

Практика применения технологий визуализации в инженерной подготовке педагогов профессионального обучения

Б. Н. Гузанов¹, К. А. Федулова¹

¹Российский государственный профессионально-педагогический университет, Екатеринбург, Россия

Гузанов Борис Николаевич — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и металлургии Российского государственного профессионально-педагогического университета, ORCID: 0000-001-5698-0018, e-mail: guzanov_bn@mail.ru

Статья поступила
в редакцию
12 июля 2021 г.

Федулова Ксения Анатольевна — кандидат педагогических наук, доцент кафедры информационных систем и технологий Российского государственного профессионально-педагогического университета, ORCID: 0000-0002-4659-3169, e-mail: fedulova@live.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы повышения эффективности изучения сложных технических дисциплин путем совершенствования образовательных технологий через использование инновационных цифровых средств и ресурсов, основанных на визуализации учебных элементов. Цель статьи — рассмотреть сущность визуализации учебной информации, которая направлена не только на демонстрацию инженерных процессов и систем, но и на активизацию познавательной деятельности обучающихся и стимулирование мотивации к изучению специальных дисциплин будущей профессиональной деятельности. Теоретическая значимость статьи заключается в обосновании необходимости использования цифровых технологий визуализации для обеспечения эффективности изучения сложных инженерных дисциплин. С помощью созданного визуального фрейма работа позволяет обучать на практике будущих педагогов профессионального образования разрабатывать, модифицировать и использовать в дальнейшем компьютерные модели для подготовки инженеров. В статье по-новому на трех уровнях рассматривается сущность визуализации учебных элементов, что важно при использовании данной технологии в образовательном процессе.

Ключевые слова: визуализация учебных элементов, инженерная подготовка, педагог профессионального обучения, визуальный фрейм

Для цитирования: Гузанов Б. Н., Федулова К. А. Практика применения технологий визуализации в инженерной подготовке педагогов профессионального обучения // Профессиональное образование и рынок труда. 2021. № 3. С. 49-59. <https://doi.org/10.52944/PORT.2021.46.3.002>

The use of visualization technologies in the engineering training of vocational education teachers

B. N. Guzanov¹, K. A. Fedulova¹

¹Russian State Vocational Pedagogical University, Yekaterinburg, Russia

Boris Guzanov — Doctor of Science (Technology), Professor, Head of the Department of Engineering and Vocational Training in Mechanical Engineering and Metallurgy, Russian State Vocational Pedagogical University, ORCID: 0000-001-5698-0018, e-mail: guzanov_bn@mail.ru

Ksenia Fedulova — Candidate of Science (Pedagogy), Associate Professor of the Department of Information Systems and Technologies, Russian State Vocational Pedagogical University, ORCID: 0000-0002-4659-3169, e-mail: fedulova@live.ru

Abstract. The article deals with the issues of increasing the efficiency of studying complex technical disciplines by improving educational technologies through the use of innovative digital tools and resources based on the visualization of educational elements. The purpose of the article is to consider the essence of visualization of educational information, which is aimed not only at demonstrating engineering processes and systems but also at activating students' cognitive activity and motivating them to study special disciplines of future professional activity. The theoretical significance of the article lies in the justification of the necessity of using digital visualization technologies to ensure the effectiveness of studying complex engineering disciplines. The practical significance is presented through the created visual frame, which enables high-quality training of vocational training teachers in the development, modification and further use of computer models for engineering training. The article considers the essence of educational elements visualization in a new way at three levels, which is important when using this technology in the educational process.

Keywords: digital technologies in education, visualization of educational elements, engineering training, vocational education teacher, professional education, visual frame, educational technologies.

For citation: Guzanov, B. N., & Fedulova, K. A. (2021). The use of visualization technologies in the engineering training of vocational education teachers. *Vocational Education and Labour Market*, 3, 49–59. <https://doi.org/10.52944/PORT.2021.46.3.002>

Введение

Сегодня многие отечественные промышленные предприятия озабочены глубокой реконструкцией, техническим перевооружением и технологическим обновлением производств, что подразумевает использование современного оборудования, оснащенного интеллектуальными цифровыми средствами управления, контроля и диагностики. Для его внедрения необходимо провести фундаментальные теоретические

исследования, разработать инновационные прикладные конструкторско-технологические решения, создать на их основе новую технику и осуществить ее опытно-промышленную эксплуатацию. Следует отметить, что такие преобразования затрагивают не только производственную инфраструктуру предприятия, но и инженерные кадры с обслуживающим персоналом. Соответственно, на рынке труда возникает острая потребность в высококвалифицированных специалистах, готовых не только использовать технологические новации, но и совершенствовать их (Гузанов, Федулова, 2019).

