

DOI: 10.32517/2221-1993-2022-21-5-59-64

О. В. Панишева

Луганский государственный педагогический университет, г. Луганск, Луганская Народная Республика, Россия

НАГЛЯДНЫЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ В УСЛОВИЯХ КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

Аннотация

В статье описываются изменения, которые произошли в связи с процессом создания и использования наглядных пособий для обучения математике в эпоху компьютеризации образования. Основное новообразование — превращение статической наглядности в динамическую. Возросшая за годы компьютеризации образования компьютерная грамотность школьников делает возможным участие в создании наглядных пособий не только педагогов, но и самих обучающихся. В статье сделан акцент на достоинствах и недостатках средств наглядности, появившихся в компьютерную эпоху. Возможности компьютерной наглядности позволяют визуализировать учебный материал не только в офлайн-, но и в онлайн-режиме обучения. Кратко описываются платформы для создания виртуальной наглядности для уроков математики. Пока дорогая, но популярная и вызывающая интерес у школьников технология дополненной реальности может претендовать на одно из основных средств создания наглядных пособий в будущем.

Ключевые слова: наглядные пособия, наглядность, визуализация, математика, компьютеризация образования, дистанционное обучение, динамическая наглядность, наглядное моделирование, дополненная реальность.

1. Введение

Принцип наглядности является одним из основных принципов обучения, с него началось построение дидактики как науки. Его необходимость обосновывается диалектикой перехода от чувственного восприятия к абстрактному мышлению в процессе познания. В соответствии с принципом наглядности обучение строится на конкретных образах, непосредственно воспринимаемых обучающимися [2]. Наглядность в математике позволяет формировать и развивать образное, абстрактное, визуальное, пространственное мышление учащихся, что облегчает им задачу восприятия, понимания, осмысления и усвоения порой непростого учебного материала.

Проблеме наглядности, принципу наглядности в обучении уделялось большое внимание в работах

В. Г. Болтянского, М. Б. Воловича, С. Д. Смирнова, Л. М. Фридмана и др.

Наглядность в педагогических исследованиях трактуется по-разному: как иллюстрация устного изложения материала учителем, как средство познавательной деятельности, как форма представления учебного материала, как свойство учебных моделей, как дидактический принцип. *Говоря о наглядности, мы будем иметь в виду средства обучения, с помощью которых реализуется дидактический принцип наглядного обучения, учебную модель, отражающую существенные черты некоторого явления, т. е. в основном это наглядные пособия, которые способствуют правильному переходу мысли ученика от конкретного к абстрактному, делают обучение более доступным, конкретным и интересным, развивают наблюдательность и мышление [2].*

Контактная информация

Панишева Ольга Викторовна, канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры высшей математики и методики преподавания математики, Луганский государственный педагогический университет, г. Луганск, Луганская Народная Республика, Россия; *адрес:* 91011, Россия, Луганская Народная Республика, г. Луганск, ул. Оборонная, д. 2; *e-mail:* Panisheva-ov@mail.ru

O. V. Panisheva

Lugansk State Pedagogical University, Lugansk, Lugansk People Republic, Russia

VISUAL TOOLS FOR TEACHING MATHEMATICS IN CONDITIONS OF COMPUTERIZATION OF EDUCATION

Abstract

The article describes the changes that have taken place in connection with the process of creating and using visual aids for teaching mathematics in the era of computerization of education. The main new formation is the transformation of static visibility into dynamic. The computer literacy of schoolchildren, which has grown over the years of computerization of education, makes it possible for not only teachers, but also the students themselves to participate in the creation of visual aids. The article focuses on the advantages and disadvantages of visual aids that appeared in the computer age. The possibilities of computer visualization make it possible to visualize educational material not only offline, but also in online learning mode. Platforms for creating virtual visualization for mathematics lessons are briefly described. While expensive, but popular and of interest to schoolchildren, augmented reality technology can claim to be one of the main means of creating visual aids in the future.

Keywords: visual aids, visibility, visualization, mathematics, computerization of education, distance learning, dynamic visibility, visual modeling, augmented reality.

