

УДК 665.765:621.771.014.2

DOI: 10.34670/AR.2023.74.88.050

## Пространственное мышление будущих инженеров

**Белавина Татьяна Владимировна**

Кандидат технических наук,  
доцент кафедры графического моделирования,  
Казанский государственный архитектурно-строительный университет,  
420043, Российская Федерация, Казань, ул. Зеленая, 1;  
e-mail: t.8elavina@yandex.ru

### Аннотация

В статье рассматривается проблема развития пространственного мышления у студентов в процессе изучения графических дисциплин. Актуальность исследования продиктована спецификой компетенций в применении законов геометрического пространственного мышления у студентов-инженеров посредством изучения курса инженерной и компьютерной графики. Особенность пространственного мышления студента проявляется через восприятие реальности, способность видеть результат проектирования, сочетание действий и операций, а также навыки графической визуализации. Полученные результаты выявили зависимость условий воспроизведения формы обучающимися (репродуктивные знания) от овладения ими теоретическими знаниями и приобретенных навыков выполнения изображений.

### Для цитирования в научных исследованиях

Белавина Т.В. Пространственное мышление будущих инженеров // Педагогический журнал. 2023. Т. 13. № 4А. С. 414-421. DOI: 10.34670/AR.2023.74.88.050

### Ключевые слова

Пространственное мышление, инженерная графика, проекции геометрических образов, пространственное воображение, пространственное мышление студентов.

## Введение

Последние исследования, связанные с изучением пространственного мышления [Gagnier, Fisher, 2020], свидетельствуют, что навыки пространственного мышления сильно коррелируют с достижениями в области естественных наук, технологий, инженерии и математики (STEM) и оказывают заметное влияние на обучение в учебных заведениях.

Развитие пространственного мышления закладывается еще в детстве, когда происходит познание мира посредством визуальных образов, а их приобщение к пространственному мышлению способствует общему математико-когнитивному развитию [Jatisunda, Hidayanti, Cahyaningsih, Suciawati, 1778]. Так, использование плоских и пространственных геометрических образов позволяет повысить уровень пространственного восприятия и, как видно по результатам проводимых исследований [Totikova, Yessaliyev, Madiyarov, 2020], значительно повысить качество знаний и умений во время обучения.

Пространственное мышление можно охарактеризовать как часть визуального мышления. Кроме того, пространственное мышление стимулирует развитие инновационного способа мышления, преобразующего пространственные формы в цифровые [Si-Hang, Yun-Long, 2021]. Переход к цифровым технологиям в дизайне демонстрационного пространства ведет к развитию строительной отрасли, промышленного и гражданского строительства, дизайна окружающей среды. Визуально-мыслительная деятельность связана, в частности, с моделированием, проектированием, конструированием [Тарасова, 2009]. Все эти действия связаны с задачами образования инженеров-строителей.

Качественное инженерное образование невозможно без высокого уровня графической подготовки студентов строительного вуза. Профессиональная компетентность инженера предполагает осознанное применение знаний, умений и навыков, требующихся для решения определенных инженерных задач; умение разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию; свободную ориентацию в среде графических информационных технологий. Применение компьютерных технологий в обучении создает условия для активного и грамотного использования компьютерной техники и современных цифровых технологий в будущем [Новик, 2016; Новик, 2014; Korosov, Prakhova, Monich, 2011; Копосов, Прахова, Монич, 2011; Сафиуллин, Ахметшин, 2019]. Реализация таких инновационных подходов к обучению позволит студентам в дальнейшем самостоятельно решать поставленные перед ними задачи в их будущей профессиональной деятельности [Garcia, Abrego, Jauregui, 2019; Riekstins, 2018].

Дисциплина «Инженерная и компьютерная графика» входит в группу дисциплин, которые составляют основу инженерного образования, и включает основные разделы начертательной геометрии и инженерной графики. В нашем университете на всех инженерных специальностях обучение данной дисциплине проходит на первом курсе. Дисциплина изучается и классическим способом «вручную», несмотря на существующее мнение, что с развитием цифровых технологий при создании графических образов начертательная геометрия и традиционное проектирование устарело [Kim, 2019], и посредством графической программы NanoCAD. Следует отметить, что эффективность использования компьютерной графики зависит от знаний основ теории изображений и умения их использовать, в том числе при графическом моделировании в компьютерных средах [Pu, Bao, Yang, 2021]. Сейчас компьютер в визуальной коммуникации, дизайне окружающей среды, промышленном моделировании и других областях стал незаменимым инструментом [Тукеева, 2019]. Вместе с тем освоение этой дисциплины