Таксономический анализ процесса подготовки инженерных кадров выявил серьезные противоречия между современным образованием и реальной инженерной деятельностью. В частности, ожидания студентов не находят отражения в методологии процесса обучения, подаче материала и его дидактическом сопровождении (Банникова, 2016). Кроме того, наблюдается дисбаланс между естественнонаучными дисциплинами и практическим проектированием, отчего выпускники инженерных факультетов часто не понимают физических процессов, на которых основана современная техника. Происходит это обычно в условиях жесткой оптимизации образовательных программ, нацеленной на формирование профессиональных компетенций, востребованных работодателями, которые, однако, не всегда удовлетворены полученным результатом. Подобные противоречия не ориентируют студентов выбирать работу по специальности. Более того, особо следует отметить все нарастающее нежелание и неготовность выпускников работать в рамках осваиваемой профессии, что в ряде случаев обусловлено сложным содержанием технических дисциплин, отсутствием современного оборудования и качественного цифрового обучающего контента, позволяющего нивелировать различия в техническом оснащении профессиональной подготовки (Зеер, Сыманюк, Бердникова, Борисов, 2019).

В связи с этим одной из важнейших задач в практике инженерного образования следует считать изменение подходов к проектированию и реализации соответствующих образовательных программ, в основу которых необходимо заложить принципы, стимулирующие интерес к технико-технологической деятельности, повышающие мотивацию студентов к освоению сложных инженерных дисциплин.

Проблемы организации качественной инженерной подготовки

Преобразование структуры образовательных организаций и внедрение новых государственных образовательных стандартов сопровождается значительным сокращением количества аудиторных часов и возрастанием роли самостоятельной работы студентов. При таком подходе для совершенствования учебного процесса становится необходимым становление и формирование у выпускников образовательных учреждений навыков самоорганизации, оказывающих влияние на мотивацию, активизацию и другие аспекты познавательной деятельности. Подобная трансформация становится возможной только тогда, когда решение проблем высшего инженерного образования сопровождается обязательным преодолением устоявшихся стереотипов и консерватизма в педагогической науке и практике: процесс подготовки в техническом вузе должен

выстраиваться с учетом новых требований и подходов к организации учебной деятельности (Гузанов, Федулова, 2018).

Надо отметить, что инженер трудится в условиях высокой информационной насыщенности современной действительности, что требует преодоления «визуального хаоса» и изменения структуры, форм и методов реализации процесса профессиональной подготовки. Здесь необходимо решить широкий ряд задач, связанных с обеспечением интенсификации обучения путем структуризации учебного материала и использования информационных и компьютерных визуальных моделей, с развитием и совершенствованием критического и визуально-когнитивного мышления, зрительного восприятия, образного представления осуществляемых действий, а также объектов визуальной культуры.

Для преодоления возникающих сложностей необходим особый инструментарий, основанный на использовании разнообразных методов и приемов визуализации учебной информации. Данная технология ускоряет освоение учебного материала. Однако важно понимать, что дидактические визуальные средства должны не просто иллюстрировать учебный материал, но и способствовать активизации ментальной и учебно-познавательной деятельности студентов.

Здесь просматривается некая особая форма включения визуальных техник и технологий в процесс развития инженерного мышления. Ее использование связано с необходимостью изменения способов изложения теоретических основ учебных дисциплин: нелинейное представление инженерных наук больше соответствует природе человека и особенностям его когнитивных процессов, чем вербально-монологическое изложение материала. Кроме того, отмечают исследователи, дидактические средства, применяемые в процессе профессиональной подготовки будущих инженеров, «...должны обладать пространственными свойствами и возможностями пространственного оперирования / манипулирования свойствами объектов; позволять формировать навыки пространственного (материализованного и абстрактного), т. е. визуального мышления» (Манько, 2010).