Наглядность, используемая на уроках математики, изменялась с течением времени. Ее трансформация была вызвана появлением новых материалов, техники, технологий. Чаще всего в докомпьютерную эпоху на уроках математики использовалась *статическая наглядность*. Средства ее создания и представления изменялись по мере развития техники и оснащения ею учебных заведений. Так, это были самодельные и(или) печатные таблицы, плакаты, схемы, стенды, диапозитивы, кодопозитивы, учебные диафильмы, кинофильмы, приборы-тренажеры, модели стереометрических фигур. Все возможности этих видов наглядности сегодня интегрированы и реализованы в компьютере.

С внедрением в обучение компьютеров и появлением возможности использовать с образовательной целью ресурсы интернета изменились виды наглядности и ее роль в обучении.

Цель статьи — описать пути и средства воплощения принципа наглядности в эпоху компьютеризации образования.

2. Возможности, достоинства и недостатки компьютерной наглядности

Рассмотрим новые возможности для создания наглядности, которые появились в эпоху компьютеризации.

Первая из них — это возможность использовать наряду с условно-графической наглядностью качественную изобразительную наглядность — репродукции картин, фотографии, полноцветные иллюстрации, плакаты, комиксы и пр., которые демонстрируются на экране. Эти виды наглядности практически не были востребованы на уроках математики до того времени, как появилась возможность демонстрировать их на экранах компьютеров, в печатном виде они присутствовали разве что в кабинетах изобразительного искусства, литературы, истории. Сегодня перечисленные формы изобразительной наглядности используются на уроках математики для установления межпредметных связей, организации проектной деятельности обучающихся, иллюстрации области применения математических знаний, при обращении к истории науки.

Несомненным плюсом применения таких иллюстраций является формирование эстетического вкуса обучающихся, расширение их общекультурного кругозора.

Среди **форм работы с изобразительной наглядностью** педагоги предлагают следующие:

- создание иллюстрированного словаря терминов;
- прием кросснессов;
- воссоздание образов исторической эпохи [1];
- поиск математических образов на картинах и фотографиях;
- составление ленты времени математических открытий;
- установление аналогий, поиск закономерностей;
- составление ребусов, загадок, заданий творческого характера.

Приведем **примеры заданий с использованием изобразительной наглядности**:

- 1) Угадайте тему урока по представленным на экране изображениям — репродукциям картин: «Мра-

морный конус», «Сосновый бор», «Покажи мне Моне», «Медвежонок из заброшенного дома», «Красная Фудзи» (тема урока — конус).

- 2) Найдите то, что объединяет иллюстрации, и запишите это на языке математики. Представлены изображения фонтанов, игры в баскетбол, летящей ракеты, параболической антенны, автомобильных фар (объединяющее их — парабола, уравнение которой и нужно записать). Картинки могут показываться не все сразу, а поочередно, тогда выиграет тот, кто раньше сможет установить это математическое понятие.
- 3) Установите соответствие между узнаваемыми символами стран и портретами известных математиков (необходимо выбрать ту страну, родом из которой данный математик).
- 4) Назовите авторов демонстрируемых на экране картин, из первых букв их фамилий составьте математический термин и дайте его определение.
- 5) Отыщите на фреске Рафаэля «Афинская школа» Пифагора, Архимеда. Какие детали позволяют вам идентифицировать этих математиков?

Задания из последних трех примеров уместно использовать при организации внеурочных соревнований.

Вторая возможность — создание оригинального творческого продукта (презентации, компьютерной программы) педагогом или обучающимися.

Преимущество электронных наглядных пособий, создаваемых и воспроизводимых с помощью специальных программ, — в дешевизне (не нужно покупать наглядные пособия, их можно создавать самим), качестве изображения, относительной скорости их создания в различных графических редакторах, в том числе с использованием готовых шаблонов, в долговечности (они не выцветают, как стенды, не ломаются), возможности дополнения и внесения коррективов.

С использованием компьютерных технологий на уроке математики появилась возможность не только работать с информацией, представленной в текстовом виде, но и использовать для ее презентации аудио, видео, анимацию.

