

УДК / UDC 376.33

## Формы графического представления информации как фактор эффективности обучения студентов с нарушениями по слуху\*

**Е. П. Пономаренко<sup>1</sup>, Ю. В. Красавина<sup>2</sup>,  
О. В. Жуйкова<sup>3</sup>, Ю. В. Серебрякова<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3</sup> *Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова,  
Ижевск, Российская Федерация*

<sup>4</sup> *Ижевский юридический институт, филиал ВГУЮ (РПА Минюста России),  
Ижевск, Российская Федерация*

**Введение.** Визуализация информации является неотъемлемым компонентом учебного процесса в инклюзивном образовании. Исследование, направленное на определение особенностей восприятия информации, студентами с нарушениями слуха в зависимости от ее формы, обусловлено противоречием между необходимостью визуализировать знания для данной категории обучающихся и отсутствием методических инструкций по их графической организации. Эффективное представление учебного материала, которое не сводится к созданию электронных презентаций и представляет собой один из способов совершенствования дидактических средств, будет способствовать активизации познавательной деятельности студентов.

**Материалы и методы.** В ходе исследования было проведено два эксперимента. Первый эксперимент, реализуемый в электронном виде в системе Moodle, заключался в том, что студентам были предоставлены данные пяти опросов в разных графических формах. По каждому опросу студентам предлагалось ответить на 15 вопросов, которые предполагали понимание и интерпретацию результатов распределения ответов. Аналогичный эксперимент был проведен с использованием материала на английском языке. Второй эксперимент заключался в использовании различных форм представления информации для объяснения разницы между неопределенным и определенным артиклями в английском языке. Студентов попросили проранжировать карточки с разными видами представления информации от наиболее понятного к наименее понятному, а также сделать тест по теме.

---

\* Статья публикуется при поддержке гранта РФФИ № 19-013-00701 «Исследование особенностей восприятия и обработки информации студентами с нарушением слуха в зависимости от вида ее носителя».

© Пономаренко Е. П., Красавина Ю. В., Жуйкова О. В., Серебрякова Ю. В., 2020

**Результаты исследования.** В ходе проведенного исследования было выявлено, что при работе со студентами с нарушениями слуха текстовая информация должна сопровождаться графическими иллюстрациями. Иллюстративные материалы должны содержать минимальное количество слов, достаточных для понимания изображаемой информации, а также сопровождаться разъяснениями изучаемого феномена со стороны преподавателя. Для более качественного усвоения рекомендуется использовать комбинацию графических средств изображения информации.

**Обсуждение и заключение.** При обучении глухих и слабослышащих студентов в университете необходимо визуализировать информацию с применением графических форм, таких как рисунки, графики и диаграммы, с целью облегчения ее восприятия. На данный момент установлено, что нет статистически подтвержденного различия в эффективности представления данных при помощи различных видов диаграмм.

**Ключевые слова:** инклюзивное обучение, студенты с нарушением слуха, графическое представление информации, визуализация знаний.

**Для цитирования:** Пономаренко Е.П., Красавина Ю.В., Жуйкова О.В., Серебрякова Ю.В. Формы графического представления информации как фактор эффективности обучения студентов с нарушениями по слуху // Вестник Ленинградского государственного университета имени А.С. Пушкина. 2020. № 4. С. 60–74.

## **Types of graphical representation of information as a factor influencing teaching effectiveness hearing impaired students\***

***Ekaterina P. Ponomarenko<sup>1</sup>, Yuliya V. Krasavina<sup>2</sup>,  
Olga V. Zhuykova<sup>3</sup>, Yuliya V. Serebryakova<sup>4</sup>***

*<sup>1,2,3</sup>Kalashnikov Izhevsk State Technical University,  
Izhevsk, Russian Federation*

*<sup>4</sup>Izhevsk Law Institute – the branch of The All-Russian State University of Justice  
(RLA of the Ministry of Justice of Russia),  
Izhevsk, Russian Federation*

**Introduction.** Visualization of information is an integral component of the inclusive educational process. The study was aimed at determining the characteristics of perception of information by hearing impaired students, depending on its form. It stemmed from the contradiction between the need to visualize knowledge for this category of students and the lack of methodological guidelines for its graphic organization. Effective visualization of educational material, which is not limited to the creation of electronic presentations and is one of the ways to improve didactic tools, will contribute to boost students' cognitive activity.

---

\* The article is published with the support of the RFFI grant number 19-013-00701 «The analysis of visual information processing triggered by digital and non-digital platforms and its effect on mental models development when teaching hearing impaired students».

