

Научная статья
УДК 378.14:612.825.5
DOI: 10.47438/2309-7078_2024_2_80

РАЗВИТИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ ПУТЕМ ФОРМИРОВАНИЯ У НИХ МЕНТАЛЬНЫХ ОБРАЗОВ В УЧАСТКАХ ПРЕФРОНТАЛЬНОЙ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Наталья Леонидовна Струтинская¹, Анастасия Сергеевна Золотарева²

*Воронежский государственный технический университет¹
Воронеж, Россия
Московский физико-технический институт²
Москва, Россия*

¹Кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной и компьютерной графики,
ORCID ID: 0009-0004-2120-8713, тел.: (473) 2369-490, e-mail: znl36@yandex.ru

²Студентка 4-го курса факультета биологической и медицинской физики

Аннотация: Излагаются результаты педагогического эксперимента по развитию пространственного и образного мышления студентов технического университета на занятиях по инженерной и компьютерной графике. Эксперимент построен на основе ментальной карты Mindmap, разработанной в соответствии с принципами системного подхода в области ментальных операций. Результаты эксперимента показали, что внедрение таких заданий в учебный процесс позволит сформировать у студентов устойчивые навыки по визуализации объектов и работе с пространственными образами, являющиеся важным элементом профессии будущих инженеров.

Ключевые слова: пространственное мышление, ментальные образы, педагогический эксперимент, кора головного мозга, творческие задания, ментальная карта, визуализация.

Для цитирования: Струтинская Н.Л., Золотарева А.С. Развитие пространственного мышления студентов путем формирования у них ментальных образов в участках префронтальной коры головного мозга // Известия Воронежского государственного педагогического университета. 2024. № 2. С. 80–84. DOI: 10.47438/2309-7078_2024_2_80

Введение

В связи с ускоренными темпами развития технического прогресса, особенно востребованными становятся специалисты, умеющие быстро адаптироваться к новым условиям рынка труда [1]. Такие люди обладают высоким уровнем развития мыслительной деятельности, который характеризуется степенью сформированности у человека пространственного мышления, способностью к созданию и воспроизведению различных образов, умению их трансформировать или видоизменять. Как известно, процессы познания, восприятия и памяти относятся к ментальным, так же как и операции с реальностью под контролем логики [2, 3].

Развитием пространственного мышления ребенка необходимо заниматься с раннего возраста. Однако этому вопросу в системе дошкольного и школьного

образования уделяется недостаточное внимание. Тестирование уровня знаний студентов-первокурсников технических специальностей выявило у большинства из них значительные затруднения в понимании и представлении на чертежах аксонометрических изображений деталей даже простых геометрических форм [4]. Низкая степень сформированности пространственного мышления вызывает значительные трудности при решении ими различных учебных задач, что негативно сказывается на выработке профессиональных качеств будущих специалистов. Поэтому повышение уровня развития пространственного и образного мышления у студентов, их способности к ориентации как в видимом, так и в воображаемом пространстве является актуальной задачей образования [5].

Исследования, проведенные в МФТИ с использованием специальных датчиков и программ [6], показали, что осознанное и направленное создание ментальных образов – префронтальный синтез (ПФС) является одним из ключевых факторов, влияющих на процесс конструктивного воображения человека. А учащиеся с недостаточным развитием этого участка латеральной префронтальной коры головного мозга не способны к полной визуализации. Однако, поскольку проекционные изображения объектов, сохраняемых в памяти человека, физически кодируются сетью нейронов задней коры головного мозга (ансамбль нейронов), было показано [7, 8], что на улучшение работы этого участка мозга можно влиять посредством выполнения творческих задач.

Результаты

Для проверки влияния творческих задач на процесс развития конструктивного воображения и пространственного мышления студентов нами, на занятиях по инженерной и компьютерной графике, был проведен педагогический эксперимент, в котором приняли участие студенты первокурсники девяти учебных групп ВГТУ. Эксперимент базировался на использовании ментальной карты Mindmap (рис. 1), разработанной нами на основе принципов системного подхода и наглядной визуализации идей в этой области. Диаграмма связей, выявленных при ее создании, позволила проанализировать и структурировать значительное количество идей и подходов для решения данной проблемы.



Рис. 1 – Ментальная карта Mindmap

Эксперимент проводился в три этапа. На первом этапе проверялись базовые знания студентов. Для этого им предлагалось отработать десять учебных задач, состоящих из заданий по генерированию изображений, стимулирующих работу головного мозга. Активность определенных участков головного мозга у студентов определялась средним арифметическим количеством верно решенных учебных задач, а интенсивность восприятия ими зашифрованных изображений

контролировалась путем словесной визуализации. Затем студенты строили модели этих деталей в трех проекциях. Примеры исходного и зашифрованного изображений некоторой детали представлены на рис. 2 а, б.

