

Дата публикации 28.07.2026

УДК 372.851

Колмогорова Д.Е. Диагностика уровня сформированности пространственного мышления у обучающихся, осваивающих программу курса математики на уровне среднего общего образования

Колмогорова Дарья Евгеньевна

ассистент кафедры медицинской физики

Амурская государственная медицинская академия

РФ, г.Благовещенск

студент, 2 курс магистратуры,

Факультет физико-математического образования и технологии

Благовещенский государственный педагогический университет

Россия, г.Благовещенск

e-mail: Kolmogorova2002@list.ru

Diagnostics of the level of spatial thinking formation among students who master the mathematics course program at the secondary general education level

Kolmogorova Dariya Evgenievna

Assistant of the Department of Medical Physics

Amur State Medical Academy

Russian Federation, Blagoveshchensk

Student, 2st year of the Master's program,

Faculty of Physics and Mathematics Education and Technology

Blagoveshchensk State Pedagogical University

Russia, Blagoveshchensk

e-mail: Kolmogorova2002@list.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема низкого уровня сформированности пространственного мышления школьников и студентов СПО. Анализируются имеющиеся исследования в области когнитивных способностей школьников, представлены результаты диагностики, проводимой среди студентов 1 курса, обучающихся по программам среднего профессионального образования для определения уровня сформированности пространственного мышления. В качестве решения проблемы предлагаются авторские дидактические материалы.

Ключевые слова: пространственное мышление, уровень сформированности, исследование, диагностическая работа, среднее профессиональное образования.

Abstract. The article deals with the problem of the low level of spatial thinking formation of schoolchildren and students of vocational education. The available

research in the field of cognitive abilities of schoolchildren is analyzed, and the results of diagnostics conducted among 1st-year students enrolled in secondary vocational education programs to determine the level of spatial thinking formation are presented. The author's didactic materials are offered as a solution to the problem.

Keywords: spatial thinking, level of education, research, diagnostic work.

Одним из ключевых аспектов эффективного изучения курса стереометрии является развитие пространственного мышления, подкрепляемое отточенным механизмом оперирования аксиомами геометрии, изученными теоремами, определениями и свойствами фигур.

Согласно Федеральной рабочей программе среднего общего образования по математике базового уровня на первый план выходит проблема развития пространственного мышления: «Оперирование пространственными образами... является одним из профессионально важных качеств, поэтому актуальна задача формирования у обучающихся пространственного мышления как разновидности образного мышления – существенного компонента в подготовке к практической деятельности по многим направлениям» [7].

Пространственное мышление представляет собой базовый компонент, на котором основывается, например, инженерное и естественно-научное мышление, что обеспечивает способность к анализу пространственных отношений, оперированию образами и визуализации. Однако, длительное время хорошо развитое пространственное мышление наблюдается у небольшого числа школьников [2].

Обратимся к исследованию взаимосвязи пространственного мышления и зрительно-пространственной памяти старшеклассников. Исследование проводилось при участии 426 обучающихся девятых классов школ города Томска. Диагностический тест состоял из трех блоков: математическая беглость, зрительно-пространственная память и мысленное вращение («вращение в уме пространственных образов реальных объектов») [4]

Результаты последнего блока, направленного на оценку уровня развитости пространственного мышления школьников, обрабатывались в двух направлениях: количество верных ответов и эффективность выполнения заданий. Под эффективностью подразумевалась разница между числом верных ответов и общим количеством выполненных заданий. Максимально школьники могли дать 181 верный ответ за предоставленное время для решения задания (3 минуты). По итогам теста получены следующие результаты (табл. 1).

Таблица 1. Результаты исследования № 1

Уровень		Низкий	Средний	Высокий
Количество участников		66	318	42
Средние значения по заданию (из 181 возможных)	Количество верных ответов	33,65	33,98	35,33
	Эффективность	-21,98	-13,26	-8,00

В качестве еще одного примера исследования, связанного с оценкой уровня сформированности пространственного мышления школьников, рассмотрим исследования С. А. Когорской по изучению возрастных особенностях формирования пространственного мышления, в котором приняли участие 58 11-ти классников школ г. Иркутска [3].

