

ИНТЕРАКТИВНОЕ ЭЛЕКТРОННОЕ ПОСОБИЕ КАК МОДУЛЬНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ УЧЕБНОЙ ИНФОРМАЦИИ В СРЕДНЕЙ И ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

Иванова Ольга Владимировна,

доцент кафедры высшей математики Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева, кандидат педагогических наук, доцент, Москва, e-mail: oviwa75@mail.ru

Муравьёва Инна Игоревна,

магистрант факультета математики и компьютерных наук Кубанского государственного университета, г. Краснодар, e-mail: innatimuraviova@mail.ru

РАССМОТРЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ НА ОСНОВЕ ПРОЦЕССА МОДУЛЬНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ. ПОЯСНЕНИЕ ПОНЯТИЙ «МОДУЛЬНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ», «ВИЗУАЛЬНОЕ ОБУЧЕНИЕ», А ТАКЖЕ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ ВИЗУАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ, ИНТЕРАКТИВНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. ПРИМЕРЫ ИНТЕРАКТИВНЫХ ЗАНЯТИЙ В SMART NOTEBOOK, КОТОРЫЕ ЗАКЛЮЧАЮТ В СЕБЕ ВСЕ ВЫЯВЛЕННЫЕ АВТОРОМ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ВИЗУАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ.

- модульная визуализация • математика • интерактивные компьютерные технологии
- визуальное обучение • визуальное мышление • SMART Notebook • электронное пособие
- интерактивные занятия

В век информационных технологий неотъемлемой частью современной системы образования являются электронные образовательные ресурсы (ЭОР). А в современных условиях — в условиях пандемии (отсутствие аудиторных занятий на неопределённый срок) ЭОР — первое, необходимое, востребованное средство в образовании как в высшей, так и в средней школе.

Часто на практике ЭОР рассматриваются достаточно широко: или элементарный информационный объект, или инновационная конструктивная среда, или электронный учебник. Согласно ГОСТ Р 52653–2006, электронный образовательный ресурс — образовательный ресурс, представленный в электронно-цифровой форме и включающий в себя структуру, предметное содержание и метаданные о них [6]. Все виды ЭОР мы представили в виде схемы (рис. 1).

Согласно единым требованиям к ЭОР [6], электронный образовательный ресурс, который «обладает развитой интерактивностью и мультимедийностью, называют интерактивным образовательным модулем»,

что часто педагоги называют интерактивным электронным пособием (интерактивным пособием, электронным пособием) (далее ЭП). К числу основных показателей качества ЭП относятся:

- содержательные характеристики — свойства, которые определяют качество, достаточность материала, а также методически правильно изложенный учебный материал;
- интерактивность — свойство, определяющее характер и степень взаимодействия пользователя с элементами ЭП;
- мультимедийность — свойство, определяющее количество и качество форм представления информации, используемых в ЭП;
- модифицируемость — свойство, определяющее возможность и сложность внесения изменений в содержание и программные решения ЭП.

Электронное пособие как вид электронного образовательного ресурса создаётся и реализуется с помощью интерактивных компьютерных технологий. Под интерактивными

компьютерными технологиями подразумеваем совокупность приёмов и методов современных педагогических технологий и средств, основанных на использовании компьютерной техники, обеспечивающих взаимодействие учащегося с интегрированной образовательной средой, для приобретения новых знаний, умений и навыков, с целью повышения эффективности обучения.

Понятие «Интерактивные компьютерные технологии» мы отразили в виде следующей формулы: дидактические материалы + компьютерные программы + технические устройства = интерактивные компьютерные технологии [7]. Поясним кратко составляющие этой формулы:

- дидактические материалы — различные наглядные учебные пособия: крупномодульные опоры (схемы, таблицы), интеллект-карты, а также какие-либо тестовые задания, сборники задач и упражнений, словари, справочники и др.;
- компьютерные программы — прикладное программное обеспечение, позволяющее подготовить и оформить дидактические материалы в цифровом виде;
- технические устройства — интерактивная доска, интерактивные планшеты, системы интерактивного голосования [8].