**Materials and methods.** During the study, two experiments were carried out. The first experiment, conducted electronically in the Moodle system, involved five surveys, which were presented in different graphical forms. After that, for each survey, students were asked to answer 15 questions, which assumed understanding and interpretation of the results of the distribution of answers. A similar experiment was carried out using the material in English. The second experiment included different forms of information used to explain the difference between the indefinite and the definite articles in English. Students were asked to rank paper cards with different types of information from the most understandable to the least understandable, and also to do the grammar test.

**Results.** The study revealed that when working with hearing impaired students, text information should be accompanied by graphic illustrations. Illustrative materials should contain the minimum number of words sufficient to understand the studied phenomenon and also be explained by the teacher. For better comprehension, it is recommended to use a combination of graphic descriptions.

**Discussion and conclusion.** When teaching deaf and hard of hearing students at the university, it is necessary to visualize information using graphic forms, such as pictures, graphs and diagrams, in order to facilitate its perception. At the moment, it has been established that there is no statistically confirmed difference in the efficiency of presenting data using different types of charts.

**Key words:** inclusive education, hearing impaired students, graphical presentation of information, visualization of knowledge.

**For citation:** Ponomarenko, E.P., Krasavina, Yu.V., Zhuykova, O.V., Serebryakova, Yu.V. (2020) Formy graficheskogo predstavleniya informacii kak faktor effektivnosti obucheniya studentov s narusheniyami po sluhu [Types of graphical representation of information as a factor influencing teaching effectiveness hearing impaired students]. *Vestnik Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta imeni A.S. Pushkina – Pushkin Leningrad State University Journal*. No. 4. pp. 60–74. (In Russian).

## Введение

Эффективная визуализация знаний и логическое графическое структурирование информации в электронном виде становятся актуальными проблемами при обучении глухих и слабослышащих студентов, поскольку влияют на качество усвоения и запоминания учебного материала. Помимо этого, визуализация учебной информации облегчает решение и других актуальных педагогических задач в инклюзии: обеспечивает интенсивность обучения, активизирует учебную и познавательную деятельность, улучшает образное представление и передачу знаний, распознавание образов, повышает информационную грамотность и культуру. Однако анализ научно-педагогической литературы показал, что отсутствуют конкретные рекомендации по визуализации информации для глухих и слабослышащих студентов, предпочтительному использованию

разных видов графических изображений в комбинации с текстовой информацией.

Целью данной статьи является изучение влияния формы представления информации (текст, график, диаграмма) на эффективность ее восприятия для студентов с нарушениями слуха.

### **Обзор литературы**

Теоретической базой исследования стали труды Р. Арнхейма и Р. Грегори, которые утверждали, что невозможно передать информацию без ее представления в разборчивой форме с использованием грамотно исполненных чертежей и рисунков [2; 3; 9], а также исследования, направленные на изучение подходов к структурированию учебной информации в теории и методике образования, которые наиболее эффективны с позиции достижения студентами университетов системности и целостности знаний [4; 6; 7; 8; 12].

Становится очевидным, что произвольное использование электронных презентаций в учебном процессе для наглядности изучаемого материала ведет к запутыванию студентов, рассеиванию внимания, повышению утомляемости в случае избыточности информации, итогом чего становится блокирование у них мыслительной деятельности [10]. Когнитивный подход к визуализации знаний сопряжен с рядом трудностей, обусловленных комплексом объективных противоречий: доминирование иллюстративных форм наглядности с готовым образом изучаемого объекта, не конструирующим его мысленное представление (переносимое из внутреннего плана деятельности студентов во внешний); недостаток дидактических средств с рациональным использованием возможностей визуального канала; дефицит углубленных исследований по когнитивной визуализации дидактических объектов; интенсификация обучения, предполагающая визуализацию большого объема учебной информации в лаконичном и логически концентрированном виде без снижения требований к качеству знаний за счет активизации учебной деятельности; поиск визуальных средств графического представления знаний, обеспечивающих протекание психических процессов в высоком темпе с целью активизации учебных действий [13].

Подчеркивается необходимость адаптации дидактических материалов, включая учебные пособия и мультимедийные презентации к лекциям, в соответствии с особенностями восприятия студентов с нарушениями слуха [1]. Поскольку у глухих и слабослышащих студентов основной канал восприятия и получения информации визуальный, то для них визуализация материала является незаменимой в учебном процессе, поэтому все организуемые для них курсы наполнены наглядными материалами. Рекомендуется разрабатывать электронные курсы или проводить занятия в мультимедийных аудиториях с различными устройствами передачи информации, так как это одновременно облегчает и ускоряет процесс обучения [5; 11; 15].

