

**З. Р. Тахирова**  
**А. В. Казанцева**  
**Р. Ф. Еникеева**  
**Ю. Д. Давыдова**  
**А. М. Тазетдинов**  
**Р. Р. Валиев**  
**С. Б. Малых**

**Э. К. Хуснутдинова**

*Уральский федеральный университет  
им. первого Президента России Б. Н. Ельцина*

*Екатеринбург, Россия*

*Башкирский государственный университет;*

*Уфимский федеральный исследовательский центр РАН,*

*Институт биохимии и генетики УФИЦ РАН*

*Уфа, Россия*

*Психологический институт Российской академии образования*

*Москва, Россия*

## **ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА\***

Данная публикация представляет собой краткий обзор понятия пространственного мышления человека. Пространственные способности рассматриваются как многомерный комплекс когнитивных черт, играющий важную роль в жизни индивида. Отмечается критичность вовлеченных в развитие пространственного интеллекта различных внутренних и внешних факторов, а также актуальность исследований, проводимых в этой области когнитивной геномики.

*Ключевые слова:* психогенетика, пространственный интеллект, генетический фактор, мышление.

---

\* Работа выполнена при поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (FZWU-2020-0027), Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (контракт № 1 от 28.12.2021).

**Zalina R. Takhirova**  
**Anastasya V. Kazantseva**  
**Renata F. Enikeeva**  
**Yuliya D. Davydova**  
**Andrey M. Tazetdinov**  
**Ruslan R. Valiev**  
**Sergey B. Malykh**  
**Elza K. Khusnutdinova**

*Ural Federal University*

*Ekaterinburg, Russia*

*Bashkir State University;*

*Institute of Biochemistry and Genetics*

*of Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences*

*Ufa, Russia*

*Psychological Institute, Russian Academy of Education*

*Moscow, Russia*

## **GENETIC BASES OF THE DEVELOPMENT OF SPATIAL INTELLIGENCE**

This publication is a brief overview of the concept of human spatial thinking. Spatial abilities are considered as a multidimensional set of cognitive traits that play an important role in the life of an individual. The criticality of various internal and external factors involved in the development of spatial intelligence, as well as the relevance of research conducted in this area of cognitive genomics, is noted.

*Keywords:* psychogenetics, spatial intelligence, genetic factor, thinking.

*Введение.* На сегодняшний день под пространственным мышлением принято понимать сложный комплекс когнитивных черт, необходимых человеку для распознавания, преобразования и сохранения информации об окружающем его мире. Пространственные способности (ПС) являются неотъемлемым критическим прогностическим фактором в построении модели трансформации взаимодействия между объектами ввиду различных изменений и влияния прочих факторов.

Впервые о критической роли ПС в жизни человека, а именно в отражении его успешности в различных сферах жизнедеятельности, заговорили еще в 50-х годах XX столетия. В публикации «Научные карьеры», представленной Super и Bachrach, было описано небольшое исследование пространственных характеристик в корреляции с личностными качествами ученых и инженеров с возможными путями развития научно-технического потенциала индивида [1]. В последующем Lohman дал более широкое определение пространственным навыкам человека, описывая их как «...комплексное явление генерации, сохранения, извлечения и преобразования хорошо структурированных визуальных образов» [2].

Сам по себе пространственный интеллект как специфический вид умственной деятельности, в контексте профессиональной успешности индивида, лежит в основе решения практических и теоретических задач, решаемых обучающимися. Кроме того, в мировой литературе подчеркивается критическая роль развития пространственного мышления как предиктора академической успешности индивидуумов в передовых научных областях, объединенных в группу STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) [3; 4].

*Материалы и методы.* Теоретический обзор.

*Результаты.* Рассматривая генетические аспекты развития пространственных способностей с помощью различных диагностических/экспериментальных методик, большинство исследователей пришли к выводу, что пространственный интеллект умеренно наследуемая черта (30–50 %) [5]. Наряду с этим отдельные научные исследования показывают, что генетические факторы объясняют до 69 % индивидуальных различий в ПС [6]. Эти же наследственные детерминанты частично совпадают с генетическими факторами, участвующими в формировании индивидуальных различий в общем интеллекте [6].