В математике мы преимущественно имеем дело с наглядностью, воспринимаемой с помощью зрения. Само слово «наглядность» является однокоренным с глаголом «глядеть», т. е. предполагает участие в восприятии именно зрения. Однако и другие органы чувств также могут быть использованы для знакомства со многими математическими понятиями, улучшая качество понимания многих фактов и длительность запоминания. Эта возможность появилась в том числе и в связи с использованием компьютеров в образовании. Говоря о звуковых средствах обучения, можно употребить такой оксюморон, как «звуковая наглядность». Звуковая наглядность может иллюстрировать математические понятия и идеи. Например, можно услышать, как звучат фракталы или число пи. Звуковая наглядность может быть использована для демонстрации длительности звучания нот при изучении дробей, понятия последовательности, симметрии. Зрительные образы дополняют слуховые. В этом смысле компьютерная наглядность выполняет перцептивную функцию, активизируя процессы восприятия и разностороннего познания математических объектов.

Однако следует отметить, что в эпоху компьютеризации натуральная наглядность практически полностью вытесняется опосредованной. В компьютерных наглядных пособиях реальные предметы заменили их изображением на экране, и из восприятия, к примеру, стереометрических моделей исчезает осязательный канал.

При использовании в обучении исключительно компьютерной наглядности теряются многие важные навыки, выработке которых способствует математика. Например, решая задачи на построение на интерактивной доске, обучающиеся не овладевают навыками использования математических знаний в повседневной практической деятельности и будут испытывать затруднения при необходимости выполнить простейшие построения на бумаге или на местности.

3. Динамическая наглядность — основное новообразование в сфере визуализации математических понятий

Если в докомпьютерную эпоху и в первые годы после массового внедрения компьютеров в школу чаще всего в качестве наглядности использовались статичные рисунки, схемы и диаграммы, то в эру цифровизации в учебном процессе появляются **динамические модели** — это еще одно достоинство нового формата математической наглядности.

Наши наблюдения показывают, что современные школьники, с детства привыкшие к динамичному контенту в компьютерных играх, использованию gif-изображений для выражения эмоций, воспринимают статичные модели как архаизм, присущий всей системе школьного образования. Это подтверждается и мнением исследователей, утверждающих, что в современной школе «логическо-текстовая составляющая обучения уступает место наглядному восприятию», «профессионально написанные тексты учебников и учебных пособий, ориентированные на вдумчивую работу мысли, меньше привлекают школьников, чем красочная виртуальная реальность, возникающая на экране монитора» [3].

Оперативное управление изображением на экране, в частности поочередное появление картинок, увеличивает потенциал наглядных пособий в качестве обучающих материалов, ведь в таком режиме можно задавать проблемные вопросы и по мере работы мысли учеников давать зрительные подсказки, уже с помощью наглядности не только иллюстрировать, а и стимулировать поисковую деятельность.

С помощью компьютера стало возможным иллюстрировать условие текстовых задач не только статической картинкой, но и в динамике. Задачи на движение становятся более понятными, если их сюжет оживает.

С использованием компьютера значительно повышаются возможности создания фоновой наглядности. Здесь **наглядность выступает как среда для организации нетрадиционных форм урока**. Присущие нетрадиционному уроку или внеклассному математическому мероприятию атрибуты и соответствующий антураж в виртуальной среде воссоздать гораздо проще, чем в случае проведения их в реальном режиме. Например, для начала мероприятия можно включить звук фанфар, для урока-суда — колокольчик. Для урока-путешествия

логично вывести на экран карты, ввести анимированного персонажа. Каждое задание может быть представлено в соответствующем стиле, на экране легко визуализировать смену сюжетов дидактических имитационных игр.

Возможность проектировать, моделировать, проводить виртуальный эксперимент с геометрическими фигурами, графиками функций имеется в специально создаваемых для этих целей **интерактивных динамических средах**. Среди них — GeoGebra, «Живая математика», «Математический конструктор» и другие, несущественно отличающиеся своим функционалом. Благодаря разработке такого программного обеспечения появилась новая форма работы с наглядностью — **наглядное моделирование**. Его специфика в том, что происходит распознавание, анализ структуры модели, выявление взаимосвязей, свойств и закономерностей экспериментальным путем, что способствует более устойчивому запоминанию [6].

Появившиеся возможности экспериментирования с «ожившими» моделями в динамической геометрической среде ставят школьника в активную позицию, он становится не только созерцателем, а творцом и открывателем новых истин, при условии, что ему хватает теоретических знаний и общеучебных умений для постановки эксперимента, обобщения его результатов, формулирования выводов. Поэтому использование динамической среды в качестве одного из видов наглядности принесет неполный результат, если не будет гармонично сочетаться с приобретением теоретических знаний и умений. Работе с анимационными моделями необходимо учить, рассматривая разные стадии их использования — от простого созерцания анимированных изображений до самостоятельной постановки эксперимента. Используются данные программные средства при организации «открытия» новых истин, выдвижении гипотез после проведенного манипулирования с математическими объектами, для организации проектной работы, выполнения творческих заданий.