Однако сам процесс визуализации информации, включая графическое оформление, выбор цветов, размер шрифтов, наполнение текстов, для студентов с нарушениями слуха не изучен в полной мере. На данный момент отсутствуют рекомендации по применению тех или иных педагогических решений относительно представления знаний как на бумажных, так и электронных носителях с учетом визуальных потребностей студентов. В основном существующие рекомендации при работе с глухими и слабослышащими студентами строятся на педагогическом опыте использования наглядных и образных средств обучения, которые обеспечивают достижение требуемого результата [14].

### **Представление информации в текстовой и графической форме**

Согласно работам Кларка [17], визуальная или графическая форма информации снижает когнитивную нагрузку при обучении. Это особенно актуально для студентов с нарушениями слуха. В частности, использование графиков, таблиц и диаграмм помогает:

- представить информацию из текста, обеспечивая дополнительные невербальные подсказки;
- организовать и структурировать текстовую информацию;
- разъяснить информацию, сложную для понимания в ином виде;
- трансформировать текст в визуальные изображения, которые хранятся более эффективно [20].

Помимо этого, есть доказательства того, что графическая и текстовая информация по-разному обрабатывается мозгом [21]. Текстовая информация основана на символах и отношениях пропозициональной логики, в то время как диаграммы представляют собой пространственную форму отношений. Другими словами, текст и графические изображения являются дополняющими источниками информации, так как по-разному способствуют построению мысленного представления (ментальной модели) [21, с. 183].

В целом исследователи, изучающие эффективность восприятия текстовой и графической информации, приходят к схожим выводам: визуальная информация имеет ряд преимуществ для обучения, особенно если речь идет об иллюстрации абстрактных понятий; комбинация двух видов представления информации будет более эффективной [21]. Диаграммы, сопровождающиеся объяснением, более эффективны, чем без него; для представления последовательных и иерархических связей диаграммы более эффективны, чем текст; наличие диаграмм положительно влияет на активное запоминание и пассивное удержание в памяти [18].

Что касается глухих и слабослышащих студентов, то в связи с особенностями восприятия ими информации (преобладающий визуальный канал восприятия, инертность мышления и интеллектуальных процессов [16]), представление информации в текстовом или графическом виде может иметь большое значение для эффективности учебного процесса и требует дальнейшего изучения. В нашей работе мы приводим результаты эксперимента по правильности понимания и содержания информации, представленной при помощи текстовой информации и в виде диаграмм или графиков.

**Практическая значимость исследования** заключается в том, что в статье раскрываются зрительные предпочтения студентов с нарушениями слуха, касающиеся графических форм представления информации, что может быть использовано в педагогической деятельности для разработки методики преподавания технических дисциплин, предполагающих решение задач с цифровыми данными, а также для методики преподавания русского и английского языка.

## **Материалы и методы**

Для решения задач исследования были использованы следующие методы: теоретические (изучение и анализ психолого-педагогической, специальной методической литературы по проблеме исследования); эмпирические (анкетирование, тестирование, наблюдение) и методы статистической обработки данных (количественный и качественный анализ полученных результатов и статистико-математический метод обработки количественных данных).

## **Описание эксперимента**

По типологии Гитльмана [19] можно выделить шесть типов иллюстративных репрезентаций информации:

- фотографии (реальное представление объекта);
- реалистичный рисунок (общее представление об объекте);
- схематичный рисунок (менее точный, чем реалистичный, отображает основные элементы);
- диаграммы (символическое представление, отображающее связи между отдельными элементами или в общем);
- графики, схемы, таблицы (информация, пространственно-организованная, по-разному представлены взаимосвязи);
- карты (представление физической реальности с использованием топологии пространственной структуры).

Нас интересовала разница в восприятии информации, представленной в текстовом виде и при помощи графиков, схем, таблиц, диаграмм и рисунков. Было проведено два эксперимента, в которых принимали участие 19 глухих и слабослышащих студентов 1–2 курсов, обучающихся в ИжГТУ им. М.Т. Калашникова.