осложняется отсутствием базовых знаний по черчению, так как в российских школах с девяностых годов от предмета «черчение» отказались. Кроме того, преподавание школьной геометрии несколько отличается от преподавания инженерной графики. Слабое развитие пространственного мышления студентов [Galiano-Garrigós, Andújar-Montoya, 2018], которое служит существенным компонентом в подготовке к инженерной практике будущих строителей, также является одной из причин сложности обучения этой дисциплине. Также следует отметить, что студенты, получая образование по дисциплине «Инженерная и компьютерная графика», обретают навыки компьютерного моделирования, необходимые в будущей профессиональной деятельности, как на этапе проектирования, так и на этапе строительства [Nogina, Norin, Pukharensko, 2019].

Развитие воображения – важное условие овладения умением строить и читать чертежи и графической деятельностью в целом, так как для адекватной проверки конструктивного решения необходимы навыки пространственного мышления для представления воображаемых задач [Rauf, Shareef, Ukabi, 2019; Contero et al., 2005]. Экспериментальное исследование, проведенное в Университете Ла-Лагуна с целью овладения пространственным мышлением у студентов, показало значимость пространственных способностей в контексте инженерного образования [Арапов, 2008].

## Материалы и методы

Графические дисциплины с практической точки зрения крайне важны для обучающихся, поскольку именно полученные в ходе их изучения компетенции в дальнейшем станут базисом для овладения многими специальными дисциплинами. В свою очередь, качественное изучение таких предметов, как начертательная геометрия и инженерная графика, в дальнейшем гарантируют, что другие графические дисциплины будут успешно освоены обучающимися.

Если рассматривать, что именно включает в себя профессиональная графическая компетентность, то необходимо говорить о совокупности различных компетенций. Например, это опыт непосредственно графической деятельности, только ориентированной профессионально. Или же умение автора свободно ориентироваться в среде графических информационных технологий. Также можно говорить о целеполагании, об осознании конкретных инженерных задач, их месте в профессиональной деятельности [Ларионова, Букова, 2018].

Интересно, что, как показывает практика, в целом пространственное мышление обучающихся развито крайне плохо, и в дальнейшем это негативно сказывается на процессе освоения материалов, причем не только практических, но даже и теоретических.

При этом именно пространственное мышление имеет особое значение, поскольку без него невозможно качественное освоение дисциплины.

Пространственное мышление формируется через получение и осмысление знаний о геометрических объектах, а для этого необходимо, чтобы обучающийся владел теоретическими основами построения изображений геометрических объектов, разобрался во всем, что на практике с ними связано. Важно, чтобы обучающийся мог воспроизвести их по памяти либо смоделировать на основе плоского изображения [Белавина, Анисимов, Коваль, 2018].

Моделирование в целом крайне важно для процесса обучения инженерной графике. Поэтому в преподавании активно используются макеты моделей, различных деталей. Однако

при всем этом необходимо понимать, что достижение главного эффекта от образовательного процесса достижимо только через сочетание теории с практикой.

При изучении «Инженерной и компьютерной графики» активно применяются также творческие задачи, которые также качественно помогают развить пространственное мышление, учат практическим аспектам инженерной деятельности.

Для современного инженера крайне важно владеть также технологиями 3D, – это объективное требование современной реальности, актуальной для любых направлений дизайна. Кроме того, 3D-техники помогают решить гораздо более широкий объем задач, ряд из которых без применения новых технологий просто невозможен.

На практике использование 3D ускоряет различные процессы, в том числе формирует пространственное мышление, развивает воображение, а также учит студентов использовать данные методики с целью улучшения практических и прикладных способностей.

## Результаты и обсуждение

Познавательная активность студентов реализуется в процессе решения задач, требующих создания пространственных образов, и оперирования ими.

Процесс формирования пространственных представлений о геометрических объектах проходит на основе знаний о них. Важнейшим условием, обеспечивающим формирование представлений о геометрических образах, является обучение учащихся приемам рассмотрения, запоминания и воспроизведения их по памяти.

Мы считаем, что более качественному развитию пространственного мышления у студентов в процессе обучения способствует совместное применение выполнения работ в карандаше и использование графических программ.

