

Омельченко Сергей Владимирович,

кандидат технических наук, доцент кафедры физики, технологии и методики обучения физике и технологии, Уральский государственный педагогический университет; 620091, Россия, г. Екатеринбург, пр-т Космонавтов, 26; e-mail: omel_serg@mail.ru

Кошечева Елена Сергеевна,

кандидат педагогических наук, доцент кафедры физики, технологии и методики обучения физике и технологии, Уральский государственный педагогический университет; 620091, Россия, г. Екатеринбург, пр-т Космонавтов, 26; e-mail: kohe@mail.ru

Матвеева Елена Петровна,

кандидат педагогических наук, доцент кафедры физики, технологии и методики обучения физике и технологии, Уральский государственный педагогический университет; 620091, Россия, г. Екатеринбург, пр-т Космонавтов, 26; e-mail: melena1207@yandex.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАТУРНЫХ 3D-МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВИЗУАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: визуальная грамотность; когнитивная графика; компьютерные модели; информационные технологии; визуализация; школьники; физика; методика преподавания физики; методика физики в школе; технология; методика преподавания технологии; методика технологии в школе; учебная деятельность; учебный процесс

АННОТАЦИЯ. В статье рассматривается возможность использования натуральных 3D-моделей (выполненных на основе фаббер-технологий) в учебном процессе при обучении физике и технологии для формирования визуальной грамотности учащихся. Определены возможности натуральных моделей для формирования визуальной грамотности учащихся: визуальное исследование модели (рассмотрение, получение информации); интерпретация полученного результата рассмотрения (эксперимента) на реальные объекты или теоретический материал; применение полученных знаний в новых условиях; оценивание параметров модели; проведение анализа соответствия модели и моделируемого объекта или процесса. Предложены натурные 3D-модели, которые можно создать на основе учебного материала по физике, технологии и использовать в классно-урочной деятельности учащихся. Проанализирована готовность практикующих учителей физики и технологии использовать натурные 3D-модели в учебной деятельности. Значимость результатов исследования обусловлена возрастным значением визуальной грамотности в профессиональной деятельности современных специалистов, широким использованием компьютерных технологий в организации и проведении учебных занятий в области физики и технологии, необходимостью разработки рекомендаций по применению фаббер-технологий для обучения физике, технологии в школе, реализация которых позволит осуществить развитие цифровых компетенций учителей и учащихся. Натурные 3D-модели могут создаваться совместно с учителями-предметниками, реализовать проектную и межпредметную деятельность, модели отвечают целям и задачам различных этапов учебно-воспитательного процесса: работа с моделями позволяет учащимся исследовать модели, интерпретировать полученный результат на реальные объекты, применять полученные знания в новых условиях, оценивать параметры модели, проводить анализ соответствия модели и моделируемого объекта или процесса.

БЛАГОДАРНОСТИ: исследование проведено в соответствии с грантом (научно-исследовательским проектом) УрГПУ № 210210.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Омельченко, С. В. Использование натуральных 3D-моделей для формирования визуальной грамотности в учебном процессе / С. В. Омельченко, Е. С. Кошечева, Е. П. Матвеева. – Текст : непосредственный // Педагогическое образование в России. – 2022. – № 3. – С. 112-119.

Omelchenko Sergey Vladimirovich,

Candidate of Technics, Associate Professor of Department of Physics, Technology and Methods of Teaching Physics and Technology, Ural State Pedagogical University, Ekaterinburg, Russia

Kosheeva Elena Sergeevna,

Candidate of Pedagogy, Associate Professor of Department of Physics, Technology and Methods of Teaching Physics and Technology, Ural State Pedagogical University, Ekaterinburg, Russia

Matveeva Elena Petrovna,

Candidate of Pedagogy, Associate Professor of Department of Physics, Technology and Methods of Teaching Physics and Technology, Ural State Pedagogical University, Ekaterinburg, Russia

THE USE OF NATURAL 3D MODELS FOR THE FORMATION OF VISUAL LITERACY IN THE EDUCATIONAL PROCESS

KEYWORDS: visual literacy; cognitive graphics; computer models; Information Technology; visualization; pupils; physics; methods of teaching physics; methods of physics at school; technology; methodology of teaching technology; methodology of technology at school; educational activity; studying process