В зарубежных педагогических исследованиях компьютерные технологии в образова-

тельном процессе также являются средством повышения эффективности обучения [1].

Поскольку в современных условиях мы вынуждены проводить занятия по математическим дисциплинам только дистанционно, то необходимо обратить внимание на процесс визуализации математической информации, играющей важную связующую роль между развитием визуального канала восприятия информации и когнитивной функции наглядности. Понятие визуализации имеет множество значений, в рамках данной статьи раскроем данное понятие применительно к преподаванию математики.

Под понятием визуализации (от лат. visual — зрительный) зачастую педагоги воспринимают процесс преобразования информации в зрительно воспринимаемую форму: диаграмму, график, рисунок, схему, таблицу. Но «такое понимание визуализации предполагает минимальную мыслительную и познавательную активность обучающихся, а визуальные дидактические средства выполняют лишь иллюстративную функцию» [12]. М.А. Чошанов под визуализацией понимает процесс свёртывания мыслительных содержаний в крупномодульную образно-графическую наглядность, данное понятие он называл ещё «техникой проблемного модулирования». Отметим, что есть исследования, в которых визуализацию учебной информации определяют через её сгущение [3].

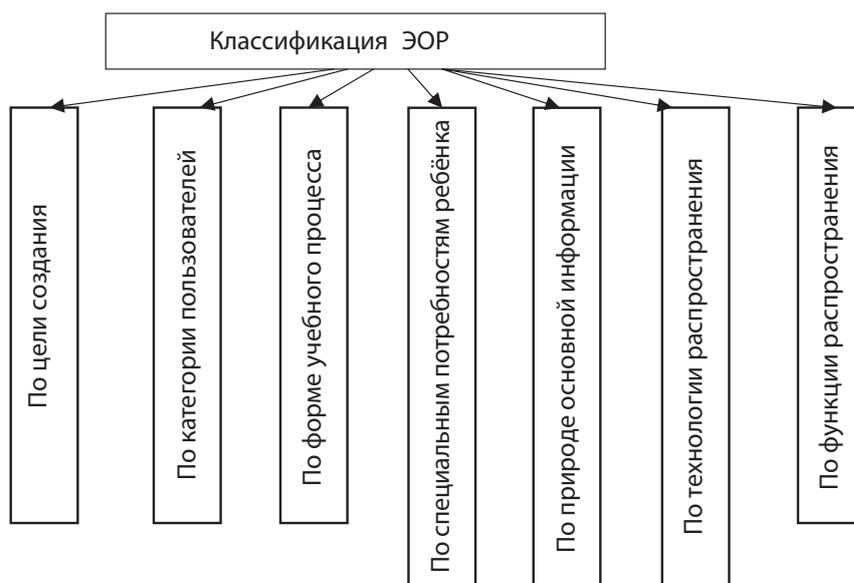


Рис. 1. Классификация ЭОР

Итак, под визуализацией учебной информации будем понимать упорядочивание, структурирование достаточно большого объёма информации в наглядный легко читаемый и запоминаемый образ, крупномодульную опору, при чтении которых разворачивается вся свёрнутая в них информация, затрагивая при этом активную работу мышления. Средствами визуализации являются различные крупномодульные опоры: таблицы, схемы; интерактивные интеллект-карты, интерактивные граф-схемы. Все эти визуальные средства представляют собой электронные образовательные ресурсы с визуальным представлением учебной информации в виде крупномодульных опор с гиперссылками на определения понятий, выводы формул или доказательства теорем, на задачи. Таким образом, под визуальным обучением будем понимать обучение с использованием средств визуализации, объединённых в одну единую информационную магистраль, отражающую основное содержание определённой темы, модуля конкретной учебной дисциплины. Современной интерактивной формой визуального обучения в высшей и средней школе, в которой используются все выше указанные средства визуализации, является ЭП.