Первый эксперимент заключался в том, что студентам были предложены результаты пяти проведенных на разных курсах опросов (о любимом виде спорта, любимой еде, количестве студентов и т. д.), представленные в разных формах: в виде таблицы; объемной гистограммы; двумерного графика; круговой диаграммы, а также в виде текста, содержащего цифры. После этого по каждому опросу студентам предлагалось ответить на 15 вопросов, из них 12 – тестовых (закрытого типа, выбор из четырех вариантов) и 3 – предполагающих короткий ответ. Вопросы предусматривали понимание максимальных и минимальных результатов распределения ответов, их ранжирование в группах по

отдельности и совместно (например, «Какой вид спорта выбрало большинство студентов?», «Сколько студентов второго курса предпочитают теннис?», «Сколько студентов 3 курса предпочитают теннис и футбол?» и т.д.). Таким образом, для ответа на некоторые вопросы нужно было проделать несложные математические операции сложения, используя данные из графиков, диаграмм или таблиц. Эти задания были реализованы в электронном виде в системе Moodle. По результатам прохождения тестов были сделаны выводы о правильном понимании информации в зависимости от ее представления. Также студентам было предложено ответить на вопрос о предпочтении того или иного вида диаграмм. Позже аналогичный эксперимент был проведен с использованием материала на английском языке.

Второй эксперимент заключался в использовании различных форм представления информации для объяснения одной из тем по английской грамматике (разница между неопределенным артиклем “a” и определенным артиклем “the”). Объяснение было представлено в виде отдельных распечатанных карточек, которые содержали: таблицу с коротким объясняющим текстом в каждой колонке (25 слов); древовидную диаграмму (классификация случаев использования артиклей); рисунок предметов (с минимальным объяснением) и схему с минимальным количеством слов и примерами. Студентов попросили проранжировать карточки с разными видами представления информации от наиболее понятного к наименее понятному, затем ответить на разные вопросы по теме.

### Результаты исследования

Результаты первого эксперимента были представлены в виде баллов за тесты по каждому виду представления информации и были проанализированы с использованием t-критерия Стьюдента для определения статистической значимости различий средних величин получившихся выборок. Средние величины баллов за тесты для разных представлений информации представлены в табл. 1.

Таблица 1

*Средние баллы за тесты для различных представлений информации*

Вид представления информации	Таблица	Объемная гистограмма	Двумерный график	Круговая диаграмма	Текст
Средний балл	2,308	2,208	2,09	2,45	1,73

При сравнении выборок для различных представлений информации были получены следующие результаты: разница между графическими представлениями информации (таблицы, объемные гистограммы, двумерные графики, круговая диаграмма) не является статистически значимой, однако различие между графическим и текстовым представлением информации является статистически значимым. Аналогичные тесты, проведенные на английском языке, дали схожие результаты, при этом разница между графическим и текстовым представлением информации была еще более существенна.

По результатам анкетирования большинство студентов отдали предпочтение круговой диаграмме как наиболее понятной (58 %), наименее понятным показался двумерный график. На вопрос о том, составляют ли студенты самостоятельно таблицы и графики для лучшего восприятия информации, все они ответили отрицательно.

По результатам второго эксперимента, студенты отдали предпочтение рисункам и схемам с минимальным количеством слов. Таблицы с более подробным объяснением (с большим объемом текста) у большинства оказались на последнем месте. Однако результаты показали, что, используя выбранные рисунки и схемы с минимальным текстовым объяснением, студенты смогли ответить лишь на общие вопросы по теме, не уяснив детали.

Итоги проведенного эксперимента дают возможность говорить о желательности и даже предпочтительности использования графического представления информации для данной категории студентов. Схемы, диаграммы и графики позволяют точнее выявить общие тенденции, представить максимальные и минимальные значения в случае с информацией о цифрах, получить лучшее представление об объекте изучения в общем. Меньше всего ошибок при решении тестов с диаграммами студенты допустили именно в вопросах по определению минимальных и максимальных значений, общих тенденций. Для изучения иностранного языка рекомендация по использованию таблиц и схем для объяснения основных категориальных отличий также является актуальной. Не рекомендуется использование текстовой информации без графических иллюстраций. Таким образом, оптимальной будет комбинация графических средств изображения информации для усвоения основных особенностей, общей структуры, общих тенденций, иерархии объектов, и несложных текстовых пояснений, раскрывающих детали.

Студенты отдали предпочтение круговой диаграмме как наиболее понятной из форм графического представления, однако результаты тестов не выявили разницы в правильности восприятия информации в зависимости от ее представления (в виде таблиц, графиков и различных диаграмм). Однако исследования в данной области могут быть продолжены для уточнения полученных результатов.

