

На правах рукописи



Фирер Анна Владимировна

**РАЗВИТИЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ
ДЕЙСТВИЙ УЧАЩИХСЯ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ ПРИ ОБУЧЕНИИ
ПОНЯТИЯМ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЛИНИИ АЛГЕБРЫ
СРЕДСТВАМИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ**

13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания
(математика)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Красноярск – 2018

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Омский государственный педагогический университет»

Научный руководитель: доктор педагогических наук, профессор,
Далингер Виктор Алексеевич

Официальные оппоненты: **Брейтигам Элеонора Константиновна,**
доктор педагогических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный педагогический университет», кафедра алгебры и методики обучения математике, профессор

Тумашева Ольга Викторовна,
кандидат педагогических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева», кафедра математического анализа и методики обучения математике в вузе, доцент

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский педагогический государственный университет»

Защита диссертации состоится 31 мая 2018 г. в 15.00 на заседании диссертационного совета Д 999.032.03, созданного на базе ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», ФГБОУ ВО «Омский государственный педагогический университет», ФГБОУ ВО «Красноярский государственный педагогический университет имени В. П. Астафьева» по адресу: 660074, г. Красноярск, ул. Академика Киренского, 26, ауд. УЛК 1-12.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Сибирского федерального университета по адресу: www.sfu-kras.ru.

Автореферат разослан «___» _____ 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Баженова Ирина Васильевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Изменения, происходящие в современном российском обществе – необходимость в саморазвитии и непрерывном образовании, увеличение объема передаваемой информации, актуализирующее развитие новых (визуальных) способов ее представления, естественным образом касаются и системы образования, что находит отражение в федеральных государственных образовательных стандартах, в частности, в Федеральном государственном образовательном стандарте основного общего образования (ФГОС ООО). На первый план выходят идеи развивающего обучения, стимулирующие формирование личности, осознающей важность образования для жизни и будущей профессиональной деятельности, способной самостоятельно учиться, творчески мыслить и применять полученные знания на практике.

Изменение цели и требований к результатам образования, представленных в ФГОС ООО тремя группами: предметными, метапредметными и личностными, требует пересмотра используемых технологий, форм, методов и критериев оценки результатов учебно-воспитательного процесса.

Достижение метапредметных результатов осуществляется через формирование универсальных учебных действий (УУД), среди которых наиболее тесно с предметным содержанием связаны познавательные универсальные учебные действия (ПУУД). При этом рядом исследователей отмечается особая роль математики в их формировании и развитии.

В отличие от традиционной наглядности, использующей демонстрации и иллюстрации, визуализация, актуализирует потенциал визуального канала восприятия информации и когнитивной функции наглядности. Играя роль «моста» между чувственным и рациональным, визуализация обладает большим потенциалом для активизации и интенсификации учебно-познавательной деятельности, а следовательно, и для развития ПУУД.

Степень разработанности проблемы. Анализ диссертационных исследований показал активный интерес ученых к проблеме формирования и развития УУД при обучении различным учебным предметам. Исследователи рассматривают формирование и развитие УУД посредством: специально разработанной системы заданий и задач (Е. В. Яковлева); комплекса задач, обладающего свойствами целостности, делимости, структурности, интегративности, иерархичности (М. С. Соловьева); комплекса задач с модулем, включающим базовые, систематизирующие и интегрирующие типы задач (Е. А. Пустовит); навыков самостоятельного составления задач (М. А. Куприянова); межпредметных и подчиненных им понятий (О. А. Иванова); проектной технологии и включения учащихся в учебно-исследовательскую деятельность (Э. Г. Гельфман, А. Г. Подстригич, Л. А. Тепло-

ухова); комплекса учебных текстов и заданий, использующих предметный опыт учащихся (Л. Ю. Новикова). Вопросам развития ПУУД учащихся посвящены работы Л. И. Боженковой, Д. С. Елисеевой, О. В. Литовченко, С. В. Чоповой и др. В тоже время, вопросы, посвященные использованию средств визуализации в развитии ПУУД учащихся основной школы при изучении алгебры, недостаточно изучены. В теории и методике обучения математике исследования, посвященные наглядности и визуализации, представлены в работах М. И. Башмакова, В. А. Далингера, Д. Д. Ефремовой, Н. В. Иванчук, Д. А. Картежникова, О. О. Князевой, Н. А. Резник, П. Г. Сатьянова, А. Я. Цукаря, М. А. Чошанова, и др. Признавая несомненную теоретическую и практическую значимость данных исследований, следует отметить недостаточную разработанность методических основ процесса обучения алгебре, в частности понятиям функциональной линии, направленного на развитие ПУУД учащихся основной школы средствами визуализации.