ABSTRACT. The article considers the possibility of using full-scale 3D models (made on the basis of Fabber-technology) in the teaching process in physics and technology to form visual literacy of students. The features of full-scale models for forming visual literacy of students are determined: visual examination of the model (consideration, getting information); interpretation of the result of consideration (experiment) on the real objects or theoretical material; using acquired knowledge in new conditions; estimating parameters of the model; performing conformity analysis of the model and the simulated object or process. We propose full-scale 3D models, which can be created on the basis of the teaching material on physics, technology and used in the class-lesson activity of students. The readiness of practicing teachers of physics and technology to use natural 3D models in teaching activities was analyzed. The significance of the results of the study is due to the increased importance of visual literacy in the professional activities of modern specialists, extensive use of computer technology in the organization and conduct of classes in physics and technology, the need to develop recommendations for the use of fabber-technology for teaching physics, technology at school, the implementation of which will allow the development of digital competencies of teachers and students. It was determined that natural 3D models can be created together with subject teachers, to implement project and interdisciplinary activities, models meet the goals and objectives of different stages of the educational process: work with models allows students to explore the model, interpret the results on real objects, apply acquired knowledge in new conditions, assess the model parameters, to analyze compliance of the model and the simulated object or process.

ACKNOWLEDGMENTS: the study was carried out in accordance with the USPU grant (research project) No. 210210.

FOR CITATION: Omelchenko, S. V., Kosheeva, E. S., Matveeva, E. P. (2022). The Use of Natural 3D Models for the Formation of Visual Literacy in the Educational Process. In *Pedagogical Education in Russia*. No. 3, pp. 112-119.

Социальный запрос общества, развивающегося по пути «цифровой экономики», связан с требованиями к его гражданам, которые должны обладать умением пользоваться визуальной информацией. В нашей жизни мы окружены множеством видов визуализации: от популярной инфографики, анимационных моделей, виртуальной и дополненной реальности, до сложных цифровых двойников в профессиональной среде для объяснения рабочих процессов и сложных структур самой разной природы.

Человек, принимающий информацию визуально, осмысливает ее, и в его сознании возникают ментальные модели, от точности которых зависит результат дальнейшей деятельности. Таким образом, умение человека правильно интерпретировать, «читать» визуализированную информацию становится важнейшим условием не только его профессиональной успешности, но и всей жизнедеятельности. Неслучайно еще в 1968 году Джон Дебес (John Debes) предложил термин визуальной грамотности [13], который сегодня находит свое дальнейшее развитие и содержательное наполнение.

Современные исследователи (Н. Н. Манько, С. В. Аронова, Е. Е. Лапшева, М. В. Храмова) отмечают, что визуальная грамотность стимулирует развитие творчества, критического мышления, способности к обучению, эмпатии, понимание технологий [5; 1; 7].

В педагогической практике используются различные методы визуального структурирования (блок-схемы, графы, опорные сигналы, логико-смысловые модели, ментальные карты, инфографика, графические и анимационные изображения и др.), различающиеся по объему представленных знаний, сложности работы с ними, по степени

детализации, по степени приближенности к реальным трехмерным объектам и т. п.

Визуальное (натурное) представление изучаемых объектов, процессов на уроках физики или технологии, зрительное и тактильное восприятие их свойств, связей и соотношение с материалом других предметов или ранее изученного материала позволяют достаточно быстро и наглядно продемонстрировать перед учащимися отдельные фрагменты теории, акцентировать внимание на важных моментах процесса решения задачи, вариативности начальных условий, сформировать практические действия для решения в новых условиях, вовлечь полученные знания и приобретенные умения учащихся в процесс познания областей знаний других предметов.

В последнее время в массовой школе стали появляться относительно новые для нее средства визуализации – трехмерные модели (3D-модели), выполненные на основе фаббер-технологий (технологии быстрого прототипирования (Rapid Prototyping) или трехмерной печати).

Моделирование и работа с цифровыми и натурными моделями в образовании связаны с объективным развитием производства: 3D-печать активно используется в медицине, робототехнике, инженерии, промышленности и пр. Без этой технологии сегодня невозможно современное производство.

Накоплен значительный опыт по созданию и использованию в учебном процессе разнообразных моделей: статических и анимированных 3D-моделей, они в достаточном количестве представлены на образовательных сайтах для свободного использования на уроках, кроме этого, разрабатываются и находят практическое применение модели

виртуальной реальности. Но при этом отсутствуют рекомендации по моделированию и использованию натуральных 3D-моделей (распечатка на 3D-принтере, использование 3D-ручки) *в рамках классно-урочной деятельности*. Пока 3D-принтеры и 3D-ручки в большинстве случаев являются «модными аксессуарами», показывающими современный уровень технического обеспечения школы, а не эффективными средствами достижения образовательных целей.