По утверждению создателей динамической программной среды «Математический конструктор», работа в ней обеспечивает возможность изучения предмета на основе деятельностного подхода; повышает степень эмоциональной вовлеченности учеников; показывает, как современные технологии эффективно применяются для моделирования и визуализации математических понятий [5].

4. Краткий обзор приложений для создания наглядности в обучении математике

Наиболее популярным среди педагогов, задумывающихся о наглядном представлении математического материала, является конструктор презентаций Microsoft PowerPoint, который постоянно совершенствуется, чем увеличивает возможности для создания качественной визуализации учебного материала. Презентации, созданные в этом и аналогичных конструкторах, обычно используются для изложения нового материала и представления результатов проектной деятельности. Последние обновления, например PowerPoint 2021, позволяют осуществлять совместное редактирование презентации,

поэтому появляется возможность использовать конструктор при работе над проектами даже при проведении уроков в дистанционном формате. В последней версии PowerPoint можно рисовать прямо на экране, а не только вставлять готовые рисунки. Рисунок, сделанный от руки, легко превращается в идеально начерченные фигуры, что значительно облегчает создание чертежей к геометрическим задачам [7].

В заданиях ОГЭ по математике делается упор на задачи практического характера, предполагающие умение читать схемы, графики, диаграммы, чертежи и планы. Существуют сервисы, позволяющие создавать такие изображения, среди которых, например **Visio**, **Lucidchart**.

В математике чаще всего используется знаково-символическая наглядность — алгоритмические схемы решения разных типов задач, краткая запись условия задачи, другие математические модели. Широкие возможности для создания структурно-логических схем, опорных конспектов появились на виртуальных платформах, например, **Mind**. Здесь уже **сам школьник может участвовать в создании наглядности**, что значительно повышает роль созданной схемы в обучении, закрепляет у учащегося умение структурировать информацию, позволяет реализовать творческий потенциал обучающихся.

Происходит **изменение способов работы с наглядными пособиями**. Если ранее чаще всего все ученики класса работали с одним наглядным пособием, то теперь каждый работает со своим изображением на экране в собственном темпе. С одной стороны, так более полно реализуется принцип индивидуализации обучения, но, с другой — учителю стало сложнее сосредоточить внимание всей группы обучающихся на конкретном элементе изображения.

Современный школьник — активный творец наглядности, в этом также есть свои плюсы и минусы, возникают дополнительные задачи, стоящие перед учителем. Так, чтобы создавать наглядность, облегчающую понимание и запоминание материала, ученик должен знать об имеющихся возможностях различных ресурсов интернета и выбирать подходящие для решения той или иной образовательной задачи. Педагогу предстоит продемонстрировать азы работы в каждом из них.

Например, популярный сервис для визуализации идей — **MindMaster** — позволяет создавать интеллектуальные карты с использованием разных цветов, графических объектов и линий, которые служат опорой для запоминания. С их помощью можно структурировать информацию, строить ассоциативный куст, фиксировать идеи для мозгового штурма. Такой способ работы демонстрирует перцептивно-мнемическую функцию наглядности, которая заключается в способствовании лучшему восприятию и запоминанию учебного материала с опорой на нейрофизиологические закономерности восприятия и памяти. Возможность пользования программой в режиме онлайн делает ее незаменимой для групповой работы, особенно в режиме дистанционного обучения. Эту идею, своеобразные «костыли для памяти», в докомпьютерную эпоху существования отечественного образования широко реализовывал педагог из Донецка В. Ф. Шаталов, она же существует в арсенале эйдетики. Возможности использования компьютера и соответ-

ствующее программное обеспечение сделали данный психолого-педагогический прием общедоступным.

Технические возможности современных гаджетов максимально облегчили пользование созданным наглядным продуктом обучающимися, которые имеют проблемы со зрением. Ведь таблицу в кабинете таким школьникам, особенно с задних парт, не всегда удается рассмотреть, а схему, созданную в приложении, можно увеличивать и читать, регулировать яркость и контрастность изображения, в чем проявляется несомненное преимущество компьютерных изображений. Кроме того, в нее можно вносить собственные коррективы, выбирать те цвета, которые нравятся самому школьнику, добавлять или убирать некоторые элементы.