Автор исследования изучал психические функции пространственного мышления, где оно было необходимо:

- «конструктивно-пространственный праксис¹;
- ориентировка в карте-схеме, графической модели пространства;
- пространственно-речевые функции;
- решение графических зрительно-пространственных, технических задач».

Результаты исследования наглядно представили в таблице ниже (табл. 2).

¹ Праксис – способность человека планировать и выполнять целенаправленные, произвольные движения и действия

Таблица 2. Результаты исследования № 2

Задания, предлагаемые школьникам		Уровень развития мышления			
Конструктивно-пространственное мышление	Работа с развертками	слабый		средний	хороший
		41%		32%	27%
	Кубики Коса	средний	выше среднего	высокий	очень высокий
		25%	42%	31%	2%
Ориентировка в пространстве	Лабиринт	не решили задание		решили задание	
		54%		46%	
	Карта-схема	слабый		средний	хороший
		34%		39%	27%
Пространственно-речевые функции	Описание географического расположения города	слабый		средний	хороший
		21%		59%	20%

Помимо исследований, об уровне сформированности пространственного мышления, говорится в методическом анализе результатов ЕГЭ по математике (профильный уровень) по Амурской области за 2021-2023 г. При обосновании невыполнения геометрических задач второй части КИМ, эксперты опираются на низкую сформированность пространственных представлений, а значит и на невысокий уровень развитости пространственного мышления: «Невыполнение геометрических задач с развернутым ответом говорит о недостаточности геометрических знаний у выпускников области, несформированности пространственных представлений, неумении анализировать условие задачи, неумении выстраивать аргументированные рассуждения» [5].

Проведенный обзор позволяет заключить, что существует противоречие между требованиями современного образования к уровню развития когнитивных способностей обучающихся и реальным состоянием их пространственного мышления. Низкий уровень его сформированности является преградой для

успешного освоения школьной программы, в особенности дисциплин математического и естественно-научного циклов.

Мы предположили, что если существует проблема низкого уровня сформированности пространственного мышления у школьников, то она также актуальна и для студентов, получающих профессиональное образование, в частности для студентов СПО, получающих образование на базе 9 класса. В результате пришли к тому, что есть необходимость диагностировать актуальный уровень развитости данного познавательного процесса.

В исследовании приняли участие студенты первого курса, обучающиеся на базе основного общего образования по направлению подготовки «Преподавания в начальных классах» 44 студента. Отметим, что студенты за первый год обучения изучают те же дисциплины, в том же объеме, что и ученики общеобразовательных школ за 10-11 классы. Общее количество участников эксперимента обеспечивает статистическую значимость результатов.

Направление подготовки студентов, участвующих в исследовании, было выбрано не случайно. Хорошо развитое пространственное мышление для учителя начальных классов не просто личное качество, а профессиональная компетенция:

- позволяющая переводить абстрактные для детей понятия, например из математики или окружающего мира, в наглядный, доступный для школьников образ;
- обеспечивающая усвоение геометрического материала и основ черчения в рамках уроков математики или внеурочной деятельности;
- оказывающая влияние на процесс преподавания ИЗО и технологии.

Поскольку на данный момент не существует универсальной диагностической работы для проверки уровня сформированности пространственного мышления школьников подросткового возраста, задания для проведения исследования были составлены самостоятельно. При выборе диагностических заданий ориентировались на исследования доктора психологических наук И.С. Якиманской в области изучения пространственного

мышления школьников, а также рассматривали диагностики для оценки уровня сформированности инженерного мышления обучающихся [8].