Образовательный стандарт регламентирует работу учащихся с моделями, например исследование модели, интерпретация полученных результатов на реальные объекты, применение полученных знаний в новых условиях, оценивание параметров модели, проведение анализа соответствия модели и моделируемого объекта, процесса, что может быть соотнесено с наличием «визуальной грамотности» у учащихся.

Однако возникает **вопрос**: какие натурные модели и как следует использовать их возможности при обучении физике и технологии для эффективного развития визуальной грамотности у учащихся?

Цель нашего исследования заключалась:

- в определении возможностей натуральных моделей по формированию визуальной грамотности учащихся;

- в определении натуральных 3D-моделей, которые можно создавать на основе учебного материала по физике и технологии и использовать в классно-урочной деятельности учащихся;

- в определении готовности практикующих учителей физики и технологии использовать натурные 3D-модели в учебной деятельности.

Обзор литературы. В научных исследованиях башкирских ученых мы находим подтверждение, что для активизации познавательных способностей учащихся и формирования цифровых компетенций предлагается отводить особую роль когнитивным методам визуализации. Выбор направления когнитивной визуализации обусловлен следующими аспектами:

- эффективность усвоения учебного материала возрастает, если наглядность в обучении выполняет не только иллюстративную, но и когнитивную функцию;

- разработка дидактических средств, учитывающих психофизиологические свойства зрительного органа, осязания и мышления человека, позволяет наиболее рационально и успешно использовать возможности визуального канала;

- благодаря возможности представлять большие объемы информации в концентрированной форме, удобной и адекватной

для психофизиологии человека, происходит активизация учебной деятельности [6]. Визуализация «должна становиться органичной частью познавательной деятельности, средством формирования не только наглядно-образного, но и абстрактно-логического мышления» [9].

За рубежом возможности визуализации активно разрабатываются: исследуется специфика памяти и ее поддержка с помощью визуальных образов; изучается роль визуализации в процессах познания и обучения и проектируются визуальные средства инфографики, ментальные карты, 3D-модели, в том числе печатные.

В частности, S. Stokes [17] рассматривает существующие методы обучения в связи с используемыми преподавателями визуальными объектами; приводит примеры и анализирует результаты визуализации, выполненной на основе цифровых технологий; формулирует основные положения концепции визуальной грамотности, которая определяется ученым как способность верно воспринимать и интерпретировать изображения, а также как умение создавать их с целью трансляции компактным образом оформленной учебной информации, научных идей и направлений.

Некоторые авторы выделяют три основных блока визуализаций, каждый из которых основан на типе материала и целях, с которыми работает визуализация, и различают три вида получаемых знаний: декларативное (что?), процедурное (как?) и условное (почему?) [16; 14].

Первый вид знания (декларативное) включает в себя визуализации, которые позволяют получить информацию об определенных явлениях, событиях, свойствах объекта, зависимостях.

Второй вид знания (процедурное) относится к визуализациям (газетная инфографика, информационная эстетика визуализации), которые не только собирают данные и визуализируют их, но также способны «рассказывать историю» и передавать фрагменты кристаллизованной (накопленной) информации (в отличие от необработанных данных). Получатель может использовать эту информацию, чтобы что-то понять, узнать как сделать (например, пиктограммы руководства по эксплуатации, инфографика о действиях). Вторая группа работает не только над декларативными знаниями, но и над процедурными. Усвоение информации становится знанием [18].

И третий вид знания (условное): цель визуализации – передача знаний после работы с моделью, не только сообщающих, как что-то делать (процедурные знания), а способных передавать знания о том, когда и

почему получатель должен использовать свои знания (условные знания [16]). С этой точки зрения способность «действовать» в определенном контексте имеет основополагающее значение для передачи знаний.

Авторы называют эти три категории аналитическими визуализациями, коммуникативными визуализациями и формирующими визуализациями. Мы считаем, что натурные 3D-модели, используемые на уроках, относятся к формирующим визуализациям: используются в качестве «поддержки» при передаче знаний в классе, представляют изучаемый объект, процесс или явление, могут быть использованы при организации работы в группах.

Параллельно с инфографикой возникло понятие *визуальная грамотность* (visual literacy), которое предложил Джон Дебес, основатель Международной ассоциации визуальной графики (International Visual Literacy Association, IVLA): «Визуальная грамотность – это набор способностей, позволяющих индивиду эффективно находить, интерпретировать, оценивать, использовать и создавать изображения и другие медийные вещи. Знания и навыки, поддерживаемые визуальной грамотностью, позволяют владеющему ими человеку понимать и анализировать контекст изображений, их культурные, эстетические, этические, интеллектуальные и технические компоненты» [11].

