



## НАГЛЯДНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ НА ОСНОВЕ ИНФОГРАФИКИ

**Д. И. Прохоров**

*Минский городской институт развития образования, Беларусь*

**Аннотация.** В статье рассмотрены различные подходы к пониманию использования наглядного моделирования содержания обучения математике на основе инфографики. Описаны особенности и различия визуализации учебной информации на основе инфографики. Цель статьи – осмысление существующих подходов к пониманию наглядного моделирования при обучении математике и обогащение их научно-теоретическими основами применения инфографики на уроках и внеурочных занятиях по математике.

**Ключевые слова.** Инфографика, обучение математике, наглядное моделирование содержания обучения.

## VISUAL MODELING OF THE CONTENT OF TEACHING MATHEMATICS ON THE BASIS OF INFOGRAPHICS

**D. I. Prokhorov**

*Minsk City Institute of Education Development, Belarus*

**Abstract.** The article discusses various approaches to understanding the use of visual modeling of teaching mathematics based on infographics. Features and differences of visualization of educational information based on infographics are described. The purpose of the article is to comprehend the existing approaches to understanding visual modeling in teaching mathematics and enriching them with the scientific and theoretical foundations of applying infographics in lessons and extracurricular classes in mathematics.

**Keywords.** Infographics, teaching mathematics, visual modeling of the content of training.

## **Введение**

Проблема восприятия и понимания учебной информации обучающимися математике в последнее время становится все более актуальной. Как показывает опыт работы в учреждениях общего среднего образования, у большинства учащихся наблюдается рассеивание восприятия математических объектов, и линейно представленная учебная информация воспринимается ими недостаточно эффективно, что приводит к снижению уровня математических знаний. Современный процесс обучения математике характеризуется повсеместным использованием элементов электронного обучения, формат которого ставит перед педагогами задачу представления учебного контента таким образом, чтобы он содержал достоверную, полезную, актуальную информацию, представленную в наиболее эффективно воспринимаемой форме, активизирующую когнитивные аспекты личности обучающегося. Решению этой задачи способствует использование наглядного моделирования, построенного на основе инфографики. Такой подход позволяет реализовывать множество различных стратегий для представления учебной информации, включая графики, диаграммы, ментальные карты и изображения, а также их различные комбинации.

Сложившийся подход к пониманию цели и смысла использования инфографики при обучении интерпретирует ее как демонстрацию изображений, направленных на передачу представляемой информации посредством объектов графики и приемов визуализации с минимальными текстовыми вставками. Однако, на наш взгляд, основным критерием целесообразности использования инфографики на уроках и внеурочных занятиях по математике, является эффективность восприятия, понимания и запоминания учащимися информации за минимальный период времени («с одного только взгляда» на изображение), без длительного чтения соответствующего ему текста.

Проведение лекционных, практических занятий и дискуссий с педагогами-практиками на повышении квалификации учителей математики г. Минска показало, что включение элементов наглядного моделирования на основе инфографики в учебный процесс обладает потенциалом в становлении и развитии таких компонентов когнитивной сферы учащихся как умение проводить анализ и интерпретацию данных, стимулирует математическое мышление обучающихся.

## **Теоретические основы**

По Н.В. Бровка, *наглядное моделирование в обучении математике* подразумевает возможность использования различных видов наглядности в моделировании

существенных свойств, отношений и связей математических объектов в процессе усвоения обучающимися способов знаково-символической деятельности, оперирования отдельными математическими знаниями для формирования адекватного диагностично поставленной цели устойчивого результата учебно-познавательной и учебно-исследовательской деятельности учащихся, и предполагает изучение графиков функций, построение геометрических объектов, визуальное представление решения задачи [1]. Необходимо отметить, что в приведенной трактовке наглядного моделирования, на наш взгляд, наиболее важными являются, во-первых, наличие диагностично поставленной цели обучения, во-вторых, адекватность усваиваемых знаний и формируемых умений данной цели, в-третьих, устойчивость результатов обучения. Приемы знаково-символической деятельности традиционно подразумевают использование символического математического языка и математических действий на его основе (решение уравнений, неравенств и т.д.). Опыт работы в учреждениях общего среднего образования показывает, что наиболее востребованными моделями являются комбинированные, содержащие геометрическую и алгебраическую интерпретации математического объекта, сопровождающиеся кратким теоретическим материалом.

Такой подход позволяет наглядно продемонстрировать формальные алгебраические объекты посредством геометрической или графической интерпретации, и наоборот – геометрические объекты иллюстрировать в алгебраическом виде, что способствует предотвращению типичных ошибок, обеспечивает систему знаний, формирует конкретные и общеучебные знания и умения учащихся.