Функциональная линия является одной из ведущих содержательно-методических линий школьного курса алгебры. Функциональная зависимость, являясь межпредметным понятием, способна объединить в единое целое не только все разделы школьной математики, но и другие учебные предметы. Отражая практическую направленность курса математики, тем не менее, понятия функциональной линии обладают высоким уровнем абстракции и, как показывает практика, являются довольно сложными для восприятия учащимися. Различным аспектам формирования понятий функциональной линии посвящены исследования И. В. Антоновой, О. А. Ивановой, О. О. Князевой, Н. Ю. Милованова, Е. В. Никольского, С. Ю. Попадьиной, Л. В. Тихоновой, Е. В. Турчановой и др. Однако, вопрос о роли визуализации процесса обучения понятиям функциональной линии в основной школе в аспекте развития ПУУД остается открытым.

Анализ процесса обучения математике в основной школе, нормативных документов, психолого-педагогической, научной и методической литературы по проблеме исследования позволил выявить следующие противоречия:

– *на социально-педагогическом уровне*: между возрастающими требованиями к уровню подготовки обучающихся и компетентности обучающихся, представленными в ФГОС ООО, и реально недостаточным состоянием школьного математического образования в России, зафиксированным в показателях ОГЭ и международных исследованиях (TIMSS, PISA);

– *на научно-педагогическом уровне*: между потенциальными возможностями математики в развитии метапредметных результатов образования и недостаточной разработанностью теоретических основ развития ПУУД при обучении математике;

– *на научно-методическом уровне*: между возможностями средств визуализации процесса обучения математике в развитии ПУУД учащихся основной школы

и используемыми методиками обучения математике, ориентированными в основном на словесно-символьное изложение учебного материала.

Необходимость разрешения указанных противоречий обуславливает **актуальность** диссертационного исследования и определяет его **проблему**: как организовать обучение учащихся основной школы понятиям функциональной линии с опорой на средства визуализации, обеспечивающее эффективное развитие у них ПУУД?

В рамках решения указанной проблемы была определена **тема** диссертационного исследования – «Развитие познавательных универсальных учебных действий учащихся основной школы при обучении понятиям функциональной линии алгебры средствами визуализации».

Ведущая идея исследования заключается в использовании в процессе развития ПУУД учащихся основной школы при обучении понятиям функциональной линии в курсе алгебры средств визуализации, сконструированных с опорой на различные сочетания способов представления учебной математической информации, соответствующих когнитивным стилям учащихся.

Объект исследования – процесс обучения алгебре учащихся основной школы.

Предмет исследования – развитие ПУУД учащихся основной школы посредством визуализации процесса обучения алгебре.

Цель исследования состоит в теоретическом обосновании и разработке методики развития ПУУД учащихся основной школы при обучении понятиям функциональной линии алгебры средствами визуализации.

В соответствии с проблемой, объектом, предметом и целью исследования была выдвинута **гипотеза**, состоящая в предположении, что при обучении понятиям функциональной линии в курсе алгебры средствами визуализации будет обеспечена положительная динамика уровня развития ПУУД учащихся основной школы, если:

– сконструировать средства визуализации (визуализированные задачи и визуальные модели представления учебной математической информации) с опорой на различные сочетания способов представления учебной математической информации (словесный, аналитический, графический) в соответствии с когнитивными стилями учащихся;

– обеспечить включенность учащихся в целенаправленную учебно-познавательную деятельность с комплексом разноуровневых визуализированных дидактических материалов посредством специальных методических приемов, в том числе с использованием средств информационно-коммуникационных технологий (ИКТ);

– разработать и реализовать модель и методику развития ПУУД учащихся основной школы, содержательную основу которых составляют визуализированные дидактические материалы, соответствующие этапам (мотивационно-диагностический, операционно-исполнительский, рефлексивно-оценочный) и уровням (репродуктивный, продуктивный, творческий) развития ПУУД.

Цель и гипотеза обусловили постановку и решение следующих **задач исследования**:

1. Определить психолого-педагогические основы развития ПУУД учащихся основной школы посредством визуализации процесса обучения алгебре.