Lindelani Mnqunic развивает концепцию визуальной грамотности и ее позитивного влияния на познавательные процессы, улучшение качества научного образования. Теоретический процесс визуализации в работах этого автора представлен тремя этапами: интернализацией (результат рассуждений); концептуализацией (осмысление); экспортированием визуальных моделей [15].

В публикациях авторов J. M. Brill, D. Kim и R. M. Branch определяется визуальная грамотность как умение понимать, создавать (проектировать) и использовать в учебной и профессиональной деятельности культурно значимые образы, объекты, символы и производить визуальные действия. Авторы утверждают, что визуально грамотный человек обладает развитым образным мышлением, владеет навыками анализа, синтеза и конструирования образных статических и динамических объектов в определенном пространстве, способен понимать и оценивать визуальные сообщения, вызывать в собственном сознании и воображении окружающих яркие, выразительные, объемные образы [12].

Визуальная грамотность востребована при работе с когнитивной графикой. В работе, посвященной когнитивной графике,

С. В. Чебанов [10] проследивает появление термина «когнитивная графика» как раздела когнитивной науки от схематических рисунков до «когнитивной компьютерной графики». Важным для образовательной деятельности является то, что когнитивная графика и когнитивная компьютерная графика имеют единую суть – представление идеи, задачи, проблемы в таком виде, чтобы оно описывало ход решения или давало возможность разрешения ситуации. Для обучающихся открывается возможность перехода к изучению процесса создания научного знания, а не «поглощение» его результатов. Компьютерное воплощение идеи когнитивной деятельности в цифровых моделях расширяет возможности для визуализации, анализа.

Визуализацию определяют как «свертывание мыслительных содержаний в наглядный образ», который может служить опорой для дальнейшей мыслительной и практической деятельности [2]. Ей придается значение особого психологического механизма «перевода невидимого мыслеобраза в видимый, зримый образ» [7]. Визуализацию называют также «гносеологическим механизмом» – промежуточным звеном между учебным материалом и результатом обучения, избавляющим от второстепенных деталей [8].

Встречаются разные толкования самого этого термина. Например, предлагается различать визуализацию информации и визуализацию знаний. Первая определяется как «использование компьютерных приложений для графического представления абстрактных данных», для второй дается определение – опять же в контексте информационных дисциплин – как набора графических элементов и связей между ними, используемого для передачи знаний от эксперта к человеку или группе людей, раскрывающего причины и цели этих связей в контексте передаваемого знания [3].

В наших предыдущих работах был представлен анализ «когнитивной графики» цифровых образовательных моделей при изучении математики и технических дисциплин. Она была рассмотрена как полисемическое понятие, и отмечалось, что когнитивная графика и компьютерная когнитивная графика имеют единую суть – представление идеи, задачи, проблемы в таком виде, чтобы оно описывало ход решения или давало возможность разрешения ситуации. Определено, что это позволяет обучающимся переходить к изучению процесса создания научного знания, а не «поглощение» его результатов. Обозримость, воспринимаемость и интерпретируемость создают возможность когнитивного

анализа цифровой модели и получения нового знания на основе этого анализа.

В настоящем исследовании был проанализирован школьный материал учебников по физике и технологии всех классов различных авторов с целью выбора материала для создания натуральных 3D-моделей. По физике – учебники А. В. Перышкина (2013–2014 гг.); А. Е. Гуревича, Е. К. Страут (2013 г.); Г. Я. Мякишева, М. А. Петрова (2019 г.); В. А. Касьянова (2019–2020 гг.); А. В. Грачева (2019 г.) для 7–9 классов, 10–11 классов профильного обучения, базового обучения и углубленного обучения. По технологии были проанализированы учебники – В. М. Казакевич, Г. А. Молевой, В. Д. Симоненко, О. П. Огишина, Е. С. Глозмана для 5–7 классов (части 1 и 2), 8–9 классов и 10–11 классов. Мы обращали внимание на содержательную составляющую учебного материала с целью создания натуральной 3D-модели, у которой бы была

ВОЗМОЖНОСТЬ:

1) дополнительной визуализации рассказа учителя (например, модель Пизанской башни при рассказе учителя об опытах Галилея или модели разной формы и объема при обсуждении физических терминов: массы, объема вещества), то есть преобразование и совместное использование данных модели и информации о ней;