Ссылаясь на исследования В.А. Далингера [4] в области когнитивно-визуальной методики, выделим некоторые необходимые составляющие визуального обучения математике:

- использование средств визуализации;
- включение специально разработанных визуализированных задач;
- применение визуализированных доказательств теорем, задач или вывод формул;
- добавление визуализированных исторических фактов, ассоциаций и стереотипов;
- внедрение интерактивных компьютерных технологий;
- конструирование визуальной учебной среды.

Указанные составляющие визуального обучения уместно уложились в ЭП:

- интерактивная доска или платформа для дистанционного проведения занятий;

- таблица — главное средство визуализации доказательства теоремы;
- блок-схема — визуальная стратегия решения математических задач;
- drag and drop (с англ. яз. — тащи и бросай) — основной способ оперирования при решении визуализированных задач и выводе формул;
- гиперссылка — основной элемент навигации содержания обучения;
- сохранение записей в видеоформате (.avi) на доске (или средствами платформы для дистанционного проведения занятий) во время объяснений как возможность визуального повторения изложенной информации в любое время;
- автоматизированный контроль и самоконтроль знаний изучаемого материала.

Электронное пособие как интерактивная форма организации визуального обучения математике осуществляется средствами технического устройства интерактивной доски, в современных (вынужденных) условиях — любыми платформами для дистанционной работы: Zoom, Discord, Google Meet, Microsoft Meet, Skype, а технология построения ЭП как электронного образовательного ресурса осуществляется средствами программного обеспечения SMART Notebook интерактивной доски SMART Board с использованием графических редакторов, приложений Microsoft Office, браузеров. Заметим, что значений понятия SMART в настоящее время существует достаточно много, коснёмся лишь трактовок, близких к образовательному процессу. С одной стороны, SMART — английское слово, означающее «умный», а с другой стороны, SMART — акроним, который появился в 1965 г., с 1981 г. указанный термин прочно закрепился в ментальном пространстве. Технологию построения ЭП можно представить в виде схемы (рис. 2).

Поясним каждый компонент, представленный на схеме, примерами из составленного ЭП по теории вероятностей.

1. Отбор и классификация учебной информации. Задаётся тема занятия, ставятся цели, составляется план. В содержании ЭП по математическим дисциплинам обязательно наличие доказательств, исторических фактов, примеры решённых математических задач, вопросы для подведения итогов занятия.

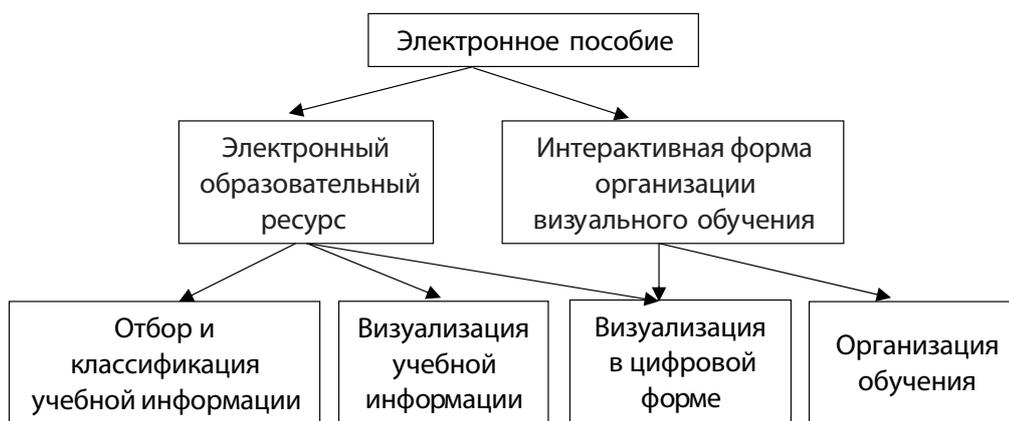


Рис. 2. Модель технологии ЭП

2. Визуализация учебной информации. Этот компонент построения ЭП считаем сложным из-за самого процесса визуализации: упорядочивания текстовой информации в наглядный легко читаемый и запоминаемый образ, крупномодульную опору. Необходимо визуализировать заготовленные по теме математические задачи, описать визуальную стратегию решения математических задач средствами блок-схемы, продумать визуальное доказательство теоремы или формулы. Исторические сведения визуализировать такими средствами наглядности, как схемы, фотографии, рисунки, картинки, стрелки, условные обозначения, ассоциативные образы. Трансформировать заготовленные вопросы для итога занятия в форме тестовых

заданий средствами встроенной коллекции LAT программы SMART Notebook, используя шаблоны.