Отдельно можно упомянуть умение самостоятельно составлять графики, таблицы и диаграммы, которое важно развивать для обучения будущих инженеров. Слабым местом при обучении глухих и слабослышащих студентов является восприятие и обработка ими больших массивов информации. Самостоятельное структурирование и визуализация информации может улучшить ее понимание и восприимчивость к объемной текстовой информации. Интересным направлением исследования при обучении студентов с нарушением слуха может стать изучение корреляции между умением читать, составлять графики и таблицы, и академической успеваемостью студентов.

### **Обсуждение и выводы**

Табличное и графическое представление данных является важным фактором для понимания и анализа больших объемов информации, содержащей как текст, так и числовые данные. Визуализация данных облегчает их понимание, устраняет языковой барьер, что особенно важно при обучении глухих и слабослышащих студентов, для большинства из которых русский жестовый язык можно рассматривать в качестве первого языка, а русский язык (устный и письменный) – в качестве второго. Графическое представление данных может быть использовано при обучении любым дисциплинам, как техническим, так и гуманитарным. Результаты экспериментов, приведенные в данной статье, показывают важность использования рисунков, графиков и диаграмм для правильного понимания информации.

Говоря о недостатках графического представления данных, следует также учитывать дополнительные затраты человеческих усилий и ресурсов, связанные с необходимостью переработки учебного материала. Что касается трудностей с выбором наиболее подходящего графического и табличного представления данных, то результаты наших экспериментов показали отсутствие значимого влияния формы представления на правильность восприятия. Однако исследования в данной области могут быть продолжены для уточнения полученных результатов.

### Список литературы

1. Андреева С.Д., Стариченко Б.Е. Использование скринкастинга в преподавании информатики лицам с ОВЗ по слуху // Актуальные вопросы преподавания математики, информатики и информационных технологий. 2018. №3. С. 151–156.
2. Арнхейм Р.В. В защиту визуального мышления // Новые очерки по психологии искусства. М.: Прометей, 1994. 352 с.
3. Арнхейм Р.В. Искусство и визуальное восприятие. М.: Прогресс, 1974. 393 с.
4. Бразговка О.В., Микова О.П. Визуальное представление информации // Решетневские чтения. 2014. №18. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vizualnoe-predstavlenie-informatsii> (дата обращения: 15.09.2020).
5. Воронцова Л. Л. Проблемы обучения глухих и слабослышащих студентов на творческих дисциплинах // Науч. тр. ЦНИИ русского жестового языка. Вып. 1 (июль). 2019. С. 169–177. URL: <http://journal.jest.su/index.php/sw/article/view/35> (дата обращения: 21.09.2020).
6. Гиль Л.Б. Структурирование учебной информации в процессе обучения математике студентов технического вуза // Современные наукоемкие технологии. 2007. №7. С. 65. URL: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=25176> (дата обращения: 17.09.2020).
7. Годлевская Е.В., Лихолетов В.В. Стратификация графической формы представления технической информации по степени абстрактности // Вестник ЮУрГУ. Серия: Образование. Педагогические науки. 2013. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/stratifikatsiya-graficheskoy-formy-predstavleniya-tehnicheskoy-informatsii-po-stepeni-abstraktnosti> (дата обращения: 17.09.2020).
8. Горлицына О.А. Визуализация знаний как условие повышения качества графического образования студентов педагогических вузов // Теория и практика образования в современном мире: материалы III Междунар. науч. конф. (Санкт-Петербург, май 2013 г.). Т. 0. Санкт-Петербург: Реноме. 2013. С. 149–151. URL: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/70/3781/> (дата обращения: 17.09.2020).
9. Грегори Р.Л. Разумный глаз. М.: Мир, 1972. 216 с.
10. Дочкин С.А., Мичурина Е.С. Технологии визуализации знаний как необходимый аспект подготовки преподавателей университета // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2014. №3 (15). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-vizualizatsii-znaniy-kak-neobhodimyy-aspekt-podgotovki-prepodavateley-universiteta> (дата обращения: 17.09.2020).
11. Ефименко С.М., Мокрецова Л.О., Самсонов Б. В. Формирование профессиональных компетенций студентов-дизайнеров с нарушениями слуха: моногр. // Науч. тр. Ин-та непрерывного проф. образования. № 7. Монографические исследования. М.: Изд.-во Ин-та непрерывного проф. образования. 2016. С. 491–533.
12. Магалашвили В.В., Бодров В.Н. Ориентированная на цели визуализация знаний // ОТО. 2008. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/orientirovannaya-na-tseli-vizualizatsiya-znaniy> (дата обращения: 17.09.2020).
13. Манько Н.Н. Когнитивная визуализация дидактических объектов в активизации учебной деятельности // Известия АлтГУ. 2009. №2. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/kognitivnaya-vizualizatsiya-didakticheskikh-obektov-v-aktivizatsii-uchebnoy-deyatelnosti> (дата обращения: 17.09.2020).