На втором этапе участникам эксперимента для активизации мышления предлагались дополнительно к учебному плану творческие задания, которые студенты выполняли вручную и с использованием графического редактора nanoCAD464 23.0.

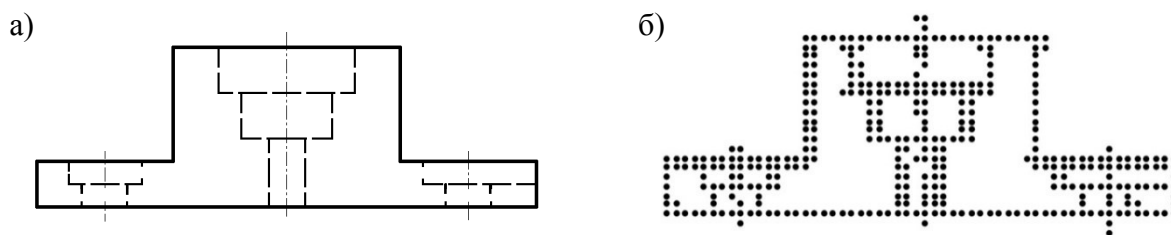


Рис. 2 – Пример исходного (а) и зашифрованного (б) изображений детали

Творческие задания разрабатывались нами на основе результатов психолого-педагогических исследований специалистов в области образного мышления, с учетом его форм и возможных мыслительных операций, непосредственно возникающих в латеральной

префронтальной коре головного мозга, а также навыков (умений), приобретаемых студентами при их отработке (табл. 1).

Таблица 1 – Связь мыслительных операций с творческими элементами заданий

Основная функция	Мыслительные операции	Творческие элементы в заданиях	Приобретаемые навыки (умения)
Сравнение	Сопоставление форм различных предметов	Выявление существенных признаков предмета, отличающих его от других	Умение мысленно визуализировать объекты и мыслить нестандартно
Анализ	Выявление основных геометрических форм, составляющих предмет	Расчленение предмета на составные части	Создание и воспроизведение различных образов объекта; умение их видоизменять
Синтез	Выявление геометрических форм различных предметов с целью получения самостоятельного объекта	Объединение ряда отдельных элементов предмета в единое целое	Умение визуализировать объекты и их видоизменять или трансформировать; мыслить нестандартно
Абстрагирование	Конкретизация главного признака предмета для его последующей визуализации	Выделение одних признаков предмета и исключение других	Способность мысленно визуализировать объекты
Конкретизация	Группирование подобных признаков	Объединение различных геометрических поверхностей и воспроизведение целостного образа объекта	Умение мыслить логически и принимать обоснованные решения

Задачи включали: построение по заданному фронтальному разрезу детали различных возможных вариантов ее аксонометрических проекций (деталь в своем внутреннем строении имеет гранные или цилиндрические тела); построение различных возможных вариантов аксонометрических изображений деталей по их фронтальным разрезам; создание аксонометрического изображения детали по заданному

контуру одного из ее проекционных изображений; разработку возможных вариантов моделирования объемных фигур на основе заданного фрагмента детали. Варианты творческих заданий и примеры их выполнения студентами с использованием программы nanoCAD464 22.0 представлены на рис. 3.

