Резник Н.А. Визуальное мышление в обучении. Методические основы обучения математике с использованием средств развития визуального мышления. – Lambert Academic Publishing, Saarbrücken, 2012. – 652 с. – ISBN 978-3-8484-0460-5

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия XX века в основной школе и старших классах школы сформировались новые тенденции в подходе к математическому образованию: гуманизация и гуманитаризация преподавания математики, поворот к личности школьника, внимание к его возможностям и потребностям – основной упор ставится на развитие интеллекта ученика, определяющим является развивающее обучение.

При новых подходах выявляются противоречия, формирующиеся и развивающиеся в процессе изменения школьного образования.

1. Порожденный бурным развитием науки и техники последней трети XX века “информационный бум” повлек за собой необходимость перестройки образования в целом, что породило противоречие между содержанием школьного образования и реальными потребностями общества в его результатах.

2. Увеличение количества предметов в учебных планах общеобразовательной школы, продиктованное социальным заказом общества, происходит в настоящее время в рамках устоявшихся временных сроков (период обучения в школе по-прежнему ограничивается 10-11 годами обучения).

В результате перегрузка школьников достигает критических пределов, возникает реальная угроза их физическому и психическому здоровью, снижаются мотивы к обучению, что приводит к противоречию между объемом школьного образования и возможностями учеников, получающих его.

3. Компьютеризация средств общения приводит к увеличению числа детей и подростков, обращающихся в своей повседневной жизни к компьютеру, позволяющему моделировать практически любую предметную область, создавать различные учебные ситуации. Усиливающееся влияние на подрастающее поколение различных образовательных телевизионных программ и широкое распространение всевозможных компьютерных коммуникаций существенно повлияли на отношение школьников к традиционному обучению.

Профессионально написанные тексты учебников и учебных пособий, ориентированные на вдумчивую работу мысли, сейчас меньше привлекают школьников, чем красочная виртуальная реальность, возникающая на экране телевизора или мониторе ЭВМ, логическая составляющая обучения математике уступает место визуальному восприятию. Следовательно, к очередному противоречию мы относим несогласованность между возможностями обучаемых, владеющих общими приемами общения с информационной средой, и предлагаемыми им методами обучения в школе.

4. Методы развивающего обучения недостаточно используются в практике преподавания математики, так как требуют для своей реализации гораздо больше учительских усилий и технических средств, чем традиционные способы обучения.

Таким образом, налицо противоречие между общими целями образования и существующими средствами достижения этих целей.

5. Дидактические средства поддержки учебного процесса являются одним из важнейших инструментов в работе учителя математики. Количественная недостаточность и малая вариативность этих средств ограничивает свободу учителя в подборе материала. Аспекту

технологичности в передаче методического опыта в настоящее время уделяется недостаточно также внимания.

Таким образом, выделяется противоречие между существующими формами сохранения и передачи методического и педагогического опыта и теми возможностями, которые дают новые информационные технологии.

6. В настоящее время в различных предметных областях школы все больше прибегают к математическим моделям для раскрытия сущности изучаемого явления. Несогласованность программ учебных дисциплин приводит к тому, что математические понятия вводятся в нематематические учебные тексты без представления их хотя бы на интуитивном уровне, без учета возможности их знания и понимания школьником на соответствующем этапе обучения.

Это приводит к противоречию между математическим содержанием учебных текстов гуманитарных и естественнонаучных дисциплин и возможностями школьников к интерпретации этого содержания в рамках конкретного школьного предмета.

7. На уроках математики школьники получают большой объем теоретического материала, приобретают необходимые умения и навыки в решении разнообразных математических задач. Однако, при переносе полученных знаний в ситуации нематематического характера, ученики оказываются не в силах применить готовые алгоритмы в поисках выхода из тупика.

Данное несоответствие обилия фактического материала умению использовать его в нестандартных условиях все больше и больше обнажает противоречие между репродуктивными и развивающими способами обучения.

Перечисленные противоречия были выделены на основе полученных эмпирических данных о результативности процесса обучения математике, практики автора и учителей-экспериментаторов использования и развития визуального мышления в процессе обучения математике, теоретического анализа разнообразных литературных источников (диссертаций, монографий, статей, учебников, учебных пособий, задачников и т.д.) и явились мотивом для проведения настоящего исследования, определив его **актуальность**.

Актуальность данного исследования определяется еще и тем, что перечисленные выше противоречия привели к необходимости нового подхода к реализации принципа наглядности в обучении математике. От взгляда на наглядность как одного из вспомогательных средств обучения математике мы переходим к полноценному использованию и развитию визуального мышления школьника в процессе становления его математического образования.