Опыт включения визуальных техник и технологий в процесс профессиональной подготовки

Осуществить такую сложную профессиональную подготовку могут только высококвалифицированные педагогические кадры, обладающие широкими познаниями в области визуализации учебно-методического сопровождения подготовки. Сегодня процесс визуализации напрямую связан с использованием информационных и компьютерных технологий и требует от педагога глубокого понимания возможностей их применения. Очевидно, что цифровые технологии и технологии компьютерного моделирования в образовании стали стержнем профессиональной подготовки, который пронизывает как психолого-педагогический, так и инженерно-технологический ее аспекты (Гузанов, Федулова, 2019).

Сам процесс разработки и внедрения визуальных технологий также связан с манипулированием компьютерными моделями различного уровня и содержания. Использование их существенно облегчает учебно-познавательную деятельность: она становится более доступной,

осознаваемой, моделируемой, контролируемой и регулируемой, а значит, более качественной и эффективной.

Следует отметить, что техник визуализации учебной информации достаточно много (Зуфарова, 2020). Остановимся на некоторых из них:

1. Инфографика — способ представления информации с помощью графических объектов: таблиц, схем, диаграмм, блок-схем, значимого текста, гиперссылок. Основное преимущество данной техники — ее содержательность, лаконичность и легкость в восприятии информации.

2. Таймлайн — временной отрезок с четко прописанной хронологией процессов и явлений, динамикой их изменения или последовательностью выполнения работ. Часто используется для представления исторических фактов, библиографий, этапов проектирования, а также реализации учебной программы в части сроков и порядка выполнения дисциплинарных заданий.

3. Интеллект-карта — графическое изложение содержания темы. Обычно осуществляется в виде разветвленной структуры, где четко обозначены главные и второстепенные элементы темы.

4. Скрайбинг — визуализация информации при помощи различных символов. Данная техника предполагает использование интерактивной доски для демонстрации важных и ключевых моментов.

5. Кроссенс — этот тип визуализации помогает проводить ассоциации между информацией и изображением, что способствует развитию критического мышления и, как следствие, помогает формировать креативность у студентов.

6. Облако слов — технология, которая выделяет слова и словосочетания, важные для проводимой работы. Объекты выделяются цветом, шрифтом, размером или стилем. Использование данной техники помогает развивать пространственное, критическое и аналитическое мышление.

Важно отметить, что техники визуализации не только доносят в разных формах информацию, но и позволяют корректировать содержание с помощью технологий анимации: изменять форму, цвет, размер и представление объекта, создавать полноценные мультимедийные фрагменты с демонстрацией функционирования и превращения объектов, в том числе сложных технологических систем. Анимация призвана визуализировать не столько сам объект, процесс или явление, сколько представить особенности их функционирования, показать их эволюцию с течением времени или изменением среды, а также обозначить тенденции развития объектов и спрогнозировать их возможное поведение.

Будущее визуализации связано со встраиванием интерактивных элементов в процесс анимации. Как полагают исследователи, «...интерактивность наглядных средств на основе мультимедийных технологий обеспечивает студентам и преподавателям возможность активно взаимодействовать, изменять процесс анимации в соответствии с образовательными потребностями, управлять представлением информации, определять последовательность изложения учебного материала, уменьшать или изменять содержательное наполнение информации» (Федосова, Соколова, 2018). Следует отметить, что симбиоз интерактивных и анимационных технологий не только активизирует когнитивные способности студентов в процессе их профессиональной подготовки, но и

стимулирует исследовательскую деятельность в процессе изучения технических объектов и технологических систем. Возможность изменить свойства последних не только пробуждает интерес у обучающихся, но и делает их активными участниками образовательного процесса.

Обращение к феномену визуализации в образовании связано не только с повышением наглядности представления информации и активизации учебно-познавательной деятельности, но и, в ряде случаев, с реальной опасностью демонстрируемых объектов, процессов и явлений, а также их высокой стоимостью. Все это еще раз подчеркивает важность и необходимость изменения подготовки современных педагогов, которые должны проводить обучение инженеров на принципиально новом уровне, используя компьютерные технологии — в частности, визуальные когнитивно-рефлексирующие модели, разработанные с использованием современных цифровых технологий и наполненные анимационными и интерактивными мультимедийными объектами.