Наглядное моделирование не сводится просто к иллюстрации математических объектов и явлений, к механическому их отражению, а подразумевает рассмотрение целостного математического объекта со всеми присущими ему связями, в соответствии с принципом реализации взаимосвязи когнитивной и личностно-развивающей составляющих процесса обучения математике и принципом оптимальной информационной насыщенности учебного материала. Реализация указанных принципов предполагает такую организацию содержания обучения математике, которая позволит наиболее полно реализовать развивающие функции обучения в предметном поле математики, будет способствовать эффективному восприятию и пониманию учащимися учебной информации. Это позволит развивать и поддерживать мотивацию учения без ущерба математической строгости изложения, способствовать личностному развитию учащихся.

Рациональное внедрение наглядного моделирования на основе инфографики в образовательную практику затрудняется объективными проблемами, обусловленными

особенностями визуального восприятия учебного материала обучающимися, в частности тем, что «визуальное» обращается в основном к «подсознательному», которое имеет иррациональный характер, основанный на полученном ранее опыте. Повсеместная визуализация, встречаемая в масс-медиа, вызывает, зачастую, гипертрофию зрительного восприятия, в том числе учебной информации в сети Интернет и т.п.

Современные тенденции визуализации учебного материала, основанные на работах ведущих отечественных и зарубежных педагогов и психологов (Р. Арнхейм, Н.В. Бровка, В.А. Далингер, Р.Э. Мейер, Ж. Пиаже и др.), направлены на постепенный переход от превалирования текстов, которые достаточно трудно воспринимаются и усваиваются современными учащимися учреждений общего среднего образования (что обусловлено ускорением социальных и коммуникативных процессов, краткостью посланий, упрощенностью письменной речи, ее замене на «смайлики» и т.д.), к **информационно емким визуальным изображениям** (термины «pictorial turn» и «iconic turn» англ. – «иконический поворот» обозначают отход в средствах коммуникации от вербальных к визуальным). Объективная констатация данных изменений приводит к появлению целых новых направлений в структурировании учебного материала по математике, в частности, – внедрению инфографики.

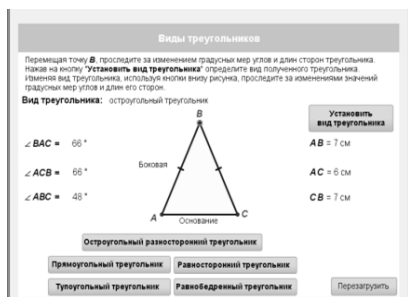
В широком значении **инфографика** – графический способ представления информации, данных и знаний, целью которого является быстрая, доступная, сжатая и четкая подача сложной информации. Применительно к процессу обучения, инфографика способствует построению такой визуализации учебного материала, при которой учащийся имеет возможность в сжатые сроки и эффективно освоить основные математические понятия и закономерности, что позволяет рационально строить и корректировать индивидуальную траекторию обучения учащегося на уроках и внеурочных занятиях.

Существуют два противоположных подхода к использованию инфографики в образовательном процессе, расходящиеся в вопросах значимости для инфографики эргономики и эстетики: исследовательский и сюжетный.

**Исследовательский подход** основан на работах Эдварда Тафти [2] по оформлению обучающих плакатов и учебных пособий. Основная его идея заключается в минималистском характере инфографики, при котором все несущественное для передачи информации должно быть опущено, а сама информация должна быть передана максимально точно.

Современные среды конструирования позволяют создавать *информационно емкие визуальные изображения* и придавать им свойства интерактивности посредством *динамических изменений*, тем самым обеспечивается *синхронность представления вербальной и визуальной учебной информации*. Данная идея основана на *теории двойного кодирования* Аллана Паивио и модели рабочей памяти Алана Бэддели [3, 4]. **Теория двойного кодирования** (англ. dual-code hypothesis) предполагает существование двух взаимодействующих систем памяти: образной и словесной. При запоминании и обработке информации работают обе системы, преимуществом в запоминании обладает тот материал, который представлен как в образной, так и словесной форме, в связи с чем, конкретные понятия запоминаются лучше, чем абстрактные. В ходе ряда исследований, проведенных Ричардом Э. Мейером и его коллегами, проверялась теория двойного кодирования: неоднократно было установлено, что учащиеся, использующие в процессе обучения мультимедийные ресурсы, включающие в себя анимацию с дополнительным текстовым сопровождением, эффективнее усваивали знания, чем те, которые изучали мультимедиа с элементами анимации и отдельно текстовые материалы [5]. Эти результаты были позднее подтверждены другими группами исследователей.