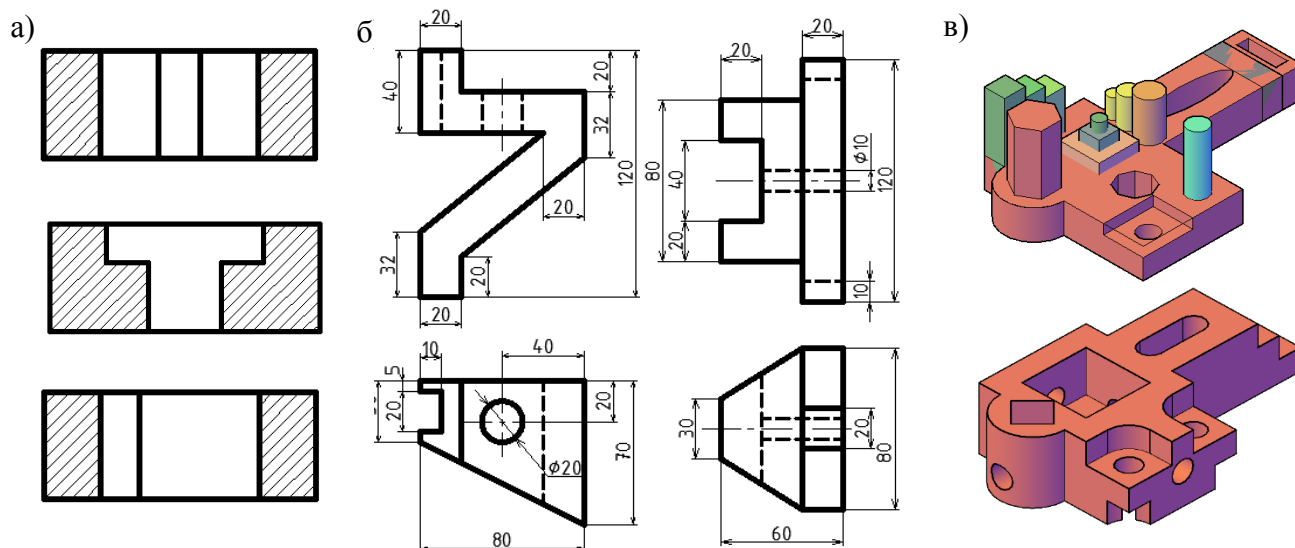


Рис. 3 – Варианты творческих заданий (а, б) и примеры их выполнения студентами с использованием программы nanoCAD464 22.0 (в)

Все творческие задания на основе мысленного оперирования известными образами изображения деталей (ментальные операции) способствовали развитию у студентов способностей по созданию новых образов. При этом каждый первоначальный образ ими мысленно видоизменялся путем трансформаций и преобразовывался в новый, согласно условию, поставленному в задании.

Третий этап эксперимента заключался в выполнении студентами всех учебных групп комплекса из 10 контрольных учебных задач повышенной сложности, оценке и анализе результатов их решения. Проведенные исследования мыслительного процесса у студентов, соответствовали состоянию развития уровней активности определенных участков коры головного мозга.

Выводы

Расчеты показали, что среднее арифметическое значение числа задач, решенных одним студентом, не решавшим творческие задачи, увеличилось с 3 до 5, а у студента, выполнявшего творческие задания с 3 до 10. То есть индивидуальные зачетные показатели у студентов, выполнявших творческие задания,

были в 2 раза выше, чем у студентов, не принимавших участие в их выполнении. При этом относительная погрешность расчетов не превышала 1,5 %.

Таким образом, результаты проведенного эксперимента по развитию пространственного и образного мышления студентов на основе ментальных операций подтвердили влияние творческих заданий на механизм мыслительной деятельности их головного мозга, выявленный в МФТИ. Осуществляя мыслительные операции при выполнении творческих заданий, студенты приобретают устойчивые навыки по работе с пространственными образами.

Результаты исследований проанализированы и используются в процессе обучения студентов на курсе инженерной и компьютерной графики Вуза. Решение творческих графических задач не только способствует развитию у студентов пространственного и активизации образного мышления, но и является в настоящее время одним из востребованных качеств будущих инженеров.

Конфликт интересов

Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Библиографический список

1. Рукавишникова Е. Л. О проблемах преподавания «Инженерной графики» студентам, не имеющим базовых знаний по черчению // Педагогика: традиции и инновации : материалы международной научной конференции, октябрь 2011 г. Челябинск. Т. II. Челябинск : Два комсомольца, 2011. С. 86.
2. Григорьева Е.В. Развитие пространственного мышления у студентов инженерных специальностей как способность формирования инженерных компетенций при изучении графических дисциплин / Естественные и технические науки. Владивосток, 2014.
3. Гобралев Н.Н., Свирепа Д.М., Юшкевич Н.М. Инженерная графика : роль объемно-пространственного мышления при ее изучении // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы: сборник трудов Международной научно-практической конференции, Брест, Новосибирск, 20 апреля 2016 г. / отв. ред. Т.Н. Базенков. Брест : БрГТУ, 2016. С. 45–48.
4. Золотарева Н.Л. Методика развития креативности студентов на занятиях по графическим дисциплинам // Известия Воронежского государственного педагогического университета. 2020. № 3. С. 58–62.
5. Рейд Дж. Г., Брэгг Г. А., Ван дер Вин Дж.С. Важность пространственного мышления в STEM-образовании // Журнал научного образования и технологий. 2017. С. 187–202.