Благодаря актуальности, исследование вошло в Комплексную Программу северо-западного отделения Российской Академии Образования «Информационные технологии и их влияние на развитие личности в процессе обучения» (тема: «Взаимодействие человека и информационной среды в процессе обучения», сроки исполнения 1995-1997 годы) и в Региональную Комплексную программу Российской Академии Образования «Образование и образовательные системы Северо-Запада России» (тема: «Технология развития визуального мышления учащихся», сроки выполнения: 1996-1998 годы).

К научно-теоретическим предпосылкам исследования относятся:

– общие психолого-педагогические особенности развития личности в процессе обучения

(Л.С. Выготский [32-34], В.В. Давыдов [56-57], Т.В. Кудрявцев [95], М.И. Махмутов [109], Н.А. Менчинская [20], Д.Б. Эльконин [203] и другие);

– основы информационного моделирования процесса обучения

(П. Линдсней [103], М. Минский [111], В.М. Монахов [113], Ю. Нивергельт [117], С. Пейперт [127] и другие);

– результаты исследований психологов и физиологов, обнаружение новых закономерностей психической деятельности человека, связанные со зрительным восприятием, позволяющие расширить возможности активной работы учащихся

(Р. Арнхейм [3-7], П.Я. Гальперин [35], Р.М. Грановская [48], Р. Грегори [49-50], У. Джеймс [60], Б.Б. Коссов [88], В.А. Крутецкий [94], А.К. Тихомиров [183-184], М.С. Шехтер [198-199] и другие);

– исследования по проблемам передачи информации и распознавания образов

(В.П. Зинченко [68-69], М. Иден [74-75], П. Колерс [83], С.И. Шапиро [195], С.А. Шапоринский [196] и другие);

– труды, ориентированные на проблемы преподавания математики

(В.И. Крупич [93], Д. Пойя [133-135], В. Серве [173], Р. Фейнман [186], Л.М. Фридман [187-188], Э. Фройденталь [189-190], И.С. Якиманская [205-206] и другие);

– новые подходы к определению содержания и методов обучения математике

(А.Д. Александров [1], В.В. Афанасьев [8], М.И. Башмаков [11-15], Н.Я. Виленкин [30], В.А. Гусев [54-55], М.Ю. Колягин [85], А.Г. Мордкович [114], З.И. Слепкань [174], А.А. Столяр [177] и другие).

Практическими предпосылками исследования явились неизбежные изменения в условиях обучения, которые связаны с появлением закона об образовании: реализация принципа адаптивности системы образования к уровням и особенностям развития и подготовки школьника становится определяющей. Это обусловлено изменениями, происходящими в общественном сознании в связи с широким распространением персональных компьютеров.

Другим источником исследования является 37-летний практический педагогической опыт автора и его 22-летний опыт исследовательской работы в области преподавания математики, из которых более 20 лет посвящено изучению роли визуального мышления в процессе обучения математике.

В целом педагогическим исследованиям были подвергнуты около 20 средних школ (во многих из которых эксперимент длился от трех до пяти лет), около 8000 учащихся, около 40 классов и более 30 преподавателей различной специализации.

В качестве **проблемы исследования** мы выдвигаем проблему реализации принципа наглядности в обучении на основе развития и использования визуального мышления учащихся.

Рассматривая в качестве **объекта исследования** процесс обучения математике в средних и старших классах школы (с учетом различных типов учебных заведений), мы выбрали непосредственным **предметом исследования** ту деятельность ученика во время обучения, которую можно охарактеризовать как его визуальное мышление в ходе изучения школьного предмета, заключающееся в восприятии знаковых структур, порождении новых визуальных образов, конструировании новых визуальных форм, делающих видимым содержание этих образов и выводящих наружу логические взаимосвязи между ними.

Гипотеза исследования может быть представлена в виде двух групп гипотетических положений, которые легли в основу диссертационной работы.

Проблема реализации принципа наглядности в обучении математике в школе может получить принципиально новое решение, если удастся найти такое методическое обеспечение деятельности ученика, которое позволит включить способности его визуального мышления для получения продуктивных результатов в овладении математическими понятиями, для усиления развивающей функции обучения математике.

Иными словами использование наглядных образов в обучении математике может превратиться из вспомогательного, иллюстрирующего приема в ведущее, продуктивное методическое средство, способное обеспечить при определенных условиях широкий спектр параметров математического развития учащихся.