Диагностическая работа была составлена из 23-х заданий преимущественно тестового характера. На выполнение заданий диагностики отводилось 40 минут. Количество баллов, которые можно было получить за каждое задание определялось в соответствии с уровнем сложности и объемом каждой задачи. Максимально за работу можно было набрать 33 балла. Все студенты успели выполнить задания предложенной работы. Ниже приведем некоторые задания диагностической работы (рис. 1 – рис.5)

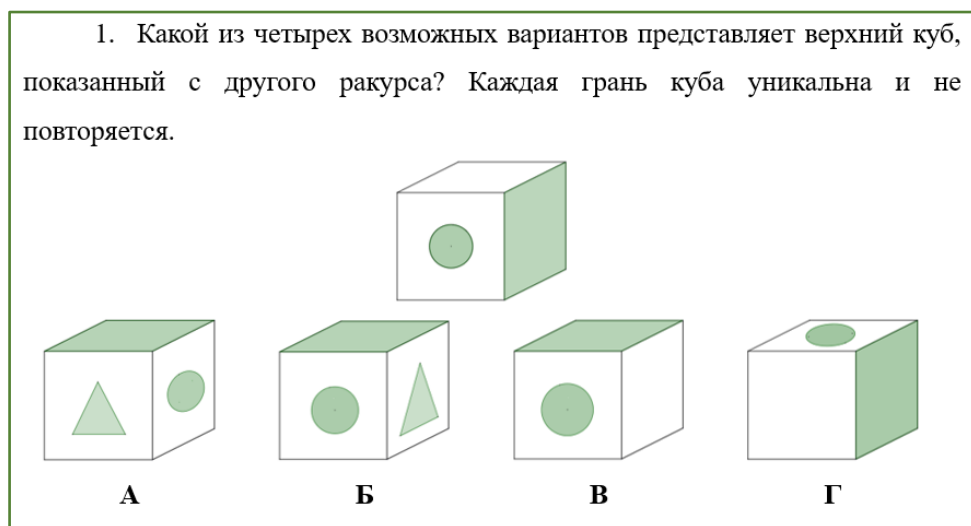


Рисунок 1. Задание № 1 диагностической работы

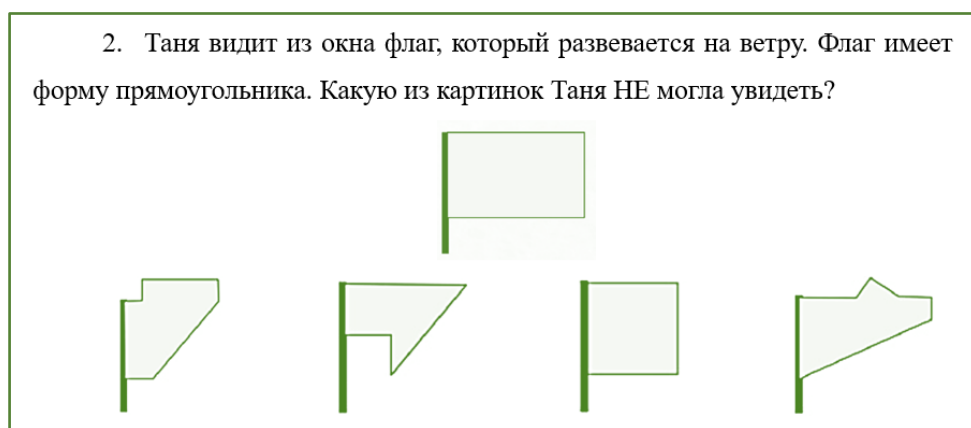


Рисунок 2. Задание № 2 диагностической работы

10. На рисунке изображены тетраэдр и зеркало. Выберите верное отражение этого предмета в зеркале.