Проведенный авторами [Ulugov et al., 2021] эксперимент был расширен и проведен на других темах курса дисциплины. В результате проделанной работы студенты трех различных групп получили разный опыт. По итогам наиболее хороший результат показали участники третьей группы, выполняющие работы и в карандаше, и в графическом редакторе, так как они смогли связать построение трехмерного объекта в пространстве и на плоском чертеже. Студенты же первых двух групп справились с заданием немного хуже, потому что у некоторых возникали проблемы с соотношением построенного плоского чертежа с представлением трехмерного объекта в пространстве и наоборот.

Однако следует учесть, что, если студент знает основы работы в графическом редакторе (AutoCAD, NanoCAD и другие) и обладает достаточной долей любознательности, выполнение задания займет намного меньше времени, чем выполнение той же работы карандашом – здесь превосходство машинного выполнения задания однозначно. Однако работа в программе AutoCAD невозможна без знания алгоритмов ее выполнения, будь то построение фигуры или другое задание. Так, в статье [Hmeljak, Zhang, 2021] предлагается использовать при решении задач по предмету «Начертательная геометрия и инженерная графика» компьютерные графические редакторы AutoCAD и Compass, авторы статьи указывают на роль педагогических информационных технологий в процессе обучения студентов в вузах Узбекистана. Вместе с тем существуют и другие подходы к преподаванию компьютерной графики, где практические занятия переводятся со стандартных графических API OpenGL на движок разработки игр Unity. Механизмы разработки игр (GDE) предоставляют мощные инструменты программирования и

вычислительные компоненты. Разработка программного обеспечения в GDE осуществляется с помощью полноценных IDE [Бу, 2020]. Считаем, что применение компьютерной графики в процессе обучения способствует более качественному усвоению основных понятий, методов, приобретению практических навыков и умений, развитию пространственного мышления. И, как следствие, повышается эффективность самостоятельной работы студентов, улучшается качество выполненных домашних заданий и контрольных работ. Авторы [Данченко, Туктамышов, 2015] считают, что с развитием компьютерных технологий инженерная графика имеет более выразительные подходы и может эффективно выражать инновационные дизайнерские идеи. Курс инженерной графики должен развивать у студентов способности пространственного воображения, цифрового и программного выражения для рисования и предварительного инновационного дизайна.

В завершение анализа приведем еще один пример из работ Л.В. Данченко. и М.Р. Салыхова. В данной статье приводится разработанный авторами модифицированный проектно-аналоговый метод обучения студентов архитектурного и строительного направлений геометро-графическим дисциплинам. Особенностью представленного метода обучения является его оптимальное приближение к профессиональной деятельности архитектора и строителя. То есть совокупность содержательного и процессуального компонентов обучения представляет собой аналогию проектной деятельности. Эксперименты подтверждают эффективность использования данного метода в условиях архитектурно-строительного вуза [Данченко, Туктамышов, 2015; Салыхова, 2017].

### Заключение

При изучении графических дисциплин студентам необходимо научиться самостоятельно разрабатывать и использовать графическую техническую документацию; использовать в практической деятельности новые знания и умения, необходимые при разработке проектной, нормативной, эксплуатационной и технической документации для объектов профессиональной деятельности; проводить проектирование деталей и узлов строительных конструкций в соответствии с техническими заданиями с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования.

В результате освоения дисциплины студенты приобретают знания, необходимые им для дальнейшего обучения в вузе и своей профессиональной деятельности.

Таким образом, полагаем, что освоение учебной дисциплины под названием «Инженерная и компьютерная графика» представляется крайне важным с позиции развития пространственного, логического мышления обучающихся. В более общем смысле это помогает комплексно и системно развивать воображение, повысить общий уровень компетентности студента.

В конечном итоге необходимо говорить о том, что формирование, развитие и совершенствование пространственного мышления будущих инженеров позволяет подготовить квалифицированных специалистов, способных на практике решать самые разные инженерно-технические задачи.

### Библиография

1. Belavina T., Gorskaya T., Goulkanyan M. Engineering and computer graphics for effective training in a Construction University // IOP CONFERENCE SERIES. Materials Science and Engineering. Kazan, Russia, 2020.