Современные информационные технологии позволяют комплексно разработать методическое обеспечение указанной выше задачи на пути конструирования специальных информационных сред, приспособленных для продуктивной работы визуального мышления.

При этом решающим моментом, который позволит технологизировать процесс создания необходимых информационных сред, явится использование возможностей современной компьютерной и информационной техники для генерирования, трансформирования и передачи визуальных образов как накопленных педагогическим опытом, так и вновь создаваемых в процессе обучения.

Для экспериментальной проверки первой части гипотезы выбраны два ведущих параметра развивающей функции обучения математике: развитие алгоритмического мышления и рост уровня поисковой деятельности учащихся.

Экспериментальная проверка второй части гипотезы, говорящей о возможности конструирования необходимых информационных сред, основана на широте апробации создаваемых методических средств (как по применимости на различных этапах обучения математике, так и по их переносимости в различные условия обучения). Другим важным моментом проверки гипотезы должна явиться возможность применения самой технологии создания визуальных информационных сред в методике обучения другим школьным дисциплинам.

Для достижения поставленных целей были выделены и решены следующие **задачи исследования.**

1. Уточнить характер деятельности ученика, включаемой в понятие “визуальное мышление”, исследовать особенности представления и оформления содержания учебного знакового материала с целью определения возможных способов его выражения, выяснить характер взаимосвязей между этими способами, определить основные принципы их использования.

2. Разработать методики: организации деятельности визуального мышления школьников при решении математических задач; формирования математических стандартных зрительных образов; образования на уроках математики навыков поисковой деятельности с широким использованием визуального мышления.

3. Решить проблему конструирования визуальной информационной среды, пригодной для работы визуального мышления на уроках математики, выделив ее основные параметры, средства и приемы ее использования в других предметных областях школьного образования

4. Сформировать специальный класс учебных задач, позволяющих использовать и развивать визуальное мышление в ходе изучения учебной теории.

5. Предложить новые способы и приемы визуализации учебных математических текстов для представления их на мониторе компьютера.

6. Составить модели нового вида уроков, на которых при изучении теории и решении практических задач основной упор ставится на визуальное восприятие учеником учебного знакового материала.

7. Выявить возможности и перспективы применения визуальной технологии обучения математике в нематематических предметных областях основной школе и старших классов школы.

Основные этапы и организация исследования

На первом этапе (1975-1980) происходило накопление фактов возможности использования визуального мышления в процессе обучения математике. Поисковый эксперимент проводился на базе учебных заведений, в которых мотивация обучения математике была снижена или практически отсутствовала (музыкальное училище г. Мурманска и ПТУ г. Ленинграда).

В результате возникла гипотеза о том, что если планомерно и целенаправленно развивать визуальное мышление учащихся в процессе обучения математике, то это приведет к более успешной реализации различных развивающих функций этого процесса.

Для экспериментальной проверки данной гипотезы нами были выбраны три функции обучения математике. Первая из них – формирование алгоритмической культуры. Вторая и третья функции – это умение переносить полученные знания в новую ситуацию и рост уровня поисковой деятельности.

На втором этапе исследования (1980-1986) продолжались поиски технологичных путей обучения математике. Основное внимание было уделено двум направлениям:

1) конструирование визуальных дидактических средств обучения математике,

2) организация поисковой деятельности учащихся в процессе обучения математике.

Апробировались различные ситуации учебной деятельности на уроках математики, уточнялись целевые установки исследования, проводились выборочные обследования учителей и школьников с целью выяснения возможностей использования визуального мышления при обучении математике. В этот период была сформулирована концепция *Визуальной Среды Обучения*.

Экспериментальные данные были получены в результате проведения учебной работы на подготовительных вечерних курсах при Мурманском высшем морском инженерном училище (МВИМУ) им. Ленинского комсомола и в экспериментальной группе подготовительного отделения этого вуза, а также на отдельных занятиях I курса МВИМУ (судоводительский, технологический, электромеханический факультеты), в 10-11 классах Мурманского морского лицея.

На третьем этапе (1986-1997) уточнялась концепция исследования, разрабатывался проект системы эффективного использования визуального мышления в предметном обучении. На основе предложенной концепции были сформулированы принципы формирования нового типа обучения – визуального урока, апробировано применение этих принципов в реализации такого урока в других предметных областях школы (химия, физика, биология, русский язык, немецкий язык, география, сольфеджио и музыкальная грамота).