6. Парсонс Л. А. Роль теменной коры в пространственной обработке данных // Тенденции в когнитивных науках. 2003. С. 178–184.
7. Берджесс Н., О'Киф Дж., Моррис Р. Нейронные механизмы пространственной навигации // Nature Reviews Neuroscience. 2007. С. 134–144.
8. Баттиста М.Т. Пространственное мышление в начальных классах. М.: Второе научно-исследовательское пособие по преподаванию математики, 2007. С. 843–901.

References

1. Rukavishnikova, E.L. (2011) On the problems of teaching "Engineering graphics" to students who do not have basic knowledge of drawing. In: *Pedagogy: traditions and innovations: materials of the international scientific conference*. Vol. II. Chelyabinsk, Dva komsomol'tsa publ., p. 86.
2. Grigor'eva, E.V. (2014) *Razvitie prostranstvennogo myshleniya u studentov inzhenernykh spetsial'nostei kak sposobnost' formirovaniya inzhenernykh kompetentsii pri izuchenii graficheskikh distsiplin / Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [The development of spatial thinking among students of engineering specialties as the ability to form engineering competencies in the study of academic disciplines / Natural and technical sciences]. Vladivostok, 2014.
3. Gobralev, N.N., Svirepa D.M., Yushkevich N.M. (2016) Engineering graphics: the role of spatial thinking in its study In: Bazenkov, T.N. (ed.) *Innovative technologies in engineering graphics: problems and prospects: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*. Brest, BrGTU publ., pp. 45–48.
4. Zolotareva, N.L. (2020) Metodika razvitiya kreativnosti studentov na zanyatiyakh po graficheskim distsiplinam [Methods of developing students' creativity in classes in graphic disciplines, (scientific article)]. *Izvestiya Voronezhskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*. (3), 58–62.
5. Reid, J. G., Bragg, G. A., Van der Veen, J.S. (2017) Vazhnost' prostranstvennogo myshleniya v STEM-obrazovanii [The Importance of Spatial Reasoning in STEM Education]. *Zhurnal nauchnogo obrazovaniya i tekhnologii*, pp. 187–202.
6. Parsons, L.A. (2003) Rol' temennoi kory v prostranstvennoi obrabotke dannykh [The Role of the Parietal Cortex in Spatial Processing]. *Tendentsii v kognitivnykh naukakh*, pp. 178–184.
7. Burgess, N., O'Keefe, J., Morris, R. (2007) Neironnye mekhanizmy prostranstvennoi navigatsii [Neural Mechanisms of Spatial Navigation]. *Nature Reviews Neuroscience*, pp. 134–144.
8. Battista, M.T. (2007) Prostranstvennoe myshlenie v nachal'nykh klassakh [Spatial Reasoning in the Elementary Grades]. Moscow, Vtoroe nauchno-issledovatel'skoe posobie po prepodavaniiu matematiki publ., p. 843–901.

Поступила в редакцию 27.05.2024
Подписана в печать 28.06.2024

Original article

UDC 378.14:612.825.5

DOI 10.47438/2309-7078_2024_2_80

DEVELOPMENT OF STUDENTS' SPATIAL THINKING BY FORMING MENTAL IMAGES IN THEIR AREAS OF PREFRONTAL CORTEX OF THE BRAIN

Natalia L. Strutinskaya¹, Anastasia S. Zolotareva²

*Voronezh State Technical University¹
Voronezh, Russia*

*Moscow Institute of Physics and Technology²
Moscow, Russia*

¹*Cand. Tech. Sci., Docent of the Department of Engineering and Computer Graphics,
ORCID ID: 0009-0004-2120-8713, tel.: (473) 2369-490, e-mail: znl36@yandex.ru*

²*4th year Student of the Faculty of Biological and Medical Physics*

Abstract. The results of a pedagogical experiment on the development of spatial and imaginative thinking of students of a technical university in engineering and computer graphics classes are presented. The experiment is based on the Mindmap mental map, developed in accordance with the principles of a systematic approach in the field of mental operations. The results of the experiment showed that the introduction of such tasks into the educational process will allow students to develop stable skills in visualizing objects and working with spatial images, which are an important element of the profession of future engineers.

Key words: spatial thinking, mental images, pedagogical experiment, cerebral cortex, creative tasks, mental map, visualization.

Cite as: Strutinskaya, N.L., Zolotareva, A.S. (2024) Development of students' spatial thinking by forming mental images in their areas of prefrontal cortex of the brain. *Izvestia Voronezh State Pedagogical University*. (2), 80–84. (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.47438/2309-7078_2024_2_80

Received 27.05.2024

Accepted 28.06.2024