*. Dr. Diss. UMI № 8626739. Temple University. DOI: 10.13140/RG.2.1.4399.6565
25. Rodic, M., Tikhomirova, T., Kolienco, T., Malykh, S., Bogdanova, O., Zueva, D.Y., & Kovas, Y. (2015) Spatial complexity of character-based writing systems and arithmetic in primary school: a longitudinal study. *Frontiers in Psychology*. 6:333. DOI: 10.3389/fpsyg.2015.00333
26. Khine, M.S. (2017) *Visual-spatial ability in STEM education: transforming research into practice*. New York: Springer. DOI: 10.1007/978-3-319-44385-0
27. Ashton, E.J., Mah, K.W. & Rivers, P.L. (2020) Spatialising the curriculum. *Journal of Curriculum Studies*. 52(2). pp. 177–194. DOI: 10.1080/00220272.2019.1657956

Received 06.08.2020; Revised 12.10.2020;
Accepted 20.11.2020

Maxim V. Likhanov –Senior Researcher, Applied cognitive psychology and neuroscience research unit, centre for cognitive investigations, Sirius University of Science and Technology. Cand. Sc. (linguistics).
E-mail: lihanov.mv@talantiuspeh.ru

Elina S. Tsigeman – MSc in psychology, junior researcher, Applied cognitive psychology and neuroscience research unit, centre for cognitive investigations, Sirius University of Science and Technology

E-mail: tsigeman.es@talantiuspeh.ru

Yulia Kovas – Professor of Genetics and Psychology, Department of Psychology, Goldsmiths, University of London; director, Applied cognitive psychology and neuroscience research unit, centre for cognitive investigations, Sirius University of Science and Technology; co-director of the International Centre for Research in Human Development (ICRHD), Tomsk State University.