3. Визуализация в цифровой форме. Программное обеспечение SMART Notebook удовлетворяет принципу открытой системы созданий ЭОР, так как для работы в данном ПО достаточно обладать элементарными навыками работы в приложениях Microsoft Office. Визуализацию учебной информации в цифровой форме представим на конкретных примерах из нашего ЭП (рис. 3–6).

На рисунке 3 представлена математическая задача по комбинаторике для шестого класса: «Сколькими способами можно выбрать



Рис. 3. Пример визуализированной задачи по комбинаторике для учащихся шестого класса

двух дежурных из четырёх учащихся так, чтобы один из них был старшим дежурным?» [9] Визуализируя эту задачу так, как показано на рисунке, её можно дать и учащимся помладше, так как учащиеся конструируют визуальное решение, перетаскивая объекты на доске. Затем учитель может предложить учащимся построить дерево возможностей, взяв за вершины первые буквы имён детей. Это наглядный пример перехода от практической задачи к моделированию.

На рисунке 4 представлена задача на классификацию событий: совместные и несовместные, используя конструкторы Activities встроенной коллекции LAT (Lesson Activity Toolkit). На экране доски представлены шесть элементарных событий:

1. Сыграна партия в шахматы Катей и Славой. Катя выиграла. Слава проиграл.
2. Сыграна партия в шахматы Катей и Славой. Катя проиграла. Слава проиграл.
3. При бросании игральной кости на верхней грани оказалось 6 очков и чётное число очков.
4. При бросании игральной кости на верхней грани оказалось 6 очков и 5 очков.
6. На одной костяшке домино оказалось одно число больше трёх, а другое число 5.
7. На одной костяшке домино оказалось одно число не больше шести, а другое больше шести.

Перетаскивая эти события в одну из двух групп (совместные и несовместные) и нажимая Check (проверить), ученик сразу же получает проверку своих действий. Минус этого конструктора Sort-text в том, что в заготовленных ячейках видно одно слово не более 11 символов, а всё предложение можно увидеть, нажав на ячейку (как бегущая строка).

На рисунке 5 представлен пример визуализации доказательства теоремы «Число A_m^k , всех k -размещений из множества M с m элементами равно числу $m \cdot (m - 1) \cdot \dots \cdot (m - k + 1)$ », оформленное в виде таблицы. В правой части таблицы представлена задача, в левой части — формулировка теоремы и её доказательство, шаги которого открываются постепенно с помощью основного способа оперирования интерактивной доски Drag and drop. В пустые окошки вписываются маркером некоторые необходимые пояснения. Такую теорему средствами визуализации можно предлагать и школьникам.

На рисунке 6 представлена визуальная стратегия решения комбинаторных задач в виде блок-схемы. Пустые блоки заполняются путём перемещения заготовленных утверждений и формул. Опыт создания блок-схем как обучающей стратегии решения задач по теории вероятностей (элементы комбинаторики являются составляющей