В современной педагогике укрепляется представление, что применение когнитивной визуализации в процессе инженерной подготовки позволит: использовать зрительные и ментальные образы при моделировании технологических объектов и систем; выстраивать в дальнейшем компьютерные модели из составляющих технологических операций и процессов на основе имеющихся образов, представлений и тенденций; выявлять закономерности, выдвигать гипотезы и оформлять их, используя специализированную символическую форму представления действительности. Исследователи отмечают, что именно визуализация и дальнейшее моделирование знаний на ее основе оказывает положительное влияние на процесс развития мыслительной деятельности обучаемых и формирование необходимых знаний, умений и навыков (Манько, 2010).

Результаты исследования

С точки зрения современных технологий для подготовки будущих педагогов инженерного профиля необходимо создать особую когнитивно-моделирующую среду, которая позволила бы сформировать у них необходимые знания, умения и навыки в области визуализации, чтобы они могли использовать мультимедийные интерактивные технологии в процессе обучения. На создание такой среды направлена дисциплина «Компьютерное моделирование в профессионально-педагогической деятельности» (Гузанов, Федулова, 2018).

Задачами данной дисциплины являются:

- изучение визуальных моделей различного типа с целью систематического использования их в учебном процессе в разных сочетаниях для демонстрации студентам технических возможностей при разработке учебно-методического сопровождения профессиональной подготовки;
- понимание механизмов рационального редуцирования информации и ее когнитивно-графического представления в виде визуальных компьютерных моделей;
- освоение методики, регулирующей применение визуального когнитивно-рефлексирующего обеспечения в образовательном процессе, и предотвращение возможных негативных последствий, связанных

с использованием компьютерной техники и информационных технологий.

Как отмечено выше, реализация такой комплексной подготовки невозможна без качественного и проработанного учебно-методического сопровождения, в рамках и на примере которого можно показать особенности внедрения технологий интерактивной когнитивной визуализации средствами ИКТ. В процессе прохождения учебного курса обучающиеся видят, как происходит создание и дальнейшее преобразование цифрового графического учебного элемента в процессе его включения в образовательный процесс, что помогает им более наглядно представить суть производственного процесса, понять работу технической системы или инженерного объекта, а также способствует формированию необходимых профессионально-важных личностных качеств у будущего специалиста.

Отметим, что в мире во всех областях науки накоплен достаточно большой выбор средств и методов визуализации: логическая структура учебной информации в форме графа, производственная модель, логико-смысловая модель, фреймовая модель, конспект-схема, модель семантической сети, иконика, инфографика, скрайбинг, таймлайн, фишбоум, когнитивно-графические элементы «Древо» и «Здание», карта памяти, логико-графическая схема и другие. Основным средством визуализации являются технические средства, такие как персональный компьютер, интерактивные киоски, стенды и доски, проекторы прямой и обратной проекции, планшеты и другие. Преимущественным способом визуализации в учебной практике являются презентации, видеоролики, цифровые инсталляции, научно-популярные фильмы, анимационные ролики. В качестве программных средств реализации используются графические и текстовые редакторы, приложения для создания векторной анимации, мультимедийных и интерактивных объектов.

Для наиболее полного и эффективного использования технологий визуализации целесообразно использовать фреймовый метод (Алексеева, 2019). Фрейм здесь понимается, как единица представления учебной информации, заполненная в прошлом, но при необходимости подверженная изменениям согласно образовательным запросам и тенденциям в науке, IT-сфере, предметной области. Обычно фрейм состоит из нескольких ячеек (слотов), каждая из которых имеет свое назначение. При помощи фреймовой модели можно «сжимать», структурировать и систематизировать информацию в том визуальном воплощении, которое необходимо преподавателю.

Рассмотрим визуальный фрейм для дисциплины «Компьютерное моделирование в профессионально-педагогической деятельности», структура которого представлена на рисунке 1. Как видно, фрейм состоит из трех взаимосвязанных слотов, каждый из которых составляет отдельный законченный элемент визуального фрейма. Так, слот 1 — это визуализация на уровне разработки двухмерных и трехмерных моделей. Данный слот является основой процесса визуализации, так как собственно визуализация сложных технических и инженерных объектов невозможна без создания их компьютерных моделей. Он, согласно схеме фрейма (рис. 1), помогает понять структуру, содержание и функциональное назначение технологического процесса или объекта. Для разработки

компьютерных моделей здесь целесообразно использовать системы автоматизированного проектирования, которые призваны оптимизировать труд современного инженера и имеют множество возможностей по созданию, модификации и дальнейшему использованию разработываемых компьютерных моделей объектов.