Опубликованные на данный момент результаты различных GWAS (Genome-wide association studies) отмечают вклад в развитие и оптимальное функционирование интеллектуальных, в том числе и пространственных способностей таких генетических факторов, как BDNF, CNTN1, FNBP1L, HMGN1, CENPO, NPAS3, DRD3, SLC6A3, задействованных в регуляции неврологических функций,

обеспечении правильного протекания механизмов нейрогенеза, оптимальной передачи нейротрансмиттеров [7; 8]. Так, например, ген BDNF кодирующий белок — нейротрофин — вовлечен в контроль клеточного цикла в нейронах, нейрональную пластичность, которая имеет решающее значение в процессах обучения, генерации механизмов памяти и пространственной навигации. Вариация уровня экспрессии белка BDNF в нервных клетках сказывается на поведенческих реакциях лиц разного возраста с клиническими нарушениями психики [9]. А генетический фактор SLC6A3, отвечающий за кодирование белка — транспортера дофамина (DAT1) — активно изучается в механизмах пространственного обучения индивидов, выявления последовательных зависимостей между событиями, «социальной интуиции» [10].

Анализ по детекции других участников, вовлеченных в онтогенез нервной системы человека, позволил выявить ряд дополнительных наследственных факторов, таких как CADM2; SLC4A10; IFT122; DPP4; AKAP6; APOE/TOMM40, SIRT1, KIBRA, продукты которых участвуют в развитии интеллекта [11; 12]. Интересно отметить, что большинство из вышеперечисленных генетических факторов, рассматриваются как потенциальные детерминанты развития ПС, в частности в механизмах визуализации объектов, анализ взаимосвязи между ними, системного сохранения образов и т. д.

*Заключение.* Таким образом, учитывая все вышесказанное следует заключить, что само понятие комплекса пространственного мышления необходимо рассматривать, имея в арсенале как багаж знаний по когнитивной психологии, психодиагностике, так и учитывая психофизиологические, нейрогенетические аспекты их развития.

### **Библиографические ссылки**

1. *Supe D. E., Bachrach P. B.* Scientific careers and vocational development theory. New York : Bureau of Publications, Teachers College, Columbia University, 1957.
2. *Lohman D. F.* Spatial ability // Encyclopedia of intelligence / ed. R. J. Sternberg. New York : Macmillan, 1994. Vol. 2. P. 1000–1007.
3. *Лобанов А. П., Радчикова Н. П., Семенова Е. М.* Сценарии взаимосвязи академических достижений и интеллектуально-когнитивного развития

студентов // Изв. Саратов. ун-та. Новая серия. Сер. Акмеология образования. Психология развития. 2013. Т. 2. Вып. 4. С. 366–373.

4. *Myint S. K.* Visual-spatial ability in STEM education. Transforming research into practice. Springer, 2017. 263 p.

5. Behavioral Genetics / V. S. Knopik, J. M. Neiderhiser, J. C. DeFries et al. // 7<sup>th</sup> Ed Worth Publishers; New York, 2017.

6. Phenotypic and genetic evidence for a unifactorial structure of spatial abilities / K. Rimfeld, N. G. Shakeshaft et al. // Proc Natl Acad Sci USA. 2017. Mar. № 7;114(10). P. 2777–2782. DOI: 10.1073/pnas.1607883114.

7. Dopamine transporter genotype predicts implicit sequence learning / J. R. Simon, M. Stollstorff et al. // Behav Brain Res. 2011. Jan № 1;216(1). P. 452–457. DOI: 10.1016/j.bbr.2010.08.043. Epub 2010 Sep 8.

8. Genetic contributions to variation in general cognitive function: A meta-analysis of genome-wide association studies in the CHARGE consortium (N = 53 949) / G. Davies, N. Armstrong et al. // Molecular Psychiatry. 2015. № 20. P. 183–192. <https://doi.org/10.1038/mp.2014.188>.

9. The brain-derived neurotrophic factor Val66Met polymorphism is associated with reduced functional magnetic resonance imaging activity in the hippocampus and increased use of caudate nucleus-dependent strategies in a human virtual navigation task / H. Banner, V. Bhat et al. // Eur J Neurosci. 2011. Mar. № 33(5). P. 968–977. DOI: 10.1111/j.1460–9568.2010.07550.x. Epub 2011 Jan 24.

10. *Lieberman M. D.* Intuition: a social cognitive neuroscience approach // Psychol Bull. 2000. № 126. P. 109–137.

11. Study of 300,486 individuals identifies 148 independent genetic loci influencing general cognitive function / G. Davies, M. Lam et al. // Nature Communications. 2018. № 9. P. 2098. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-04362-x>.

12. The role of the KIBRA and APOE genes in developing spatial abilities in humans / A. V. Kazantseva, R. F. Enikeeva et al. // Vavilovskii Zhurnal Genet Seleksii. 2021 Dec. № 25(8). P. 839–846. DOI: 10.18699/VJ21.097.