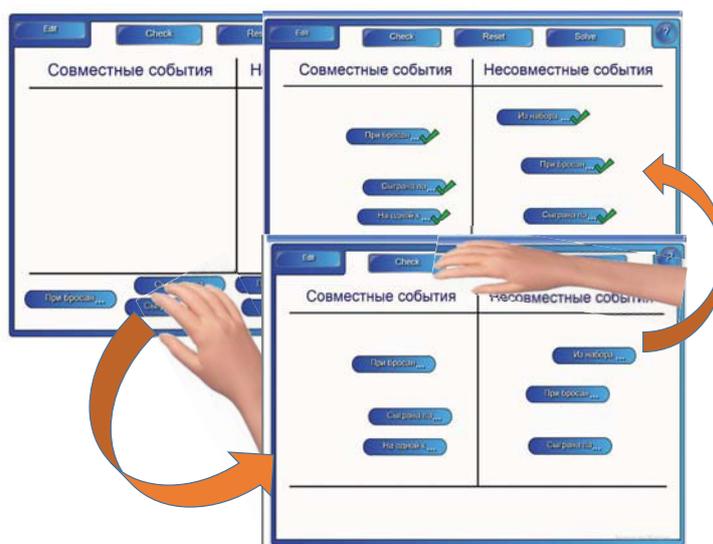


Рис. 4. Пример визуализированной задачи на классификацию совместных и несовместных событий с автоматизированной проверкой

**Комбинаторные соединения:
перестановки, размещения, сочетания**

21 Дальше В оглавление лекции

Теорема	Задача															
<p>Число A_m^k всех k-размещений из множества M с m элементами равно числу</p> $m \cdot (m-1) \cdot \dots \cdot (m-k+1)$																
Доказательство	Решение															
<p>1. Пусть дано множество $M = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$. Требуется определить число различных слов $x_1 x_2 \dots x_k$, где x_i – все различные буквы.</p> <p>2. Итак, у нас всего k мест и m букв, $k < m$. Первую букву x_1 для m-буквенного слова можно выбрать m способами, то есть m раз. Одну букву уже выбрали, значит вторую букву x_2 можно выбрать $m-1$ раз и т.д.:</p> <table border="1" style="margin-left: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr><td>x_1</td><td>-</td><td>раз</td></tr> <tr><td>x_2</td><td>-</td><td>раз</td></tr> <tr><td>x_3</td><td>-</td><td>раз</td></tr> <tr><td>...</td><td>...</td><td>...</td></tr> <tr><td>x_k</td><td>-</td><td>раз</td></tr> </table>	x_1	-	раз	x_2	-	раз	x_3	-	раз	x_k	-	раз	<p>2. [] [] [] [] - четырехбуквенное слово. Первую букву – букву можно выбрать 6 способами, вторую – пятью способами, так как один элемент из шести букв – 4</p>
x_1	-	раз														
x_2	-	раз														
x_3	-	раз														
...														
x_k	-	раз														
	<p>4. Таким образом, количество четырехбуквенных различных слов из шестизначного множества равно</p> <p style="color: red; font-size: 1.2em; text-align: center;">360</p>															

Рис. 5. Визуальное доказательство теоремы о числе размещений без повторов

частью элементов теории вероятностей) позволил сформулировать ряд общих принципов их конструирования.

1. Анализ математических задач по одной конкретной математической теме или разделу (что дано, что найти).

2. Составление плана решения математических задач по одной конкретной математической теме или разделу.

3. Выявление основных общих шагов решения математических задач по одной конкретной математической теме или разделу.

Алгоритм решения комбинаторных задач

24 Дальше В оглавление лекции

Упорядочивание всех элементов множества B Определить число элементов исходного множества B Построение k -элементного подмножества из элементов множества B Элементы повторяются

Порядок важен Да Нет $P_{(m)} = m!$ $P_{(m)} = \frac{m!}{m_1! m_2! \dots m_k!}$, где $m = m_1 + m_2 + \dots + m_k$ $A_m^k = \frac{m!}{(m-k)!}$ $C_m^k = \frac{m!}{k!(m-k)!}$ $C_m^k = \frac{(m+k-1)!}{k!(m-1)!}$ $A_m^k = m^k$

Рис. 5. Визуальное доказательство теоремы о числе размещений без повторов

4. Отражение отличительных особенностей решения математических задач по одной конкретной математической теме или разделу.
5. Фиксирование: основных общих шагов в прямоугольнике-блоке, отличительных особенностей в ромбе-блоке, итога задачи в параллелограмме-блоке.