Слот 2 представляет второй уровень визуализации с использованием анимации технологических процессов, объектов и явлений. Данный слот является развитием слота 1 и необходим для более глубокого и детализированного раскрытия и рассмотрения особенностей функционирования, изменения состояния, превращения технологических процессов и объектов, а также представления при необходимости их взаимосвязи с другими системами. Здесь в качестве информационной поддержки возможно использование специализированных средств для подготовки презентационных материалов, а также различных редакторов векторной и растровой графики и программ для разработки анимированных роликов.

Слот 3 призван стать логическим завершением общей структуры визуального фрейма. В его задачу входит наполнение визуальных эффектов интерактивным содержанием: обучающиеся через данные элементы могут взаимодействовать с учебными средствами, рассматривать процесс и изучать его особенности, а также вносить изменения, вмешиваться в его функционирование, отслеживать и оценивать собственные действия и ответную реакцию системы. Такая сопричастность позволит обучающимся стать активными участниками процесса обучения и повысить уровень их учебно-познавательной активности. В качестве средств реализации слота 3 возможно использование облачных средств и технологий, а также презентационных мультимедийных редакторов и программных продуктов.



Рисунок 1. Структурная схема визуального фрейма дисциплины «Компьютерное моделирование в профессионально-педагогической деятельности»

Как было сказано выше, изучение визуального фрейма осуществляется в рамках дисциплины «Компьютерное моделирование в профессионально-педагогической деятельности». Здесь необходимо более детально рассмотреть процесс подготовки магистров к визуализации учебной информации. Если первый уровень визуализации, заключенный в слот 1, изучается, в том числе, и в рамках бакалаврской подготовки, то в магистерской необходимо показать возможности 2D и 3D моделей для представления обучающимся технологических объектов и систем.

Второй уровень визуализации — слот 2 — предполагает подготовку анимированного контента, создание которого осуществляется средствами программного обеспечения презентаций, в частности MS PowerPoint, в состав которого входят анимационные эффекты, позволяющие настраивать перемещение и изменение компьютерных моделей во времени и пространстве, за счет чего и создается эффект их анимации. Таким образом, часть слайдов презентации иллюстрирует вербальную информацию, дополняя ее визуальным контентом и добавляя ей образности, что позволяет обучающимся быстрее понять ее, запомнить и восстановить при необходимости. Практика показывает, что анимированные изображения сокращают цепь словесных рассуждений, схематично синтезируют и уплотняют объем информации, что важно в современном информационно-насыщенном учебном пространстве.

В рамках реализации слота 3 можно говорить о внедрении интерактивной когнитивной визуализации, позволяющей изменять цифровой графический учебный элемент в процессе работы с ним. Использование такой технологии меняет представление о сути технологического процесса, дает возможность прогнозировать изменения в сложных инженерных системах, а также отслеживать опасные производственные процессы и объекты. Данный вид визуализации направлен на формирование важных профессионально-личностных качеств будущих специалистов.

Заключение

Таким образом, в результате выполненных исследований установлено, что целенаправленное применение визуализации в ходе проектирования и изучения сложных технических дисциплин позволит не только сформировать у студентов реальное представление об изучаемых объектах (процессах) и рассмотреть особенности их функционирования, но и сделать обучаемых субъектами образовательной деятельности. Это позволяет им интерактивно взаимодействовать с анимированными техническими системами и моделями, виртуально изменять (в соответствии с разработанной матрицей эксперимента) вариативные параметры, влияющие на конечный результат, и тем самым изучать поведение объектов и оптимизировать их развитие. Разработанный визуальный фрейм предоставляет будущим педагогам профессионального обучения возможность использовать весь арсенал цифровых технологий для разработки визуальных средств обучения и в дальнейшем применять их в процессе профессиональной подготовки инженеров, формируя индивидуальную визуально насыщенную информационно-образовательную среду. Технология визуализации учебной информации в профессиональном образовании является инновационным способом обучения, и она в полной

мере отвечает современным требованиям о цифровой трансформации образования и цифровизации производственных и технологических процессов.