С учетом данной теории нами разработан информационно-обучающий ресурс «Математика во внеклассной работе. 7–9 классы» [6], содержание которого дифференцировано по трем информационным слоям. *Первый информационный слой* предназначен для изучения и закрепления математических понятий, свойств, формул, закономерностей; *второй слой* позволяет повторить, закрепить и обобщить изученный материал путем установления и исследования взаимосвязей изучаемых объектов; *третий слой* способствует обогащению связей между ближайшими и отдаленными понятиями, а также введению понятий и связей, выходящих за пределы учебной программы (рис. 1). Таким образом, учебный контент «не засорен» излишней визуальной информацией, переход по информационным слоям для получения усложненных сведений о математическом объекте происходит после нажатия на соответствующую кнопку меню. Тем самым реализуются требования эргономики и доступного изложения учебного материала.



## I информационный слой

*Содержит* определения треугольника, его видов, составных элементов, необходимое условие существования треугольника.

*Дидактическая цель:* формирование, закрепление и систематизация знаний учащегося о треугольниках и их видах. *Динамическая особенность:* возможность проведения учебного исследования необходимого условия существования треугольника, определения его вида (самостоятельно или под руководством учителя).

## II информационный слой

*Содержание* дополняет предыдущий слой определениями понятий: медиана, биссектриса, высота, серединный перпендикуляр, проведенный к стороне треугольника.

*Дидактическая цель:* формирование знаний обучающегося о медианах, биссектрисах и т.д., особенностях их построения в зависимости от вида треугольника. *Динамическая особенность:* установление и изучение связей между местоположением точек пересечения медиан (биссектрис, высот и т.д.) в различных видах треугольников.

## III информационный слой

*Содержание* дополняет предыдущий слой определениями и графическим представлением понятий «прямая Эйлера», «вневыписанная окружность треугольника», «теорема Наполеона».

*Дидактическая цель:* на основе динамической модели позволяет устанавливать взаимосвязь местоположения точки пересечения биссектрис и центра вписанной в треугольник окружности и т.д.

*Динамическая особенность:* изучение свойств математических объектов и решение задач для математического развития учащегося.

Рисунок 1 – Пример реализации исследовательского подхода к инфографике «Математика во внеклассной работе. 7–9 классы» (блок «Треугольник»)

**Сюжетный, повествовательный подход** предполагает создание привлекательных для учащихся образов, выразительного дизайна, иллюстративности. Обучение происходит посредством привлечения внимания к эстетическому дополнению учебной информации. Такой подход чаще характерен для учебных предметов эстетического и гуманитарного цикла, где визуальное представление учебной информации во многом более значимо, чем его вербальное описание. Для процесса обучения математике данная позиция находит свое выражение в использовании наглядных плакатов, раздаточного материала, в котором «сухие» математические сведения представлены в яркой, привлекательной для учащихся форме.





Например, сайт <https://wordart.com> позволяет создавать графические изображения, содержащие текст в определенной форме и колористике (рис. 2, а). Такие изображения, содержащие наиболее существенные понятия и термины, можно использовать в начале изучения темы (в презентации или распечатать на листе

большого формата и вывесить около доски). По завершении каждого учебного занятия вычеркиваются изученные понятия и термины. Такой подход позволит учащимся наглядно видеть, на каком этапе изучения учебного материала они находятся.

Интернет приложение <https://www.easel.ly> позволяет создавать различные плакаты и демонстрационные материалы, содержащие учебную информацию в доступном, наглядном виде (рис. 2, б). При помощи данного сайта можно разрабатывать карточки с индивидуальными заданиями, создавать дидактический материал для оформления стендов в учебном кабинете математики.



а) пример графического изображения

ЦЕНА ТОВАРА * КОЛИЧЕСТВО ЕДИНИЦ ТОВАРА = СТОИМОСТЬ			
	*		= 
Цена за 1 яблоко – 2 руб. 35 коп.		Купили 3 яблока	Заплатили: 7 руб. 35 ко
	За 3 ручки и 5 карандашей заплатили 92 рубля. Сколько стоит 1 ручка и сколько стоит 1 карандаш, если ручка дороже карандаша на 12 рублей?		

б) пример карточки с индивидуальным заданием

Рисунок 2 – Примеры реализации сюжетного подхода к инфографике

Обобщение описанных ранее подходов и опыт преподавания математики в учреждениях общего среднего образования, а также проведение лекций и практических занятий для учителей математики по особенностям использования инфографики в

обучении, показывают, что среди требований инфографики к визуальному представлению содержания обучения математике при наглядном моделировании можно выделить следующие:

– *обеспечение пространственной связи*: слова и соответствующие им изображения должны быть представлены на странице или экране рядом, а не отдаленно друг от друга;

– *осуществление временной связи*: вербальные и соответствующие им визуальные объекты появляются синхронно, а не последовательно;

– *установление согласованности*: посторонний материал должен быть исключен из визуального контента;

– *учет индивидуальных отличий*, связанных с личностными особенностями учащихся (доминирующий тип восприятия объектов, уровень мотивации учения, обученности и т.д.).