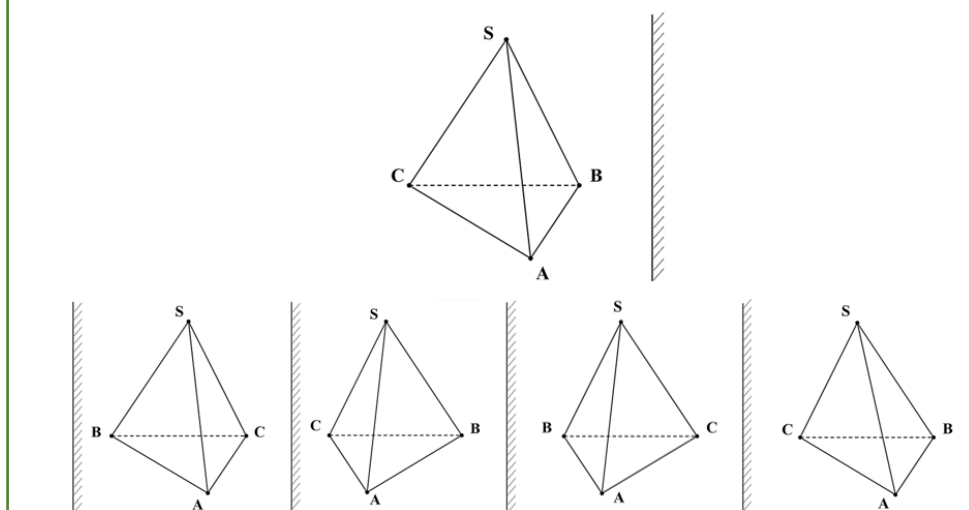
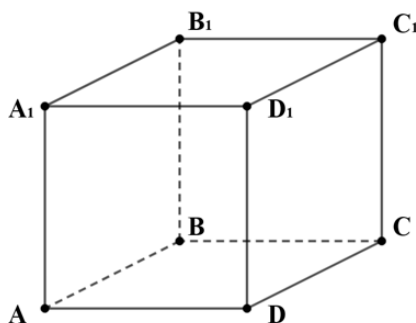


Рисунок 3. Задание № 10 диагностической работы

14. Куб $ABCA_1B_1C_1D_1$ стоит на грани $ABCD$ как показано на рисунке. На какой грани будет располагаться куб после того, как наблюдатель повернет его два раза вправо и один раз назад:



А) $ABCD$ Б) ADD_1A_1 В) DCC_1D_1 Г) BB_1C_1C Д) AA_1B_1D Е) $A_1B_1C_1D_1$

Рисунок 4. Задание № 14 диагностической работы

21. На рисунке изображены три ребра куба. Изобразите весь куб.

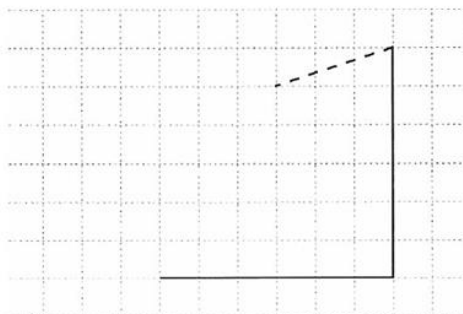


Рисунок 5. Задание № 21 диагностической работы

Результаты выполнения заданий диагностической работы представлены в таблице ниже (табл. 3).

Таблица 3. Результаты выполнения диагностической работы

№ студента	Количество набранных баллов	№ студента	Количество набранных баллов	№ студента	Количество набранных баллов
1	5	16	11	31	13
2	10	17	8	32	13
3	8	18	4	33	11
4	8	19	10	34	10
5	13	20	7	35	7
6	13	21	4	36	8
7	5	22	9	37	13
8	4	23	9	38	5
9	6	24	9	39	19
10	12	25	15	40	6
11	10	26	6	41	10
12	13	27	12	42	13
13	9	28	12	43	7
14	9	29	3	44	7
15	15	30	13		

В качестве оценки результатов был выбран критерий коэффициента усвоения (1):

$$k = \frac{\sum X_i}{N \cdot X_{max}}, \text{ где} \quad (1)$$

- $\sum X_i$ – сумма баллов, набранная всеми студентами;
- N – количество студентов;
- X_{max} – максимально возможное количество баллов за работу

Рассчитывая коэффициент усвоения, имеем (2):

$$k = \frac{414}{44 \cdot 33} \approx 0,285. \quad (2)$$

Согласно шкале В.П. Беспалько коэффициент меньший, чем 0,7 показывает недостаточный уровень усвоения [6].

Значение коэффициента усвоения составило 0,285 и указывает на то, что студенты сталкиваются со значительными трудностями при выполнении заданий, требующих для решения более развитого пространственного мышления.

Результаты исследования указывают на низкий уровень сформированности пространственного мышления. Изучая задачный материал учебников по геометрии уровня 10-11 классов обратили внимание на:

- небольшое количество задач на готовом чертеже (с помощью которого можно отработать изучаемую теорию, найти и обосновать ошибки, допущенные при построении);
- недостаточную связь изучаемого материала с повседневной жизнью;
- малое количество заданий, позволяющих отработать графические навыки обучающихся;
- отсутствие лабораторных работ, выполняемых с моделями геометрических фигур [1].