2) натурной визуализации для закрепления знаний (например, модель для демонстрации явления гидростатического парадокса);

3) разнообразной визуализации созданных моделей для реализации творческой деятельности учащихся (например, создание мебельного гарнитура или уникальной конструкции лестницы или кровли крыши);

4) систематизированной визуализации при завершении изучения какой-либо темы курса (например, модель системы передачи электроэнергии, начиная с электростанции и заканчивая потреблением в быту);

5) визуализации для поиска решения (при решении задач);

6) визуализации для организации и оценивания проектной деятельности учащихся (например, создание моделей уникальных мостов России с обсуждением их конструкции и принципов сооружения).

Они должны использоваться на уроках, и работа с ними должна быть направлена на формирование визуальной грамотности учащихся: получение информации от визуального объекта и использование ее в ре-

шении поставленной задачи, соотнесение визуальной информации с изучаемым материалом, развитие навыка критической визуализации, что означает применение навыков критического мышления к анализу изображений.

В ходе нашей работы мы провели анкетирование учителей физики и технологии общеобразовательных школ и определили их отношение, готовность и необходимость использования разнообразных моделей (особо выделяя натурные 3D-модели) на современном уроке в рамках классно-урочной системы.

Для определения возможности выбора моделей учителям было предложено заполнить таблицу. Перед заполнением таблицы нами были поставлены следующие условия: модели должны быть только для визуализации материала из учебника; не должны повторять наглядные или лабораторные пособия, уже имеющиеся в кабинете; желательно, чтобы выбранные модели не были составными, то есть необходимо было учесть технологию их создания и материал; можно было использовать учебники любых авторов, рекомендованных Министерством просвещения РФ.

Проведя анализ заполненных таблиц, мы определили, что большая часть учителей (82%) выбрала анимационные 3D-модели с образовательных порталов, 37% опрошенных предложили создавать сложные составные модели, 12% отметили использование 3D-ручки. Ответы по цели использования натуральных 3D-моделей распределились так: для демонстрации при изложении теоретического материала (100%) – для формирования понимания учащимися визуальной информации; для визуализации при решении задач (75%) и проведения измерений и расчетов при решении задач (83%) – для получения информации из визуального объекта и использования ее в решении задачи.

Полученные данные показали, что учителя готовы использовать 3D-модели на своих занятиях, но при достаточном обеспечении методическим материалом и готовыми 3D-моделями, создание своих моделей времязатратно и требует дополнительного освоения фаббер-технологии. Использование 3D-ручек оказалось более практичным и быстрым способом для вариативности и визуализации идей по достижению визуальной грамотности учащихся.

Таблица

№	Автор, название учебника	Класс	Название параграфа, номер страницы (материал для визуализации)	Цель, назначение визуализации	3D-модель для печати (рисунок, скриншот)
1	Технология В. М. Казакевич, Г. А. Молева, В. Д. Симоненко, О. П. Огишин, Е. С. Глозман	5–7 классы (части 1 и 2), 8–9 классы, 10–11 клас- сы	Обработка древе- сины	<i>Цель:</i> формирование предметных и мета-предметных компетенций у учащегося; исследование модели, интерпретация результата на реальный объект <i>Назначение:</i> для демонстрации и обсуждения при изучении теоретического материала: виды и свойства древесины, технология обработки, инструменты, области применения древесины; варианты обстановки дома, выбор стиля оформления, для создания макета дома с перспективной подключения «умного дома»	Кукольный гар- нитур (стул вен- ский, табурет венский, стол, ка- напе, кресло- качалка) Налич- ники, балясины, резная скамья. Элементы парке- та дворцов Крем- ля и Санкт- Петербурга
2	Физика А. В. Перышкин, 2013–2014 гг.; А. Е. Гуревич, Е. К. Страут, 2013 г.; Г. Я. Мя- кишев, М. А. Петрова, 2019 г.; В. А. Ка- сьянов, 2019– 2020 гг.; А. В. Грачев, 2019 г.	7–9 классы, 10–11 клас- сы, про- филь: базо- вый, углуб- ленный	Давление твердых тел, жидкостей и газов (гидроста- тический пара- докс)	<i>Цель:</i> формирование предметных и мета-предметных компетенций у учащегося; применение полученных знаний в новых условиях; оценивание параметров модели <i>Назначение:</i> для демонстрации и обсуждения при изучении теоретического материала и решения задачи; демонстрация гидростатического парадокса, можно провести эксперимент	Разной формы со- суды, но с одина- ковой площадью дна (давление бу- дет одинаково на дно)

В рамках исследования было проведено анкетирование «Натурные 3D-модели в учебном процессе по физике и технологии», в котором приняли участие 77 учителей из Екатеринбурга и Свердловской области.