## **Результаты**

Проведение занятий по повышению квалификации для учителей математики показало, что при обучении математике возможно использование инфографики в нескольких вариантах: интерпретация инфографики, визуальное представление данных, критический анализ инфографики и самостоятельное создание инфографики. Рассмотрим сущность каждого варианта для структурирования содержания обучения на уроках и внеурочных занятиях по математике.

*Интерпретация инфографики.* Для формирования у учащихся навыков самостоятельного использования инфографики учитель математики должен разработать (или выбрать существующие образцы, соответствующие решаемой педагогической задаче) наглядную модель, содержащую необходимую учебную информацию, составленную на основе закономерностей инфографики, и предложить ее для анализа и последующего обсуждения учащимся.

*Визуальное представление данных.* В инфографике наиболее распространены следующие стратегии представления информации: линейные графики (для отслеживания изменений какого-либо параметра во времени); гистограммы (для сравнения нескольких величин или категорий); схемы, ментальные карты (для отображения отношений между несколькими объектами); карты (для использования данных на основе их местоположения); репрезентативные визуальные эффекты (для описания конкретного объекта, явления) и т.п. При проведении занятия по повышению квалификации по основам использования наглядного моделирования в обучении математике на основе инфографики с учителями-практиками обсуждаются вопросы,



связанные с возможностью визуализации одних и тех же данных при помощи различных стратегий инфографики. Например, можно ли представить репрезентативную визуализацию в виде гистограммы?

*Критический анализ инфографики.* Обучение навыкам критического анализа инфографики целесообразно начинать с выявления положительных и отрицательных характеристик конкретной визуализации математического объекта и его свойств. Необходимо выявить и сформулировать критерии эффективной инфографики, затем сравнить самостоятельно созданные примеры с эталонными.

*Создание инфографики.* Опыт создания инфографики показывает, что данный процесс проходит в несколько этапов: 1) определение цели; 2) выбор данных (сложных для понимания, но необходимых для изучения обучающимися); 3) выбор инструментария для создания наглядной модели; 4) презентация инфографики; 5) совместный анализ с обучающимися и самоанализ; 6) при необходимости – доработка модели.

Таким образом, можно выделить следующие наиболее распространенные типы инфографики, используемые при создании наглядных моделей для обучения: сравнение (соотнесение двух и более объектов в соответствии с определенными критериями); описание (выявление существенных характеристик изучаемого объекта); визуализация данных (представление данных в виде графиков, диаграмм и т.д.); линия времени (хронологические характеристики изменения объекта); схема (отображение взаимосвязи объектов в виде блок-схем, ментальных карт и др.); карта (характеристика объекта в соответствии с его местоположением, траекторией движения и т.п.).

#### **Список библиографических ссылок** (на языке оригинала)

1. Бровка Н.В. *Дидактические особенности организации компьютерных средств обучения студентов математических специальностей*. Информатика и образование. 2020; 1(1) : 34-41. <https://doi.org/10.32517/0234-0453-2020-35-1-34-41>.
2. Тафти Э. *Представление информации*. Москва: График-пресс; 1990. 180 с.
3. Paivio A. *Mental representations: a dual coding approach*. Oxford. England: Oxford University Press; 1986. 322 p.
4. Бэддели А. *Ваша память. Руководство по тренировке и развитию*. Москва: Эксмо-Пресс; 2001. 320 с.
5. Mayer R.E. *Multimedia learning*. Cambridge. England: Cambridge university press; 2001. 210 p.

6. Прохоров Д.И. *Информационно-образовательный ресурс «Математика во внеклассной работе. 7–9 классы»*. 2014. [Электронный ресурс]. URL: <http://diprokhorov.blogspot.com>

**References** (на английском языке)

1. Brovka N.V. *Didactic features of the organization of computer means of teaching students of mathematical specialties*. Informatics and education. 2020; 1(1) : 34-41. (In Russ.) <https://doi.org/10.32517/0234-0453-2020-35-1-34-41>.

2. Tafti E. *Presentation of information*. Moscow: Graph-press; 1990. 180 p. (In Russian)

3. Paivio A. *Mental representations: a dual coding approach*. Oxford. England : Oxford University Press; 1986. 322 p.

4. Baddeley A. *Your memory. Training and Development Guide*. Moscow: Eksmo-Press; 2001. 320 p. (In Russian)

5. Mayer R.E. *Multimedia learning*. Cambridge. England: Cambridge university press; 2001. 210 p.

6. Prokhorov D.I. *Information and educational resource “Mathematics in extracurricular activities. Grades 7–9”*. 2014. [Electronic resource]. Available at: <http://diprokhorov.blogspot.com> (In Russian)