Обзор литературы позволяет указать на необходимость разработки и внедрения в образовательный процесс дидактических материалов для решения проблемы недостаточного уровня сформированности пространственного мышления.

Приведем пример таких материалов.

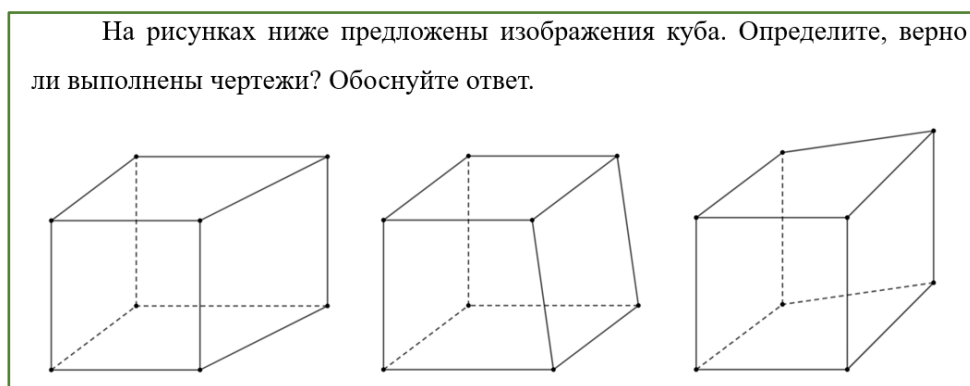


Рисунок 5. Задание 1.

Предложенное задание рассчитано на первые уроки стереометрии при изучении темы «Аксиомы стереометрии».

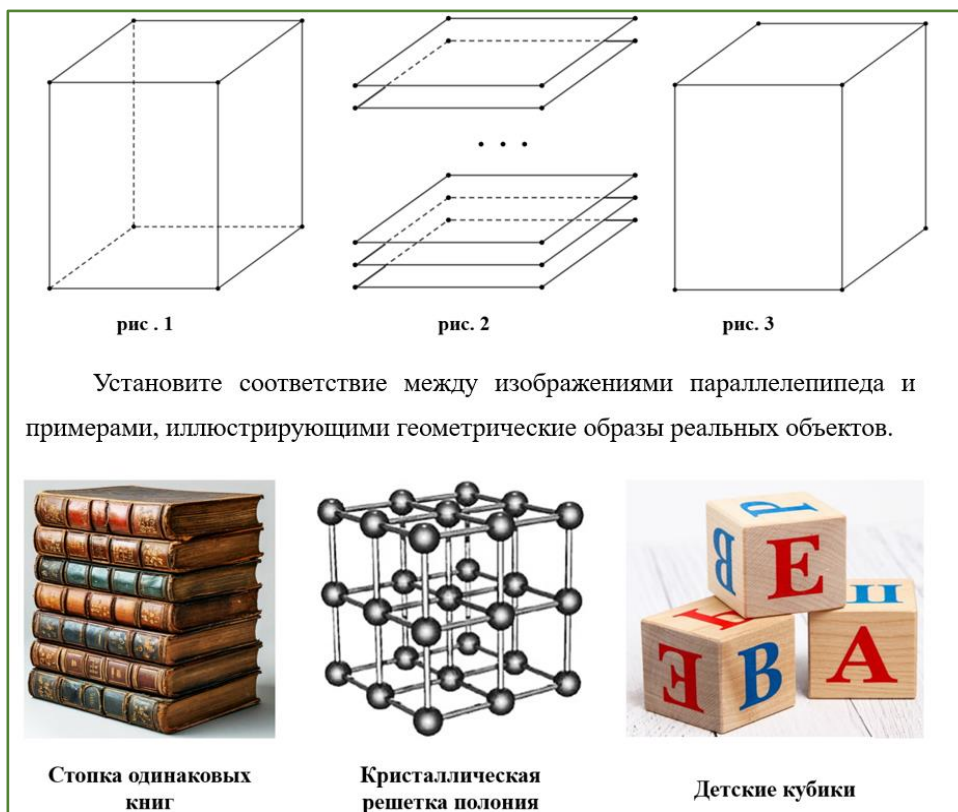


Рисунок 6. Задание 2.