Литература

1. Алексеева А. З. Использование технологии визуализации в дополнительном профессиональном образовании // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова. Сер. Педагогика. Психология. Философия. 2019. № 4 (16). С. 13–16. <http://ppfsvf.ru/wp-content/uploads/2020/01/%D0%9F%D0%9F%D0%A4-4-2019-2.pdf>.
2. Гузанов Б. Н., Федулова К. А. Особенности формирования инженерного мышления при подготовке педагога профессионального обучения // *European Social Science Journal*. 2018. № 12-1. С. 291–297.
3. Гузанов Б. Н., Федулова К. А. Содержательно-деятельностный компонент готовности к компьютерному моделированию студентов профессионально-педагогического вуза // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. 2019. № 5 (138). С. 78–85.
4. Зеер Э. Ф., Сыманюк Э. Э., Бердникова Д. В., Борисов Г. И. Формирование транспрофессиональных компетенций у будущих инженеров // Актуальные проблемы психологического знания. 2019. № 2 (51). С. 27–35.
5. Зуфарова А. С. Роль технологии визуализации в учебной информации // Современное педагогическое образование. 2020. № 9. <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-tehnologii-vizualizatsii-v-uchebnoy-informatsii>.
6. Манько Н. Н. О роли визуализации дидактических объектов в активизации деятельности субъекта обучения // Известия Алтайского государственного университета. 2010. № 1–2. <http://izvestia.asu.ru/2010/2-1/peda/TheNewsOfASU-2010-2-1-peda-05.pdf>.
7. Оценка системы подготовки инженерно-технологических кадров: материалы комплексного исследования потребностей крупнейших региональных работодателей / Ред. Банникова Л. Н. Екатеринбург: Ажур, 2016.
8. Федосова О. А., Соколина Е. Н. О значении визуализации учебной информации // Проблемы педагогики. 2018. № 3 (35). С. 96–98. <https://cyberleninka.ru/article/n/o-znachenii-vizualizatsii-uchebnoy-informatsii>.

References

- Alekseeva, A. Z. (2019). The use of visualization technology in additional professional education. *Vestnik of North-Eastern Federal University. Ser. Pedagogics. Psychology. Philosophy*, 4, 13–16. <http://ppfsvf.ru/wp-content/uploads/2020/01/%D0%9F%D0%9F%D0%A4-4-2019-2.pdf>. (In Russ.)
- Bannikova, L. N. (Ed.). (2016). *Otsenka sistemy podgotovki inzhenerno-tekhnologicheskikh kadrov: materialy kompleksnogo issledovaniya potrebnostey krupneyshikh regional'nykh rabotodateley [Assessment of the training system for engineering and technological personnel: materials of a comprehensive study of the needs of the largest regional employers]*. Yekaterinburg: Azhur. (In Russ.)

- Fedosova, O. A., & Sokolina, E. N. (2018). O znachenii vizualizatsii uchebnoy informatsii [About the importance of visualization of educational information]. *Problemy pedagogiki [Problems of Pedagogy]*, 3, 96–98. <https://elibrary.ru/item.asp?id=34994478>. (In Russ.)
- Guzanov, B. N., & Fedulova K. A. (2018). Features of the formation of engineering thinking in the preparation of a teacher of vocational training. *European Social Science Journal*, 12-1, 291–297. (In Russ.)
- Guzanov, B. N., & Fedulova K. A. (2019). The content-activity component of the readiness for computer modeling of students of a professional pedagogical university. *Izvestia of Volgograd State Pedagogical University*, 5, 78–85. (In Russ.)
- Man'ko, N. N. (2010). On a role of visualization of didactic objects in stirring up activity of the subject of training. *Izvestiya of Altai State University*, 1–2. <http://izvestia.asu.ru/2010/2-1/peda/TheNewsOfASU-2010-2-1-peda-05.pdf>. (In Russ.)
- Zeer, E.F., Symaniuk, E.E., Berdnikova, D.V., & Borisov, G.I. (2019). Future engineers' trans-professional competences formation. *Actual Problems of a Psychological Knowledge*, 2, 27–35. (In Russ.)
- Zufarova, A.S. (2020) Role of visualization technology in educational information. *Modern Pedagogical Education*, 9. <https://elibrary.ru/item.asp?id=44058478> . (In Russ.)