Учителям было задано 18 вопросов – о возможности работы с фаббер-технологиями, использовании 3D-моделей в учебном процессе. Обработка результатов опроса проводилась по каждому варианту ответа и определялась в процентном отношении от общего числа опрошиваемых. Анализ результатов подтвердил наше предположение о желании и готовности учителей к использованию натуральных 3D-моделей для организации учебной деятельности учащихся. Все опрошиваемые отметили, что использование 3D-моделей возможно в течении

всего процесса обучения физике и технологии, целесообразно и как средство моделирования, конструирования для повышения уровня практико-ориентированной значимости изученного материала (100%) и сопоставления его с визуальной информацией (100%). Никто из опрошенных учителей не считает, что натурные модели, созданные на основе фаббер-технологий, формируют у учащихся неверное представление об изучаемом явлении (0%).

По мнению учителей, возможность моделирования, распечатки и использования на практике 3D-моделей ограничивается: отсутствием программного обеспечения (43%), недостаточной материальной базой (29%), недостаточными знаниями и отсутствием методических материалов (29%),

однако 14% учителей имеют возможность практического использования. Более половины учителей (57%) использует компьютер как средство для подготовки раздаточного материала и для демонстрации изучаемых явлений и процессов, недоступных при проведении натурального эксперимента.

На вопрос «Какие средства позволят повысить практикоориентированность и уровень усвоения материала учащимися?» 100% учителей отвечают, что это натурные 3D-модели, особенно при самостоятельном их выборе и создании, что позволяет реализовать межпредметные связи (например, поиск моделей из материалов истории, литературы, архитектуры, инженерных сооружений), визуализировать материал, организовать индивидуальную работу.

Сопоставление процентного отношения ответов, касающихся применения натуральных 3D-моделей на уроках, показало: учителя считают, что могут быть сформированы и оценены в процессе выполнения заданий на основе вышеуказанных моделей следующие умения: планирование и проведение моделирования, конструирования модели по изученной теме (57%), применение теоретического материала в новых условиях (представление условия заданий в объемной форме) (57%), измерение и расчеты физических величин (шаг резьбы, передаточное число, линейные размеры и др.) (43%), демонстрация универсальных умений (реализация межпредметных связей) (29%), адекватное отношение к модели и реальному объекту (29%) и определение границ применимости фаббер-технологий при создании моделей (29%). Отдельно отметим работу в команде при реализации проектной деятельности на основе фаббер-технологий (анализ и создание моделей разнообразных видов электро-

станций, передачи электрической энергии, создание инженерных конструкций: мосты, лестницы, купола зданий, здания сложной формы, кровли крыш, гарнитуры разных стилей и др.) – 100%. Отметим, что перечисленные умения составляют визуальную грамотность, их формирование обязательно при подготовке выпускников средних общеобразовательных учреждений в соответствии с ФГОС СО.

Одинаковое процентное значение получили варианты для визуализации условия и решения задач и использования при промежуточном контроле знаний (по 57%).

Следующим этапом исследования запланирован эксперимент по практическому применению созданных 3D-моделей при реализации учебной и проектной деятельности, с реализацией межпредметных связей.