Задание 2 показывает обучающимся посмотреть на одну и ту же фигуру с разных сторон. В данном случае параллелепипед представлен:

- 1) как чертеж, на котором видны только его ребра;
- 2) как фигура, полученная наложением большого количества равных плоских фигур;
- 3) как цельный, заполненный объект.

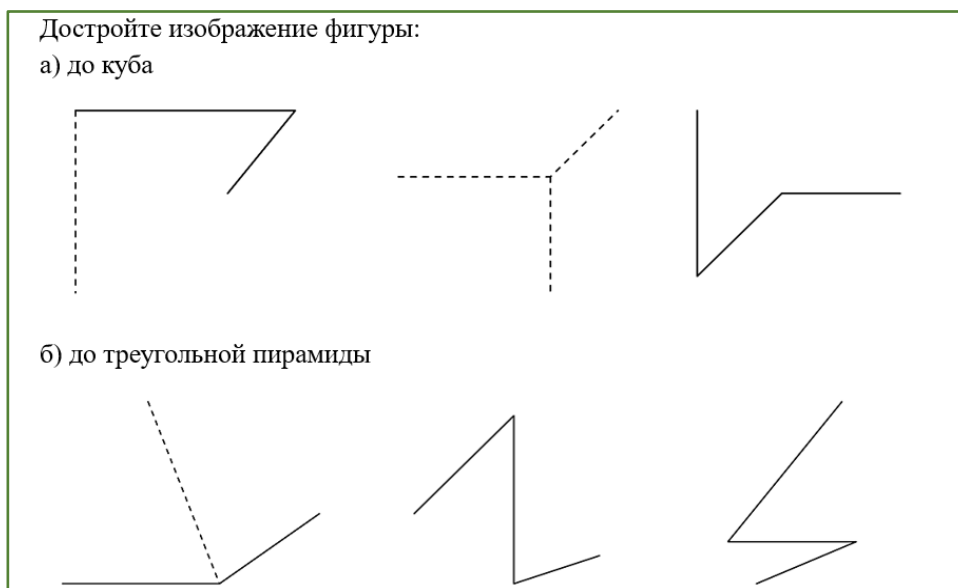
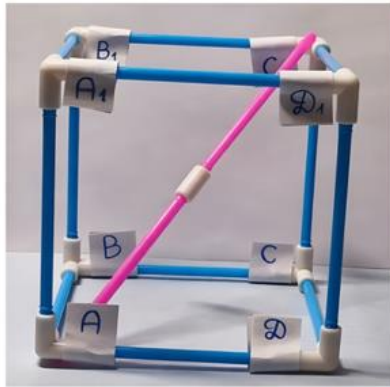


Рисунок 7. Задание 3.

Задания, требующие достроить фигуру по заданным элементам, не только способствуют формированию графических навыков обучающихся, но и развивают пространственное мышление за счет работы с объемной фигурой, изображённой с разных сторон.

Вам предложены геометрические модели куба, с проведенными диагоналями и тетраэдра. В многогранниках найдите элементы (точки, прямые, плоскости), которые подходят под описания ниже. Запишите решение в текстовом формате и с использованием символической записи.



1. Прямая лежит в плоскости.
2. Даны три точки, две из которых лежат в плоскости, а третья нет.
3. Прямая пересекает плоскость.
4. Две различные прямые пересекают плоскость в общей точке.
5. Две параллельные прямые лежат в плоскости.
6. Две параллельные прямые пересекают плоскость.
7. Три параллельные прямые пересекают плоскости вершинах треугольника.
8. Три прямые пересекают плоскость в вершинах треугольника.

Рисунок 8. Задание 4.

Предложенное задание из лабораторной работы позволяет школьникам работать одновременно с наглядным изображением и его текстовым описанием. После выполнения можно попросить обучающихся сделать чертежи для каждого пункта 1-8. Например пункт 6 может быть выполнен следующим образом.