Экспериментальные данные в этот период были получены в результате проведения учебной работы в школах и лицеях г. Мурманска, сельских и поселковых школах Мурманской области,

а также на практических занятиях и лекциях I и II курсов технологического факультета Мурманского государственного технического университета.

В результате сформировался принципиально новый подход к проблеме использования природного механизма – зрения – в процессе обучения.

В основу данного подхода положены:

1) информационная среда обучения, основанная на различных способах представления учебной знаковой информации;

2) дидактическая компонента обучения математике, обеспеченная набором визуальных средств обучения, определяющих действия учителя и помогающих учащимся в усвоении программного материала.

Научная новизна и теоретическая значимость данного исследования состоит в том, что в нем

– разработано новое научное направление в теории и методике преподавания математики, основанное на использовании визуального мышления учащегося как одной из ведущих сторон его учебной деятельности в обучении математике;

– впервые доказана возможность построения информационных сред, обеспечивающих широкий спектр параметров математического развития учащихся.

Практическая значимость работы состоит в разработке конкретных моделей учебной деятельности, создающих основу для визуальных способов и приемов обучения математике, в разработке общих приемов конструирования визуальной среды процесса обучения в целом.

На основе результатов исследования созданы

учебные пособия:

- «Векторы на плоскости и в пространстве» (конструирование информационной среды обучения);

- «Тригонометрия» и «Углы» (формирование и развитие стандартных зрительных образов);
- «Визуальная алгебра. Многочлены» (развитие поисковой деятельности учащихся);

а также книги для учителей:

- «Визуальные задачи для эпидиаскопа и дисплея» (класс визуальных задач и методические указания к их применению в процессе обучения),
- «Визуальные уроки» (модели визуальных уроков и распространение визуальной технологии обучения на другие предметные области школы).

На защиту выносятся основные результаты:

1. Теоретическое обоснование роли визуального мышления в процессе обучения математике.

2. Информационная среда как средство хранения, структурирования и представления информации, передачи, переработки и обогащения учебных информационных данных.

3. Общий подход к анализу взаимодействия ученика с информационной средой в процессе обучения математике, основанный на множественности форм представления и восприятия взаимосвязей математического знания.

4. Новый класс учебных математических задач, в решении которых ведущую роль играет зрение.

5. Модель дидактического обеспечения использования и развития визуального мышления в процессе обучения математике.

6. Структура гипертекстовых связей *Визуальной Среды Обучения*, основанная на специальных способах и приемах визуализации учебных

математических текстов для представления их на мониторе компьютера.

7. Новые подходы к организации продуктивной учебной деятельности в процессе изучения математики.

Внедрение результатов исследования осуществлялось в период с 1989 по 1997 годы.

В период с 1989 по 1990 год при участии автора были внедрены комплекты дидактических материалов для преподавания математики в школах и ПТУ, построенные на основе модели комплексного использования различных дидактических материалов на бумажной основе.

С 1994 по 1997 автором были разработаны и внедрены учебные пособия «Векторы на плоскости и в пространстве» (в 2 частях), «Тригонометрия» (в 2 частях), комплекты визуальных дидактических материалов по различным темам математических курсов для 8-11 классов.

На втором этапе исследования (1989-1993) продолжались поиски технологичных путей обучения математике, основное внимание было уделено двум направлениям: моделированию традиционных дидактических средств обучения математике, и моделированию поисковой деятельности учащихся в процессе обучения математике.

Апробировались различные ситуации учебной деятельности на уроках математики, уточнялись целевые установки исследования, проводились выборочные обучение учителей и обследования школьников с целью выяснения возможностей использования визуальной технологии при обучении математике.

В результате была сформулирована концепция *Визуальной Среды Обучения*, методика использования которой была применена автором на лекционных и практических занятиях по высшей математике, в практике работы учителей математики города

на уроках различных нематематических дисциплин в школах Октябрьского и Кольского округов Мурманской области.

Апробация результатов исследования была осуществлена на конференциях и семинарах:

1. Научно-практическая конференция МВИМУ (1988, 1994).

2. Научно-методическая конференция профессорско-преподавательского состава (МПИ, 1993).

3. Научно-практическая конференция учителей ПТУ Ленинграда и Ленинградской области (Ленинград, 1986).

4. Семинары по проблемам методики преподавания математики в Научно-Методическом Центре Математического Образования (Ленинград, 1984, 1989).

5. Научно-теоретическая конференция преподавателей вузов Министерства рыбной промышленности, секция физики и математики, МВИМУ им. Ленинского комсомола (Мурманск, 1986).