14. Михеенкова Е.С., Смирнова В.И. Визуализация теоретического материала для слабослышащих студентов на примере разверток в курсе инженерной графики // Международный науч.-исслед. журн. 2020. №4(94). Ч.1. С. 31–35. URL: <https://research-journal.org/technical/vizualizatsiya-teoreticheskogo-materiala-dlya-slaboslyshashhix-studentov-na-primere-razvertok-v-kurse-inzhenernoj-grafiki/> (дата обращения: 17.09.2020).

15. Орешкина О.А., Гуров А.А. Особенности обучения химии студентов с нарушениями слуха – субъектов адаптированных профессиональных основных образовательных программ бакалавриата в МГТУ им. Н.Э. Баумана // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 4. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=27966> (дата обращения: 21.09.2020).

16. Пономаренко Е.П., Красавина Ю.В., Жуйкова О.В., Серебрякова Ю.В. Исследование особенностей интеллектуальных и когнитивных процессов студентов с нарушением слуха в техническом вузе // Педагогический ИМИДЖ. 2019. № 4 (45). С. 664–675.

17. Clark R., Nguyen F., & Sweller J. (2006). Efficiency in Learning. Evidence-based Guidelines to Manage Cognitive Load. San Francisco: Pfeiffer.

18. Guri-Rozenblit S. The interrelations between diagrammatic representations and verbal explanations in learning from social science texts. *Instr Sci* 17, P. 219–234 (1988). <https://doi.org/10.1007/BF00048342>

19. Hittleman D. (1985). A picture is worth a thousand words...if you know the words. *Childhood Education*, 62(1), P. 32-36.

20. Robinson D. (2002). Spatial Text Adjuncts and Learning. *Educational Psychology Review*, Vol. 14, No. 1, March 2002, 14(1), 1-3.

21. Schnotz W. (1993). Some Remarks On The Commentary On The Relation Of Dual Coding And Mental Models In Graphics Comprehension. *Learning and Instruction*, 3. P. 247–249.

## References

1. Andreeva, S.D., Starichenko, B.E. (2018) Ispol'zovanie skrinkastinga v prepodavanii informatiki licam s OVZ po sluhu [Using screencasting in the teaching of informatics to persons with hearing impairment] *Aktual'nye voprosy prepodavaniya matematiki, informatiki i informacionnyh tekhnologij – Topical issues of teaching mathematics, informatics and information technology*. Vol. 3. pp. 151–156. (In Russian).

2. Arnheim, Rudolf (1994) *V zashchitu vizual'nogo myshleniya* [In defense of visual thinking] *Novye ocherki po psikhologii iskusstva – New essays on the psychology of art*. M.: Prometej. 352 p. (In Russian).

3. Arnheim, Rudolf (1974) *Iskusstvo i vizual'noe vospriyatie* [Art and visual perception]. M.: Progress, 393 p. (In Russian).

4. Brazgovka, O.V., Mikova, O.P. (2014) Vizual'noe predstavlenie informacii [Visual representation of information] *Reshetnevskie chteniya – Reshetnev readings*. Vol. 18. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vizualnoe-predstavlenie-informatsii> (дата обращения: 15.09.2020). (In Russian).

5. Voroncova, L.L. (2019) Problemy obucheniya gluhih i slaboslyshashchih studentov na tvorcheskih disciplinah [Problems of teaching deaf and hearing impaired students in creative disciplines] *Nauch. trudy CNII russkogo zhestovogo yazyka – Scientific works of the Russian sign language*. Vol. 1 (июль). pp. 169–177. URL: <http://journal.jest.su/index.php/sw/article/view/35> (дата обращения: 21.09.2020). (In Russian).

6. Gil', L.B. (2007) Strukturirovanie uchebnoj informacii v processe obucheniya matematike studentov tekhnicheskogo vuza [Structuring of educational information in the process of teaching mathematics to students at technical universities] *Sovremennye naukoemkie tekhnologi – State-of-the-art technology*. Vol. 7. P. 65. URL: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=25176>. (In Russian).