2. Bu W. Teaching Study of Engineering Graphics for Expressions of Innovative Design // *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. 2020. P. 181-190.
3. Contero M. et al. Improving visualization skills in engineering education // *IEEE Computer Graphics and Applications*. 2005. No. 25(5). P. 24-31.
4. Gagnier K.M., Fisher K.R. Cognitive Research // *Principles and Implications*. 2020. No. 5 (1). P. 29.
5. Galiano-Garrigós A., Andújar-Montoya M.D. Building information modelling in operations of maintenance at the university of alicante // *International Journal of Sustainable Development and Planning*. 2018. No. 13 (1). P. 1-11.
6. Garcia A., Abrego J., Jauregui J. Technologies frequently used by elementary principals // *Universal Journal of Educational Research*. 2019. No. 7 (1). P. 95-105.
7. Hmeljak D.M., Zhang H. Developing a Computer Graphics Course with a Game Development Engine // *Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education. ITiCSE*. 2021. P. 75-81.
8. Jatisunda G.M., Hidayanti M., Cahyaningsih U., Suciawati V. Pre-service teacher's ability in solving mathematics problem viewed from numeracy literacy skills // *Journal of Physics: Conference Series*. 1778. No. 1. P. 12-17.
9. Kim D.Y. A design methodology using prototyping based on the digital-physical models in the architectural design process // *Sustainability (Switzerland)*. 2019. No. 11(16). P. 4416.
10. Li X. Thinking on the Teaching Methods and Contents of Engineering Graphics Courses Under the New Engineering Construction // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2021. No. 1296. P. 924-927.
11. Norina N.V., Norin V.A., Pukharensko Y.V. Architectonics as synthesis of architectural and engineering disciplines // *A/Z ITU Journal of the Faculty of Architecture*. 2019. No. 16 (3). P. 71-86.
12. Pu B., Bao L., Yang K. Research on Computer 3DS MAX Aided Environmental Art Design Based on Performance Technology and Visual Art // *Journal of Physics: Conference Series*. 2021. No. 1744 (3). P. 32-40
13. Rauf H.L., Shareef S.S., Ukabi E. Understanding the relationship between construction courses and design in architectural education // *International Journal of Recent Technology and Engineering*. 2019. No. 8 (3). P. 3201-3207.
14. Riekstins A. Teaching parametricism as a standard skill for architecture. // *Journal of Architecture and Urbanism*. 2018. No. 42 (1). P. 34-39.
15. Si-Hang C., Yun-Long W. Development of spatial thinking in first year students of engineering specialties // *E3S Web of Conferences*. 2021. No. 236.
16. Totikova G.A., Yessaliyev A.A., Madiyarov N.K. Effectiveness of Development of Spatial Thinking in Schoolchildren of Junior Classes / / <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?origin=resultslist&authorId=56128107200&zone=European Journal of Contemporary Education>. 2020. No. 9 (4). P. 902-914.
17. Ulugov B.D. et al. The effectiveness of the use of ict in the teaching of general engineering in universities in Uzbekistan // *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*. 2021. No. 25(2). P. 4038-4056.
18. Арапов В.М. Роль геометро-графической подготовки в формировании компетенций выпускников технических вузов // *Материалы VI Всероссийской научно-методической конференции «Проблемы практической подготовки студентов»*. Воронеж, 2008. С. 154-162.
19. Белавина Т.В., Анисимов В.С., Коваль О.В. Сравнительный анализ методов обучения инженерной графике // *Тезисы 70-й международной научной конференции по проблемам архитектуры и строительства*. Казань, 2018. С. 131.
20. Данченко Л.В., Туктамышов Н.К. Модифицированный проектно-аналоговый метод обучения будущих архитекторов // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 5. С. 523.
21. Копосов Е.В., Прахова Т.Н., Монич Д.В. Качество образования в строительной отрасли // *Стандарты и качество*. 2011. № 9. С. 88-90.
22. Ларионова Е.В., Букова О.М. Применение методологии развития пространственного мышления в инженерной и компьютерной графике // *Профессиональное образование*. 2018. № 7. С. 15-19.
23. Новик Н.В. Информационные технологии как средство повышения эффективности подготовки инженеров (по материалам дисциплины Инженерная графика) // *Общество: социология, психология, педагогика*. Хорс. 2016. № 8. С. 88-90.
24. Новик Н.В. Использование трехмерной графики при изучении курса начертательной геометрии // *Российский научный журнал*. 2014. № 5 (43). С. 170-173.
25. Саляхова М.Р. Самостоятельная работа студентов-архитекторов при изучении графических дисциплин в архитектурно-строительном вузе // *Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Образование. Архитектура. Строительство»*. Казань, 2017. С. 45-50.
26. Сафиуллин М.Р., Ахметшин Е.М. Цифровая трансформация университета как фактор обеспечения его конкурентоспособности // *Международный журнал инженерии и передовых технологий*. 2019. № 9 (1). С. 7387-7390.
27. Тарасова М.В. Роль развития визуального мышления в повышении качества высшего образования // *Подлесный С.А. (ред.) Всероссийской научно-методической конференции с международным участием «Повышение качества высшего образования»*. Ч. 2. Красноярск, 2009. С. 191-195.
28. Тукеева Г.Е. О формировании пространственно-образного мышления // *Вопросы науки и образования*. 2019. № 5 (50). С. 175-189.