6. Научно-теоретическая конференция ЛГПИ им. Герцена, Герценовские чтения, секция «Методика преподавания математического анализа» (Ленинград, 1989).

7. Сейфуллинские чтения, подсекция «Методика преподавания математики и информатики» (Целиноград, 1989).

8. Третья Ленинградская научно-методическая конференция «Проблемы образования в области информатики, вычислительной техники и автоматизации», секция «Информатика в средних учебных заведениях» (Ленинград, 1989).

9. Семинары НИЧ ЛЭТИ (лаборатория преподавания математики, 1989-1990).

10. Научно-технические конференции профессорско-преподавательского состава МГАРФ, (Мурманск, 1994, 1997).

11. Областные и районные конференции и семинары учителей математики Мурманской области (Мурманск, 1992-1997).

12. Семинары по проблемам методики преподавания математики в Институте Продуктивного Обучения РАО (Санкт-Петербург, 1994, 1996).

13. Международная научно-методическая конференция «Математика в вузе – стандарты образования – Базовая подготовка» (Кострома, 1996).

14. 8-я научно-техническая конференция МГТУ (Мурманск, 1997).

15. Международная научно-методическая конференции «Северные университеты» (Мурманск, 1997).

Применение основных практических результатов данной работы отражено в 35 актах о внедрении, а также в 9 отчетах по НИР:

- «Представления учебной математической информации и их роль в развитии мышления обучающихся». №01860047056. – Мурманск, МГАРФ. – 3 этапа.
- «Разработка концептуальных основ перестройки математического образования» (НИЧ ЛЭТИ, УДК 519; 331/86.001.8: 51 № гос. рег. 0189001785, 1989).
- «Формирование и методические обеспечение курса математики в системе “Школа–Лицей–ВУЗ”». №0189001785, – Мурманск, МГАРФ 1994. – 3 этапа.
- Отчет по НИР ИПО РАО (договор №7/1 от 05.05.94).
- Монография «Человек в информационной среде» (НИР ИПО РАО в соавторстве 1996).

Основное содержание диссертации отражено практически более чем в 30 публикациях, среди которых здесь выделяем следующие:

1. Об изучении геометрии учащимися, обучающимися музыке // Математика в школе, №1, 1994.

2. Развитие визуального мышления на уроках математики (в соавторстве) // Математика в школе, №1, 1991.

3. Векторы на плоскости и в пространстве. Экспериментальные материалы для учителя и ученика: Учеб. пособие для уч-ся морского лицея, средних школ, курсантов (студентов) младших курсов вуза: – В 2 ч. – Мурманск, 1993. – Ч.I – 166 с. – (Ком. РФ по рыболовству. МГАРФ).

4. Векторы на плоскости и в пространстве. Экспериментальные материалы для учителя и ученика: Учеб. пособие для уч-ся морского лицея, средних школ, курсантов (студентов) младших курсов вуза: – В 2 ч. – Мурманск, 1993. – Ч.II – 159 с. – (Ком. РФ по рыболовству. МГАРФ).

5. Тригонометрия. Экспериментальные материалы для учителя и ученика: Учеб. пособие для уч-ся 8-9 кл. морского лицея и ср. школ. – В 2 ч. – Мурманск, 1994. – Ч.I – 122 с. – (Ком. РФ по рыболовству. МГАРФ).

6. Тригонометрия. Экспериментальные материалы для учителя и ученика: Учеб. пособие для уч-ся 8-9 кл. морского лицея и ср. школ. – В 2 ч. – Мурманск, 1994. – Ч.II – 159 с. – (Ком. РФ по рыболовству. МГАРФ).

7. Визуальные задачи для эпидиаскопа и дисплея. Экспериментальные материалы для учителей и родителей. В 2 ч. – Мурманск, 1994. – Ч.I – 146 с. – (Ком. РФ по рыболовству. МГАРФ).

8. Визуальные задачи для эпидиаскопа и дисплея. Экспериментальные материалы для учителей и родителей. В 2 ч. – Мурманск, 1994. – Ч.II – 180 с. – (Ком. РФ по рыболовству. МГАРФ).

9. Восстановление утраченных знаний и навыков (в соавторстве) // Математика в школе, №6, 1996.

10. Визуальные уроки. Книга для учителя. – СПб.: Свет, 1996.

11. Визуальная алгебра. Многочлены. Наглядные материалы для учителя и ученика – СПб.: издательство ТОО Компания БалтРус, 1997.– 112 с.