В том, что автором наглядных изображений сегодня может стать не только педагог, но и любой школьник, имеются свои подводные камни. Если в докомпьютерные времена авторами наглядных пособий являлись профессионалы, которые соблюдали все санитарные требования, например, к размерам и наименованиям используемого шрифта, пропорциям, цветовой гамме и пр., то созданные неопытными школьниками схемы и другие виды наглядности чаще всего этим требованиям не удовлетворяют, что не совсем благоприятно сказывается на здоровье тех, кто работает с созданными ими электронными наглядными пособиями. В этом видим еще один из минусов, который преодолевается демонстрацией качественной виртуальной наглядности, созданной профессионалами, ненавязчивым акцентированием внимания обучающихся на недочетах, допущенных ими.

Виртуальные квесты-комнаты, в которых имеются широкие возможности для создания образовательных веб-квестов, викторин, интеллектуальных игр, — еще один пример использования интерактивной наглядности. Одним из самых популярных интернет-конструкторов для их создания является платформа Learnis. На ней максимально зрелищно представлена тематическая визуальная среда, внутри которой расположены задания, подсказки, отыскав и выполнив которые можно выбраться из комнаты. Сами эти задания составляет учитель, а дизайн комнаты и места, где спрятаны подсказки, созданы разработчиками интерактивной платформы. Таким образом, происходит реализация дидактических целей в максимально привычных современным школьникам условиях компьютерных игр. Домашние задания в виде прохождения квеста обучающиеся выполняют с большим желанием, чем представленные в обычном виде. На этой же платформе имеется возможность создавать интерактивное видео, позволяя в процессе просмотра обучающих видеороликов задавать вопросы и отслеживать восприятие учебного материала обучающимися. Такие возможности превращают зрителя в активного слушателя, позволяют ему быть более сосредоточенным, что особенно ценно в условиях дистанционного формата обучения.

5. Наглядность будущего: технология дополненной реальности в обучении

Один из пока еще экзотических и недешевых видов наглядности — **технология дополненной реальности** (англ. augmented reality, AR). Она может технически

реализовываться в виде специальных маркеров на бумаге, «оживающих» при пользовании смартфоном с установленным мобильным приложением, специальной гарнитуры (очков), совмещаемой со стационарным компьютером, ноутбуком, планшетом, изображение с которых может демонстрироваться на большом экране. Приложения дополненной реальности работают с трехмерными объектами, текстами, изображениями, видео и анимацией, сочетают их и применяют одновременно, что дает возможность пользователям свободно взаимодействовать с событиями, информацией и объектами [10]. При использовании технологии дополненной реальности задействуются три вида восприятия учебной информации — аудиальное, визуальное и кинестетическое, что повышает качество усвоения материала.

С помощью дополненной реальности можно представить стереометрический рисунок, визуализировать построение сечений, фракталов. Эта технология благодаря своей новизне, использованию 3D-изображений несомненно вызывает интерес у школьников и повышает их вовлеченность в процесс обучения. Однако уже сейчас можно спрогнозировать возможные риски ее широкого использования. При работе с готовыми трехмерными изображениями способность к визуализации снижается. Одно из умений, которые должен приобрести школьник в процессе изучения математики, — по словесному описанию представить геометрический рисунок и изобразить его. А здесь изображение сделано без участия обучающегося. При работе с готовыми изображениями у школьника снижается способность мысленной и физической визуализации геометрической задачи [8]. Поэтому считаем, что эти чертежи можно использовать с целью:

- 1) организации выполнения учебных заданий по готовым чертежам, турнира по решению задач на этапе обобщения знаний;
- 2) проверки правильности построенного школьниками чертежа к задаче;
- 3) демонстрации эстетически привлекательных идеальных изображений, которые являются стимулом, чтобы научиться строить такие же.