---

## Spatial thinking of future engineers

**Tat'yana V. Belavina**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor of the Department of graphic modeling,  
Kazan State University of Architecture and Civil Engineering,  
420043, 1, Zelenaya str., Kazan', Russian Federation;  
e-mail: t.belavina@yandex.ru

### Abstract

The article considers issues of development of spatial thinking in students in the process of studying graphic disciplines. The relevance of the study is dictated by the specifics of competencies in the application of the laws of geometric formation of the future builder. The subject of the study is the formation of spatial thinking among engineering students through the study of the course of engineering and computer graphics. The peculiarity of the student's spatial thinking is manifested through the perception of reality, the ability to see the design result, the combination of actions and operations, as well as graphic visualization skills. The obtained results revealed the dependence of the conditions of reproduction of the form by students (reproductive knowledge) on their mastery of theoretical knowledge and acquired skills in performing images.

### For citation

Belavina T.V. (2023) Prostranstvennoe myshlenie budushchikh inzhenerov [Spatial thinking of future engineers]. *Pedagogicheskiy zhurnal* [Pedagogical Journal], 13 (4A), pp. 414-421. DOI: 10.34670/AR.2023.74.88.050

### Keywords

Spatial thinking, engineering graphics, projections of geometric images, spatial imagination, spatial thinking of students.

### References

1. Arapov V.M. (2008) Rol' geometro-graficheskoi podgotovki v formirovaniy kompetentsii vypusnikov tekhnicheskikh vuzov [The role of geometric and graphic training in the formation of competencies of graduates of technical universities]. In: *Materialy VI Vserossiiskoi nauchno-metodicheskoi konferentsii «Problemy prakticheskoi podgotovki studentov»* [Proc. All-Russian Conf. "Problems of practical training of students."]. Voronezh, pp. 154-162.
2. Belavina T., Gorskaya T., Goukanyan M. (2020) Engineering and computer graphics for effective training in a Construction University. *IOP CONFERENCE SERIES. Materials Science and Engineering*. Kazan, Russia.
3. Belavina T.V., Anisimov V.S., Koval' O.V. (2018) Sravnitel'nyi analiz metodov obucheniya inzhenernoi grafike [Comparative analysis of teaching methods for engineering graphics]. *Tezisy 70-i mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii po problemam arkhitektury i stroitel'stva* [Abstracts of the 70th international scientific conference on problems of architecture and construction]. Kazan', pp. 131.
4. Bu W. (2020) Teaching Study of Engineering Graphics for Expressions of Innovative Design. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, pp. 181-190.
5. Contero M. et al. (2005) Improving visualization skills in engineering education. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 25(5), pp. 24-31.
6. Danchenko L.V., Tuktamyshov N.K. (2015) Modifitsirovannyi proektno-analogovyi metod obucheniya budushchikh arkhitektorov. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. № 5. P. 523.
7. Gagnier K.M., Fisher K.R. (2020) Cognitive Research. *Principles and Implications*, 5 (1), p. 29.