4. Организация обучения. Организация обучения была осуществлена как в аудитории в 2019 г., так и дистанционно в 2020 г. Поясним особенности проведения аудиторных и дистанционных занятий: 1) занятия проводятся в аудитории с подключённым проекционным оборудованием, интерактивной доской, запуска ЭП. Начинается занятие, лекция с калибровки экрана (пункт «Ориентация»), которая необходима для настройки точного прикосновения к интерактивной доске. Затем включается запись всех действий на доске для создания видеофайла; 2) занятие проводится дистанционно с подключённым ЭП с включённой платформой дистанционных конференций, например Zoom. Все учащиеся к этому времени получили ссылку на дистанционное занятие. Начинается занятие с включением демонстрации экрана преподавателя. Перед занятием включается её запись в облако (такая функция в Zoom позволяет учащимся после занятия зайти в облако и ещё раз прослушать записанное занятие). Во время занятия любой учащийся может комментировать записи на доске: подчёркивая непонятные записи, могут также и писать на экране, все комментируемые действия сохраняются.

При создании ЭП в SMART Notebook мы отметили основные практические достоинства для педагога: 1) начинать создавать ЭП можно с малого, в начале разработать одно задание, потом поработать с коллекций, далее составить набор заданий для объяснения нового материала, в итоге получается уже визуализация одного конкретной темы (модуля, раздела); 2) SMART Notebook позволяет хранить все созданные материалы, их можно дорабатывать, совершенствовать. Сегодня существует уже много версий SMART Notebook, и материалы, созданные в прошлых версиях, доступны в новых версиях; 3) при создании гиперссылок, рисунков, заданий с автоматизированными ответами не нужны знания языков программирования, достаточно лишь рабо-

тать с конструкторами и наполнить их информацией; 4) создавая видеоурок (с наличием веб-камерой), достаточно нажать одну кнопку. Урок запишется в видеоформате, который можно затем просмотреть на любом электронном носителе.

После проведения занятий с созданным ЭП в SMART Notebook на основе полученных данных анкетирования и наблюдений мы отметили много положительных факторов у учащихся, в частности в развитии визуального мышления:

- 1) учащиеся осознанно работали со всеми средствами визуального представления учебной информации, сами старались преобразовывать информацию в крупномодульные опоры для лучшего понимания и запоминания;
- 2) при решении задач хорошо проявляется интеграция образной и логической, вербальной и невербальной памяти;
- 3) использование интерактивных занятий в большей степени способствует осмысленному изучению, а не формальному заучиванию;
- 4) схематичное и табличное представление математической информации способствуют лучшему пониманию и запоминанию, такие формы представления учебной информации учащиеся готовы использовать и в других дисциплинах;
- 5) возможность видеозаписи таких занятий также была оценена учащимися положительно, так как в любое удобное время они могли заново просмотреть и прослушать учебную информацию;
- 6) все осмысленно воспринимали учебную информацию, владели визуальной стратегией решения математических задач. □

Литература

1. Бочамп Г., Паркинсон Дж. После вау-эффекта: развитие интерактивности с интерактивной доской. // *School Science Review*. — 2005. — Т. 86. — № 316. — С. 97–103.
2. Гловер Д., Миллер Д., Аверис Д., Дор В. Интерактивная доска: обзор литературы // *Technology, Pedagogy and Education*. — 2005. — № 2. — С. 155–170.
3. Грушевский С.П., Иванова О.В., Остапенко А.А. Модульная визуализация