Таким образом, в ходе нашей работы были определены 3D-модели, создающиеся на основе фаббер-технологий, после анализа учебного материала школьных учебников по физике и технологии. Модели выбраны для использования во время урока в рамках изучения теоретического материала или при решении практических задач. Анализ научных исследований подтвердил, что использование натуральных 3D-моделей способствует формированию визуальной грамотности учащихся. Обозначены возможности моделей: визуальное исследование модели (рассмотрение, получение информации); интерпретация полученного результата рассмотрения (эксперимента) на реальные объекты, теоретический материал; применение полученных знаний в новых условиях; оценивание параметров модели; проведение анализа соответствия модели и моделируемого объекта или процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аранова, С. В. Интеллектуально-графическая культура визуализации учебной информации в контексте модернизации общего образования / С. В. Аранова // Вестник Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета. – 2017. – № 5. – С. 9-16.
2. Вербицкий, А. А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход / А. А. Вербицкий. – Москва : Высш. шк., 1991. – 207 с.
3. Зенкин, А. А. Когнитивная компьютерная графика / А. А. Зенкин ; ред. Д. А. Поспелов. – М. : Наука, 1991. – С. 192.
4. Кошечева, Е. С. Когнитивная графика цифровых образовательных моделей / Е. С. Кошечева, Е. П. Матвеева // Современное образование и педагогическое наследие академика А. В. Усовой : сборник материалов международной научно-практической конференции, Челябинск 4–5 окт. 2021 г. : в 2-х ч. Ч. 1 / под ред. О. Р. Шефер и И. И. Беспаль. – Челябинск : Край Ра, 2021. – С. 201-205.
5. Лапшева, Е. Е. Развитие визуальной грамотности обучаемых средствами информационно-коммуникативных технологий / Е. Е. Лапшева, М. В. Храмова // Психолого-педагогический журнал Гаудеамус. – 2011. – № 2 (18).
6. Манько, Н. Н. Когнитивная визуализация дидактических объектов в активизации учебной деятельности / Н. Н. Манько // Известия Алтайского государственного университета. – 2009. – № 2. – С. 22-28.
7. Манько, Н. Н. Проективная визуализация дидактических объектов – детерминант развития обучающегося / Н. Н. Манько // Образование и наука. – 2013. – № 6. – С. 91-106.
8. Рапуто, А. Г. Визуализация как неотъемлемая составляющая процесса обучения преподавателей / А. Г. Рапуто // Международный журнал экспериментального образования. – 2010. – № 5. – С. 138-141.
9. Роберт, И. В. Информатизация образования как новая область педагогического знания / И. В. Роберт // Человек и образование. – 2012. – № 1 (30). – С. 14-18.

10. Чебанов, С. В. Когнитивная графика как способ изображения идей / С. В. Чебанов. – Текст : электронный // МЕТОД: Московский ежегодник трудов из обществоведческих дисциплин : сб. науч. тр. Вып. 10: Вслед за Декартом. Идеальная чистота и материальная основа мышления, познания и научных методов / РАН. ИНИОН. Центр перспект. методологий социал. и гуманит. исслед. ; ред. кол.: М. В. Ильин (гл. ред.) [и др.]. – М., 2020. – С. 309-376. – URL: <http://www.doi.org/10.31249/metod/2020.10.16>.
11. Черняк, Л. Открытые системы / Л. Черняк. – Текст : электронный // СУБД. – 2013. – № 05. – URL: <https://www.osp.ru/os/2013/05/13036001>.
12. Brill, J. M. Visual literacy defined: the results of a Delphi study: can IVLA (operationally) define visual literacy? / J. M. Brill, D. Kim, R. M. Branch // *Journal of Visual Literacy*. – 2007. – № 27 (1). – P. 47-60.
13. Debes, J. The Loom of Visual Literacy: An Overview / J. Debes // *Audiovisual Instruction*. – 1969. – No. 74 (8). – P. 25-27.
14. Judelman, G. Knowledge Visualization. Problems and Principles for Mapping the Knowledge Space : M. Sc. Thesis / G. Judelman. – 2004.
15. Lindelani, E. Mnguni. The theoretical cognitive process of visualization for science education / E Mnguni Lindelani // *BMS: SpringerPlus*. – 2014. – No. 3. – P. 184. – URL: <http://www.springerplus.com/content/3/1/184>.
16. Schraw, G. Promoting general metacognitive awareness / G. Schraw // *Instructional Science*. – 1998. – Vol. 26, No. 1. – P. 113-125.
17. Stokes, S. Visual literacy in teaching and learning: a literature perspective / S. Stokes // *Electronic Journal for the integration of Technology in Education*. – 2002. – № 1 (1). – P. 10-19.
18. Zins, C. Conceptual approaches for defining data, information, and knowledge / C. Zins // *Journal of the American Society for Information Science and Technology*. – 2007. – Vol. 58, No. 4. – P. 479-493.