12. Визуальная алгебра. Многочлены. Наглядные материалы для учителей и родителей – СПб.: изд-во ТОО Компания БалтРус, 1997. – 131 с.

13. Информационная среда обучения. Монография (в соавторстве) – СПб.: Свет, 1997. – 400 с.

14. Визуальные тетради «Углы»: Визуальные материалы для учителя и ученика (5-7 классы). – Мурманск, 1997. – 45 с. – (Ин-т продуктивного обучения РАО, Мурманский гос. техн. ун-т).

Структура диссертации

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и приложения. Объем диссертации 350 страниц, из них на список использованной литературы приходится 18 страниц.

Основной текст работы содержит 100 иллюстраций и 17 таблиц, приложение, состоящее из пяти частей, занимает 150 страниц, пары которых (четная и нечетная) объединены либо по структуре, либо по принципу содержательной общности.

Практически все примеры и рисунки к ним, иллюстрирующие нашу идею, являются оригинальными и прошли экспериментальную проверку в различных классах общеобразовательной школы. Подавляющее большинство из них относится к предметной области «Математика», в отдельных случаях такие примеры будут содержать мате-

риалы других дисциплин, что позволит наглядно представить и обосновать общность важнейших положений нашего исследования.

Для удобства изложения большинство иллюстраций отнесены в приложение, нумерация страниц и иллюстраций которого продолжает нумерацию страниц и иллюстраций исследования.

Структурные связи содержания исследования с приложением отражает рисунок 01.

Таким образом, данное приложение является неотъемлемой частью самой диссертации.

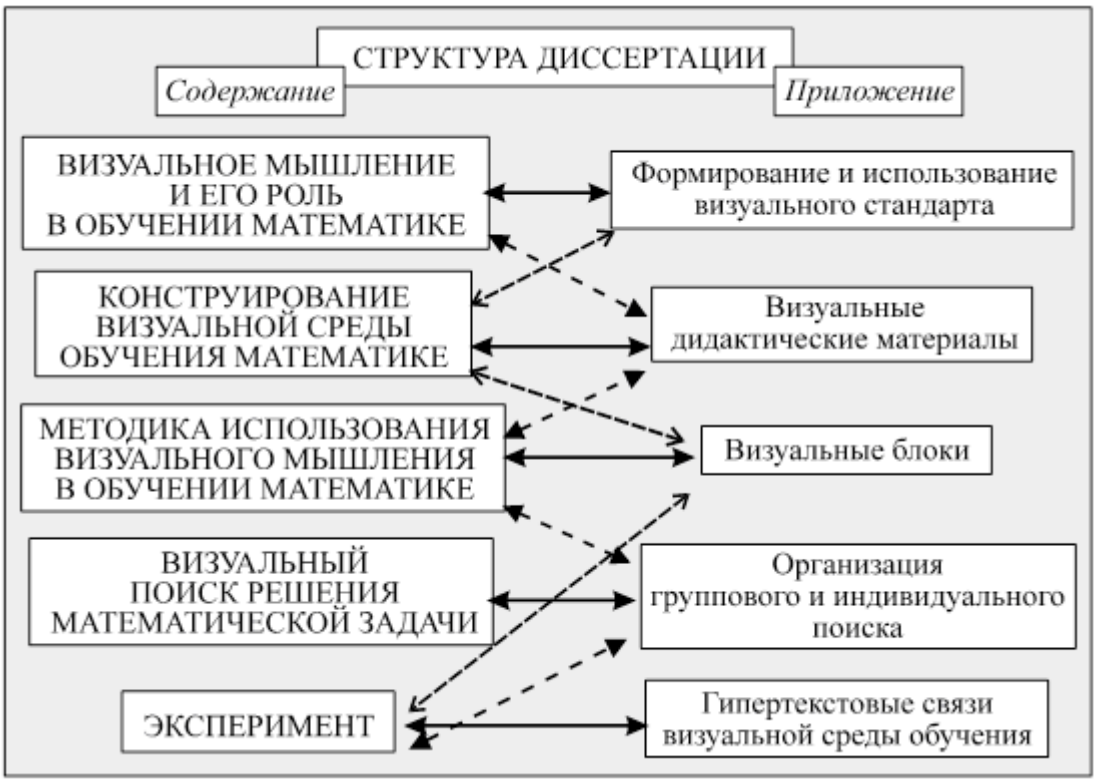

Рис. 01.

Структура диссертационного исследования