- учебной информации в профессиональном образовании: монография. — М.: НИИ школьных технологий, 2017. — 200 с.
4. *Далингер В.А.* Теоретические основы когнитивно-визуального подхода к обучению математике: монография. — Омск: Изд-во ОмГПУ, 2006. — 144 с.
 5. *Достал Й.* Размышления об использовании интерактивных досок в преподавании в международном контексте. // *The New Educational Review*. — 2011. — Т. 25. — № 3. — С. 205–220.
 6. Единые требования к электронным образовательным ресурсам. URL: <http://kpfu.ru/docs/F939875832/et.pdf> (дата обращения: 20.04.2020)
 7. *Иванова О.В.* Скрайбинг как средство модульной визуализации при обучении математическим дисциплинам в средней и высшей школе // *Школьные технологии*. — 2018. — № 4. — С. 72–77.
 8. *Иванова О.В.* Формирование профессиональных умений работы с интерактивной доской // *Педагогика*. — 2018. — № 12. — С. 54–60.
 9. *Иванова О.В., Деева С.А., Скарбич С.Н.* Интерактивные компьютерные технологии SMART в формировании элементов стохастической культуры школьников // *Информатика и образование*. — 2015. — № 4 (263). — С. 22–26.
 10. *Кинг И.С., Киншук, Нина-Чинг Чен Н.С.* Интерактивная видеолекция как эффективная форма организации обучения и понимания // *Computers & Education*. — 2017. — № 117. — С. 116–131.
 11. *Морелл Т.* Компетентность в области чтения мультимедийных лекций // *System*. — 2018. — № 77. — С. 70–79.
 12. *Трухан И.А., Трухан Д.А.* Визуализация учебной информации в обучении математике, её значение и роль // *Успехи современного естествознания*. — 2013. — № 10. — С. 113–115. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20161681> <https://elibrary.ru/item.asp?id=20161681>
 2. *Glover D., Miller D., Averis D., Dor V.* Interaktivnaya doska: obzor literatury // *Technology, Pedagogy and Education*. — 2005. — № 2. — С. 155–170.
 3. *Grushevskiy S.P., Ivanova O.V., Ostapenko A.A.* Modul'naya vizualizatsiya uchebnoy informatsii v professional'nom obrazovanii: monografiya. — М.: НИИ школьных технологий, 2017. — 200 с.
 4. *Dalinger V.A.* Teoreticheskiye osnovy kognitivno-vizual'nogo podkhoda k obucheniyu matematike: monografiya. — Омск: Изд-во ОмГПУ, 2006. — 144 с.
 5. *Dostal Y.* Razmyshleniya ob ispol'zovanii interaktivnykh dosok v prepodavanii v mezhdunarodnom kontekste. // *The New Educational Review*. — 2011. — Т. 25. — № 3. — С. 205–220.
 6. Yedinyye trebovaniya k elektronnyim obrazovatel'nym resursam. URL: <http://kpfu.ru/docs/F939875832/et.pdf> (data obrashcheniya: 20.04.2020)
 7. *Ivanova O.V.* Skraybing kak sredstvo modul'noy vizualizatsii pri obuchenii matematicheskimi distsiplinami v sredney i vyshey shkole // *Shkol'nyye tekhnologii*. — 2018. — № 4. — С. 72–77.
 8. *Ivanova O.V.* Formirovaniye professional'nykh umeniy raboty s interaktivnoy doskoy // *Pedagogika*. — 2018. — № 12. — С. 54–60.
 9. *Ivanova O.V., Deyeva S.A., Skarbich S.N.* Interaktivnyye komp'yuternyye tekhnologii SMART v formirovanii elementov stokhasticheskoy kul'tury shkol'nikov // *Informatika i obrazovaniye*. — 2015. — № 4 (263). — С. 22–26.
 10. *King I.C., Kinshuk, Nina-Ching Chen N.S.* Interaktivnaya videolektsiya kak effektivnaya forma organizatsii obucheniya i ponimaniya // *Computers & Education*. — 2017. — № 117. — С. 116–131.
 11. *Morell T.* Kompetentnost' v oblasti chteniya mul'timediynykh lektsiy // *System*. — 2018. — № 77. — С. 70–79.
 12. *Trukhan I.A., Trukhan D.A.* Vizualizatsiya uchebnoy informatsii v obuchenii matematike, yeyo znacheneye i rol' // *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya*. — 2013. — № 10. — С. 113–115. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20161681> <https://elibrary.ru/item.asp?id=20161681>

Literatura

1. *Bochamp G., Parkinson Dzh.* Posle vau-effekta: razvitiye interaktivnosti s interaktivnoy doskoy. // *School Science Review*. — 2005. — Т. 86. — № 316. — С. 97–103.