8. Galiano-Garrigós A., Andújar-Montoya M.D. (2018) Building information modelling in operations of maintenance at the university of Alicante. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 13 (1), pp. 1-11.
9. Garcia A., Abrego J., Jauregui J. (2019) Technologies frequently used by elementary principals. *Universal Journal of Educational Research*, 7 (1), pp. 95-105.
10. Hmeljak D.M., Zhang H. (2021) Developing a Computer Graphics Course with a Game Development Engine. *Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education. ITiCSE*, pp. 75-81.
11. Jatisunda G.M., Hidayanti M., Cahyaningsih U., Suciawati V. (1778) Pre-service teacher's ability in solving mathematics problem viewed from numeracy literacy skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1, pp. 12-17.
12. Kim D.Y. (2019) A design methodology using prototyping based on the digital-physical models in the architectural design process. *Sustainability (Switzerland)*, 11(16), pp. 4416.
13. Koposov E.V., Prakhova T.N., Monich D.V. (2011) Kachestvo obrazovaniya v stroitel'noi otrasli [The quality of education in the construction industry]. *Standarty i kachestvo* [Standards and quality], 9, pp. 88-90.
14. Koposov E.V., Prakhova T.N., Monich D.V. (2011) Quality of education in the construction industry. *Standards and quality*, 9, pp. 88-90.
15. Larionova E.V., Bukova O.M. (2018) Primenenie metodologii razvitiya prostranstvennogo myshleniya v inzhenernoi i komp'yuternoi grafike [Application of the Methodology for the Development of Spatial Thinking in Engineering and Computer Graphics]. *Professional'noe obrazovanie* [Vocational Education], 7, pp. 15-19.
16. Li X. (2021) Thinking on the Teaching Methods and Contents of Engineering Graphics Courses Under the New Engineering Construction. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 1296, pp. 924-927.
17. Norina N.V., Norin V.A., Pukhareno Y.V. (2019) Architectonics as synthesis of architectural and engineering disciplines. *A/Z ITU Journal of the Faculty of Architecture*, 16 (3), pp. 71-86.
18. Novik N.V. (2014) Ispol'zovanie trekhmernoi grafiki pri izuchenii kursa nachertatel'noi geometrii [The use of three-dimensional graphics in the study of the course of descriptive geometry]. *Rossiiskii nauchnyi zhurnal* [Russian scientific journal], 5 (43), pp. 170-173.
19. Novik N.V. (2016) Informatsionnye tekhnologii kak sredstvo povysheniya effektivnosti podgotovki inzhenerov (po materialam distsipliny Inzhenernaya grafika) [Information technologies as a means of improving the efficiency of training engineers (based on the discipline Engineering graphics)]. *Obshchestvo: sotsiologiya, psikhologiya, pedagogika. Khors* [Society: sociology, psychology, pedagogy. Khors], 8, pp. 88-90.
20. Pu B., Bao L., Yang K. (2021) Research on Computer 3DS MAX Aided Environmental Art Design Based on Performance Technology and Visual Art. *Journal of Physics: Conference Series*, 1744 (3), pp. 32-40
21. Rauf H.L., Shareef S.S., Ukabi E. (2019) Understanding the relationship between construction courses and design in architectural education. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8 (3), pp. 3201-3207.
22. Riekstins A. (2018) Teaching parametricism as a standard skill for architecture. *Journal of Architecture and Urbanism*, 42 (1), pp. 34-39.
23. Safiullin M.R., Akhmetshin E.M. (2019) Tsifrovaya transformatsiya universiteta kak faktor obespecheniya ego konkurentosposobnosti [Digital transformation of the university as a factor in ensuring its competitiveness]. *Mezhdunarodnyi zhurnal inzhenerii i peredovykh tekhnologii* [International Journal of Engineering and Advanced Technologies], 9 (1), pp. 7387-7390.
24. Si-Hang, S., Yun-Long W. (2021) Development of spatial thinking in first year students of engineering specialties. *E3S Web of Conferences*, 236.
25. Tarasova, M.V. (2009) Rol' razvitiya vizual'nogo myshleniya v povyshenii kachestva vysshego obrazovaniya [The role of the development of visual thinking in improving the quality of higher education]. In: Podlesnyi S.A. (ed.) *Vserossiiskoi nauchno-metodicheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem «Povyshenie kachestva vysshego obrazovaniya»* [Proc. All-Russian Conf. "Improving the quality of higher education."]. Part. 2. Krasnoyarsk, pp. 191-195.
26. Totikova G.A., Yessaliyev A.A., Madiyarov N.K. (2020) Effectiveness of Development of Spatial Thinking in Schoolchildren of Junior Classes. *European Journal of Contemporary Education*, 9 (4), pp. 902-914.
27. Tukeyeva G.E. (2019) O formirovani prostranstvenno-obraznogo myshleniya [On the formation of spatial-figurative thinking]. *Voprosy nauki i obrazovaniya* [Problems of science and education], 5 (50), pp. 175-189.
28. Ulugov B.D. et al. (2021) The effectiveness of the use of ict in the teaching of general engineering in universities in Uzbekistan. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*, 25(2), pp. 4038-4056.