7. Godlevskaya, E.V., Likholetov, V.V. (2013) Stratifikatsiya graficheskoy formy predstavleniya tekhnicheskoy informacii po stepeni abstraktnosti [Stratification of graphic form of technical information representation in the order of abstraction] *Vestnik YUUrGU. Seriya: Obrazovanie. Pedagogicheskie nauki – Bulletin of YUUrGU. Series: Education. Pedagogical sciences*. Vol. 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/stratifikatsiya-graficheskoy-formy-predstavleniya-tehnicheskoy-informatsii-po-stepeni-abstraktnosti> (дата обращения: 17.09.2020). (In Russian).

8. Gorlitzyna, O.A. (2013) *Vizualizatsiya znanij kak uslovie povysheniya kachestva graficheskogo obrazovaniya studentov pedagogicheskikh vuzov* [Visualization of knowledge as a condition for improving the quality of graphic education of students at pedagogical universities] *Teoriya i praktika obrazovaniya v sovremennom mire: materialy III Mezhd. nauch. konf. (g. Sankt-Peterburg, maj 2013 g.)*. T. 0. Sankt-Peterburg: Renome. P. 149–151. URL: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/70/3781/> (дата обращения: 17.09.2020).

9. Gregori, R.L. (1972) *Razumnyj glaz* [Intelligent eye]. M.: Mir. 216 p. (In Russian).

10. Dochkin, S.A., Michurina, E.S. (2014). Tekhnologii vizualizatsii znanij kak neobhodimyy aspekt podgotovki prepodavatelej universiteta [visualization technologies of knowledge as a necessary aspect of training university teachers] *Professional'noe obrazovanie v Rossii i za rubezhom – Professional education in Russia and abroad*. Vol. 3 (15). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-vizualizatsii-znanij-kak-neobhodimyy-aspekt-podgotovki-prepodavateley-universiteta> (дата обращения: 17.09.2020). (In Russian).

11. Efimenko, S.M., Mokrecova, L.O., Samsonov, B. V. (2016) *Formirovanie professional'nykh kompetencij studentov-dizajnerov s narusheniyami sluha*. Monografiya [The formation of professional competencies of design students with hearing impairments] *Nauchnye trudy Instituta Nepreryvnogo Professional'nogo Obrazovaniya – Scientific works of the Institute of Continuing Vocational Education*. Vol. 7. pp. 491–533. (In Russian).

12. Magalashvili, V.V., Bodrov, V.N. (2008) Orientirovannaya na celi vizualizatsiya znanij [Goal-oriented visualization knowledge] *ОТО – ОТО*. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/orientirovannaya-na-tseli-vizualizatsiya-znanij> (дата обращения: 17.09.2020). (In Russian).

13. Man'ko, N.N. (2009) Kognitivnaya vizualizatsiya didakticheskikh ob"ektov v aktivizatsii uchebnoj deyatel'nosti [Cognitive visualization of didactic objects in enhancing educational activities] *Izvestiya AltGU – News AltGU*. Vol. 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kognitivnaya-vizualizatsiya-didakticheskikh-obektov-v-aktivizatsii-uchebnoj-deyatelnosti> (дата обращения: 17.09.2020). (In Russian).

14. Mikheenkova, E.S., Smirnova V.I. (2020) *Vizualizaciya teoreticheskogo materiala dlya slaboslyshashchih studentov na primere razvertok v kurse inzhenernoj grafiki* [Visualization of theoretical material for hearing-impaired students on the example of developments within the course of engineering graphics] *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*. №4(94). Vol.1. pp. 31–35. URL: <https://research-journal.org/technical/vizualizaciya-teoreticheskogo-materiala-dlya-slaboslyshashchih-studentov-na-primere-razvertok-v-kurse-inzhenernoj-grafiki/> (дата обращения: 17.09.2020). (In Russian).

15. Oreshkina, O.A., Gurov, A.A. (2018) *Osobennosti obucheniya himii studentov s narusheniyami sluha – sub"ektov adaptirovannyh professional'nyh osnovnyh obrazovatel'nyh programm bakalavriata v MGTU im. N.E. Baumana* [Peculiarities of chemistry training for hearing impaired students – learners of adapted professional basic educational programs for bachelors at Bauman Moscow State Technical University] *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya – Current problems of science and education*. Vol. 4. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=27966> (дата обращения: 21.09.2020). (In Russian).