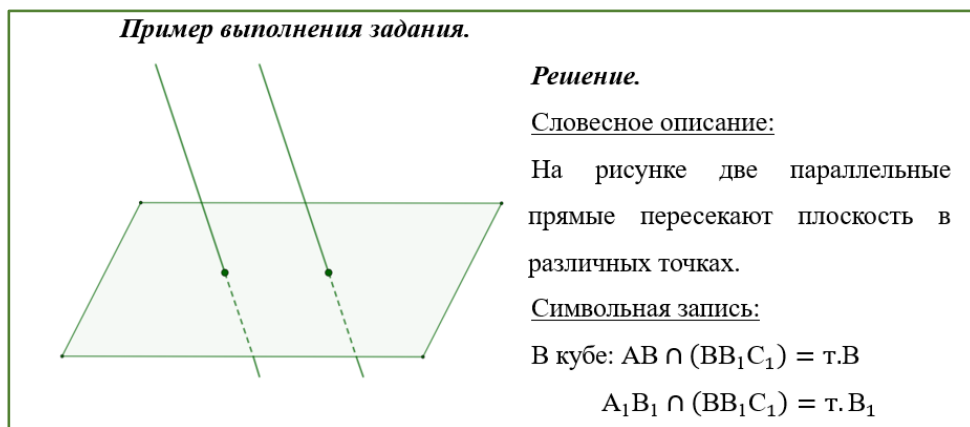


Рисунок 9. Пример выполнения задания 4, пункта 6.

Проведенный обзор исследований школьного уровня и диагностика студентов среднего профессионального образования, обучающихся на базе 9-го класса доказывают наличие проблемы. Недостаточная сформированность пространственного мышления выступает серьезным барьером для успешного освоения дисциплин математического и естественно-научного циклов, указывает на возможность пересмотра методик преподавания стереометрии и разработки целенаправленных материалов, способствующих не только изучению программы, но и развитию пространственного мышления.

Список литературы

1. Ермак, Н. В. Стимулирование пространственного мышления через исследовательский подход: роль лабораторных работ в обучении стереометрии в старших классах / Н. В. Ермак, Д. Е. Колмогорова // Актуальные вопросы математического образования: состояние, проблемы и перспективы развития : Сборник статей по материалам VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Сургут, 10–12 апреля 2024 года. – Сургут: Сургутский государственный педагогический университет, 2024. – С. 27-30.
2. Колмогорова, Д. Е. Процесс формирования пространственного мышления у школьников при выполнении практических работ по геометрии / Д. Е. Колмогорова, Н. В. Ермак // Мир педагогики и психологии. – 2025. – № 4(105). – С. 128-133.
3. Коногорская, С.А. Возрастные особенности развития пространственного мышления подростков и старших школьников: их взаимосвязь с учебной успеваемостью / С. А. Коногорская // Вестник БГУ. Образование. Личность. Общество. – 2014. – №5. – С. 101-112.
4. Тихомирова, Т. Н. Пространственное мышление и память у старшеклассников с различным уровнем математической беглости / Т. Н. Тихомирова, С. Б. Малых, С. А. Богомаз, О. Ю. Суднева, Ю. В. Ковас // Теоретическая и экспериментальная психология. – 2013. – №4. – С. 82-88.

Список источников

5. Анализ результатов ГИА - 2023 — РЦОИ Амурской области <https://rcoi28.ru/analiz-rezultatov-gia-2023.html?ysclid=lxme70fwxa953233557>
6. Беспалько, В. П. Природосообразная педагогика / В. П. Беспалько. — М. : Нар. образование, 2008. — 510 с. ISBN 978-5-87953-219-7
7. Федеральная рабочая программа среднего общего образования математика (базовый уровень) (для 10–11 классов образовательных организаций), Москва. 2025. [Электронный ресурс]. Режим доступа: 2025_soo_frp_matematika_10_11_baz.pdf
8. Якиманская, И. С. Развитие пространственного мышления школьников / И. С. Якиманская. — М. : Педагогика. — 1980. — 240 с.