Авторы, анализирующие использование технологий дополненной реальности на разных ступенях образования, отмечают, что при использовании данной технологии на уроках математики в начальной школе обучающиеся продемонстрировали значительный прогресс в своих пространственных способностях и рост успеваемости (в эксперименте использовались дидактические материалы с AR-маркерами на бумаге). Исследователи, изучающие результаты введения дополненной реальности в средней школе, обнаружили, что «инструменты дополненной реальности особенно эффективны для детей, имеющих самую низкую успеваемость в группе, а также для девочек. Кроме того, AR является чрезвычайно перспективным методом для объяснения абстрактных явлений» [4]. Эти выводы ученых говорят о том, что технология имеет значительный потенциал в будущем стать широко применяемой при обучении математике в школе.

Из-за дороговизны технология дополненной реальности в нашей стране на данном этапе используется в частных образовательных учреждениях, в дополнительном математическом образовании, при индивиду-

альном обучении. Но не только высокая цена сдерживает применение технологии дополненной реальности на уроках математики, но и другие факторы, среди которых сложность разработки контента для AR-приложений и невладение рядовым учителем математики и информатики навыками создания 3D-изображений, запрет на использование смартфонов на уроках в российской школе.

6. Выводы

Преимущества обучения с использованием наглядности — в синтезе абстрактного и конкретного, в возможности сочетать научность и доступность излагаемого материала, индивидуальные и коллективные формы работы, решать задачи развивающего и творческого характера, развивать познавательные и творческие способности как обучающегося, так и педагога [9].

Наглядность в компьютерную эпоху стала более качественной, долговечной, динамичной, ее создателями становятся не только педагоги, но и обучающиеся. Появилась возможность использовать не только статичные зрительные образы, но и аудио-, и динамичную видеoinформацию, что способствует интенсификации и совершенствованию процесса обучения математике. Благодаря использованию современных информационных образовательных ресурсов учитель может показывать больше способов решения математических задач, один из которых — способ наглядного моделирования. Компьютерная наглядность широко используется на офлайн-уроках и при обучении в дистанционном формате.

Однако использование виртуальных наглядных пособий убирает из знакомства с математическими объектами тактильные ощущения, что несколько тормозит познавательную деятельность учащихся, замедляет работу математического воображения, сдерживает формирование некоторых практических навыков.

В эпоху компьютеризации учитель, с одной стороны, экономит время и средства на создании наглядности для урока или внеклассного мероприятия, получает массу виртуальных инструментов для создания более качественного продукта (наглядности), но, с другой стороны, у него появляются новые задачи, связанные с необходимостью ознакомления обучающихся с правилами создания различных наглядных пособий в виртуальной среде и работе с ними.

Список источников

1. Галкина О. Е. Использование изобразительной наглядности на уроках экономики в 10–11 классах // Актуальные вопросы гуманитарных наук. Сборник научных статей бакалавров, магистрантов и аспирантов / под ред. А. А. Сорокина, Г. В. Калабуховой. М.: Книгодел, 2021. С. 213–221. EDN: RMLNGB.
2. Ефремова Д. Д. Реализация принципа наглядности при изучении математики в старших классах средней школы: Автореф. дис. канд. пед. наук: 13.00.02. М., 2004.
3. Карасик А. Л. Дидактические особенности обеспечения наглядности обучения средствами информационных технологий: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01. М., 2007. 233 с.
4. Кирьянов А. Б., Йылмаз Р. М., Маслов Д. В., Мясник Н. Н., Воробьев Б. А. Технологии дополненной реальности в сфере образования // Инновации. 2020. № 5. С. 81–88. EDN: SBPTSB. <https://kvantorium37.ru/tekhnologii-dopolnennoj-realnosti-v-sfere-obrazovaniya>

5. Математический конструктор. <https://obr.lc.ru/mathkit/about.html>
6. Ненартович М. В., Новик И. А. О теоретико-методологических основаниях проблемы использования наглядного моделирования при обучении учащихся курсу алгебры // Математика. 2017. № 4. С. 21–31.
7. Новые возможности PowerPoint 2021 для Windows. <https://support.microsoft.com/ru-ru/office>.
8. Экспериментальная математика в школе. Исследовательское обучение: коллективная монография / М. В. Шабанова и др. М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2016. 300 с.
9. Юнусов А. А., Рахымбек Д., Юнусова А. А., Беркут А. К. Наглядное обучение математике с применением современной технологии // Международный журнал экспериментального образования. 2013. № 8. С. 65–70. EDN: RTWJFR. <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=3885>
10. Wojciechowski R., Cellary W. Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments // Computers and Education. 2013. No. 8. P. 570–585.