16. Ponomarenko, E.P., Krasavina, Yu.V., Zhuykova, O.V., Serebryakova, Yu.V. (2019) *Issledovanie osobennostej intellektual'nyh i kognitivnyh processov studentov s narusheniem sluha v tekhnicheskom vuze* [The study of the special features of intellectual and cognitive processes of hearing impaired students at a technical university] *Pedagogicheskij IMIDZH – Pedagogical IMIDZH*. Vol. 4 (45). pp. 664–675. (In Russian).

17. Clark, R., Nguyen, F., & Sweller, J. (2006) *Efficiency in Learning*. Evidence-based Guidelines to Manage Cognitive Load. San Francisco: Pfeiffer.

18. Guri-Rozenblit, S. (1988) *The interrelations between diagrammatic representations and verbal explanations in learning from social science texts*. *Instr Sci* 17, P. 219–234. <https://doi.org/10.1007/BF00048342>

19. Hittleman, D. (1985) A picture is worth a thousand words...if you know the words. *Childhood Education*, 62(1). P. 32–36.

20. Robinson, D. (2002) Spatial Text Adjuncts and Learning. *Educational Psychology Review*, Vol. 14, No. 1, March 2002, 14(1). 1-3.

21. Schnotz, W. (1993) Some Remarks On The Commentary On The Relation Of Dual Coding And Mental Models In Graphics Comprehension. *Learning and Instruction*, 3. P. 247–249.

#### **Вклад соавторов**

*Красавина Ю.В. и Пономаренко Е.П.* определили тему, цели, объект и предмет исследования, сформулировали задачи и рабочую гипотезу, выбрали методы исследования, а также провели тестирование глухих и слабослышащих студентов ИжГТУ им. М.Т. Калашникова. *Жуйкова О.В.* осуществила математико-статистическую обработку и анализ полученных результатов. *Серебрякова Ю.В.* подготовила обзор литературы. *Пonomаренко Е.П.* оформила статью. Все авторы участвовали в обсуждении результатов и одобрили окончательный вариант рукописи.

### Author contributions

*Krasavina Yu.V. and Ponomarenko E.P.* designed and directed the study, devised the main conceptual ideas, as well as organized and conducted testing of the deaf and hearing impaired students of Kalashnikov ISTU. *Zhuykova O.V.* processed the experimental data, performed the analysis. *Serebryakova Yu.V.* prepared the overview of literature. Ponomarenko E.P. worked on the manuscript. All authors discussed the results and contributed to the final manuscript.

### Об авторах

**Пономаренко Екатерина Петровна**, старший преподаватель, Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, Ижевск, Российская Федерация, ORCID ID: 0000-0002-8764-8998, e-mail: catper@mail.ru

**Красавина Юлия Витальевна**, кандидат педагогических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, Ижевск, Российская Федерация, ORCID ID: 0000-0001-9250-7631, e-mail: juliadamask@yandex.ru

**Жуйкова Ольга Викторовна**, кандидат педагогических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, Ижевск, Российская Федерация, ORCID ID: 0000-0002-0609-0217, e-mail: zhuykovaolga2012@mail.ru

**Серебрякова Юлия Вадимовна**, кандидат культурологии, доцент, Ижевский юридический институт, филиал ВГУЮ (РПА Минюста России), Ижевск, Российская Федерация, ORCID ID: 0000-0003-2229-8963, e-mail: julia\_srebro@mail.ru

### About authors

**Ekaterina P. Ponomarenko**, Senior Lecturer, Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russian Federation, ORCID ID: 0000-0002-8764-8998, e-mail: catper@mail.ru

**Krasavina Yu. Vitalevna**, Cand. Sci. (Ped.), Assistant Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russian Federation, ORCID ID: 0000-0001-9250-7631, e-mail: juliadamask@yandex.ru

**Olga V. Zhuykova**, Cand. Sci. (Ped.), Assistant Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russian Federation, ORCID ID: 0000-0002-0609-0217, e-mail: zhuykovaolga2012@mail.ru

**Yuliya V. Serebryakova**, Cand. Sci. (Culturology), Assistant Professor, Izhevsk Law Institute – the branch of The All-Russian State University of Justice (RLA of the Ministry of Justice of Russia), Izhevsk, Russian Federation, ORCID ID: 0000-0003-2229-8963, e-mail: julia\_srebro@mail.ru

Поступила в редакцию: 06.11.2020

Received: 06 November 2020

Принята к публикации: 19.11.2020

Accepted: 19 November 2020

Опубликована: 28.12.2020

Published: 28 December 2020