REFERENCES

1. Aranova, S. V. (2017). Intellektual'no-graficheskaya kul'tura vizualizatsii uchebnoi informatsii v kontekste modernizatsii obshchego obrazovaniya [Intellectual-Graphic Culture of Visualization of Educational Information in the Context of Modernization of General Education]. In *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo gumanitarno-pedagogicheskogo universiteta*. No. 5, pp. 9-16.
2. Verbitsky, A. A. (1991). *Aktivnoe obuchenie v vysshei shkole: kontekstnyi podkhod* [Active Learning in Higher Education: A Contextual Approach]. Moscow, Vysshaya shkola. 207 p.
3. Zenkin, A. A. (1991). *Kognitivnaya kompyuternaya grafika* [Cognitive Computer Graphics] / ed. by D. A. Pospelov. Moscow, Nauka, p. 192.
4. Koshcheeva, E. S., Matveeva, E. P. (2021). Kognitivnaya grafika tsifrovyykh obrazovatel'nykh modelei [Cognitive Graphics of Digital Educational Models]. In Shefer, O. R., Bepal, I. I. (Eds.). *Sovremennoe obrazovanie i pedagogicheskoe nasledie akademika A. V. Usovoi: sbornik materialov mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Chelyabinsk 4–5 okt. 2021 g., in 2 parts. Part 1*. Chelyabinsk, Krai Ra, pp. 201-205.
5. Lapsheva, E. E., Khramova, M. V. (2011). Razvitie vizual'noi gramotnosti obuchaemykh sredstvami informatsionno-kommunikativnykh tekhnologii [Development of Visual Literacy of Students by Means of Information and Communication Technologies]. In *Psikhologo-pedagogicheskii zhurnal Gaudeamus*. No. 2 (18).
6. Manko, N. N. (2009). Kognitivnaya vizualizatsiya didakticheskikh ob'ektov v aktivizatsii uchebnoi deyatel'nosti [Cognitive Visualization of Didactic Objects in the Activation of Educational Activities]. In *Izvestiya Altaiskogo gosudarstvennogo universiteta*. No. 2, pp. 22-28.
7. Manko, N. N. (2013). Proektivnaya vizualizatsiya didakticheskikh ob'ektov – determinant razvitiya obuchayushchegosya [Projective Visualization of Didactic Objects Is a Determinant of Student Development]. In *Obrazovanie i nauka*. No. 6, pp. 91-106.
8. Raputo, A. G. (2010). Vizualizatsiya kak neot'emlemaya sostavlyayushchaya protsessa obucheniya prepodavatelei [Visualization as an Integral Part of the Teacher Training Process]. In *Mezhdunarodnyi zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya*. No. 5, pp. 138-141.
9. Robert, I. V. (2012). Informatizatsiya obrazovaniya kak novaya oblast' pedagogicheskogo znaniya [Informatization of Education as a New Area of Pedagogical Knowledge]. In *Chelovek i obrazovanie*. No. 1 (30), pp. 14-18.
10. Chebanov, S. V. (2020). Kognitivnaya grafika kak sposob izobrazheniya idei [Cognitive Graphics as a Way to Represent an Idea]. In Il'in, M. V. et al. (Eds.). *METOD: Moskovskii ezhegodnik trudov iz obshchestvovedcheskikh distsiplin: sb. nauch. tr. Issue 10: Vслед за Dekartom. Ideal'naya chistota i material'naya osnova myshleniya, poznaniya i nauchnykh metodov*. Moscow, pp. 309-376. URL: <http://www.doi.org/10.31249/metod/2020.10.16>.
11. Chernyak, L. (2013). Otkrytye sistemy [Open Systems]. In *SUBD*. No. 05. URL: <https://www.osp.ru/os/2013/05/13036001>.
12. Brill, J. M., Kim, D., Branch, R. M. (2007). Visual Literacy Defined: The Results of a Delphi Study: Can IVLA (Operationally) Define Visual Literacy? In *Journal of Visual Literacy*. No. 27 (1), pp. 47-60.
13. Debes, J. (1969). The Loom of Visual Literacy: An Overview. In *Audiovisual Instruction*. No. 74 (8), pp. 25-27.
14. Judelman, G. (2004). *Knowledge Visualization. Problems and Principles for Mapping the Knowledge Space: M. Sc. Thesis*.
15. Lindelani, E. Mnguni. (2014). The Theoretical Cognitive Process of Visualization for Science Education. In *BMS: SpringerPlus*. No. 3, p. 184. URL: <http://www.springerplus.com/content/3/1/184>.
16. Schraw, G. (1998). Promoting General Metacognitive Awareness. In *Instructional Science*. Vol. 26. No. 1, pp. 113-125.
17. Stokes, S. (2002). Visual Literacy in Teaching and Learning: A Literature Perspective. In *Electronic Journal for the integration of Technology in Education*. No. 1 (1), pp. 10-19.
18. Zins, C. (2007). Conceptual Approaches for Defining Data, Information, and Knowledge. In *Journal of the American Society for Information Science and Technology*. Vol. 58. No. 4, pp. 479-493.