2. Определить роль и место визуализации при обучении понятиям функциональной линии курса алгебры в развитии ПУУД учащихся основной школы и разработать комплекс визуализированных дидактических материалов.

3. Обосновать критерии отбора средств ИКТ для целесообразного использования в контексте визуализации процесса обучения понятиям функциональной линии.

4. Научно обосновать и разработать структурно-функциональную модель развития ПУУД учащихся основной школы в процессе обучения понятиям функциональной линии алгебры средствами визуализации.

5. Разработать методику развития ПУУД учащихся основной школы при обучении понятиям функциональной линии алгебры средствами визуализации и экспериментально проверить ее эффективность.

Методологическую основу исследования составляют:

– системный подход (С. И. Архангельский, В. П. Беспалько, В. В. Краевский, П. И. Пидкасистый, Э. Г. Юдин и др.), позволивший рассматривать процесс развития ПУУД учащихся основной школы при обучении понятиям функциональной линии средствами визуализации как систему взаимосвязанных компонентов;

– системно-деятельностный подход к организации учебного процесса (А. Г. Асмолов, Л. С. Выготский, П. Я. Гальперин, В. В. Давыдов, А. Н. Леонтьев, Д. Б. Эльконин и др.), ориентирующий на приоритетность активных методов обучения;

– личностно-ориентированный подход к обучению (Е. В. Бондаревская, С. И. Осипова, В. В. Сериков, И. С. Якиманская и др.), рассматривающий учащихся как субъектов образовательного процесса и подразумевающий учет их индивидуальных особенностей в процессе развития ПУУД средствами визуализации;

– когнитивно-визуальный подход (В. А. Далингер, Н. М. Ежова, Н. В. Иванчук, Д. А. Картежников, О. О. Князева, Н. А. Резник и др.) обеспечивающий широкое и целенаправленное использование в процессе обучения понятиям функциональной линии познавательной функции наглядности;

– концепция формирования универсальных учебных действий (А. Г. Асмолов, Г. В. Бурменская, И. А. Володарская и др.), позволяющая выделить основные результаты обучения понятиям функциональной линии через развитие ПУУД учащихся;

– задачный подход в обучении (Г. А. Балл, Ю. М. Колягин, Дж. Пойа, Г. И. Саранцев, Л. М. Фридман и др.), обосновывающий целесообразность создания и применения в процессе обучения понятиям функциональной линии комплекса визуализированных задач как средства развития ПУУД учащихся.

Теоретической основой исследования являются труды в области теории и методики обучения математике (Л. И. Боженкова, В. А. Далингер, А. Г. Мордкович, Г. И. Саранцев, Н. Л. Стефанова, Н. С. Подходова, В. А. Шершнева, Л. В. Шкерина и др.); исследования по проблеме усвоения информации и распознавания образов (Р. Арнхейм, В. Д. Глезер, Р. Л. Грегори, В. И. Жуковский, В. П. Зинченко и др.); теории поэтапного формирования умственных действий (П. Я. Гальперин, Н. Ф. Талызина и др.); теоретические основы информатизации образования (М. П. Лапчик, Е. И. Машбиц, В. М. Монахов, Н. И. Пак, И. В. Роберт и др.); исследования по проблеме учета когнитивных стилей в процессе обучения (Г. А. Берулава, М. Гриндер, Б. Л. Ливер, М. А. Холодная и др.).

Для решения поставленных задач и достижения цели исследования использовались следующие **методы исследования**: *теоретические* (сравнительный анализ философской, психолого-педагогической и научно-методической литературы по теме исследования; изучение и обобщение отечественного и зарубежного передового педагогического опыта); *эмпирические* (тестирование, наблюдение, анкетирование, беседа, педагогический эксперимент); *статистические методы измерения и математической обработки экспериментальных данных* (количественный и качественный анализ данных, метод Пирсона).

Эмпирическая база исследования: Лесосибирский педагогический институт – филиал ФГАОУ «Сибирский федеральный университет», муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Средняя общеобразовательная школа №9 города Лесосибирска» (МБОУ «СОШ №9»). В опытно-экспериментальной работе приняли участие студенты 1 курса физико-математического факультета и обучающиеся 7-9 классов. Всего в эксперименте участвовало 337 учащихся, 30 студентов и 53 учителя математики.

Личный вклад соискателя заключается в выдвижении научной идеи; в теоретическом обосновании идей и положений исследования, связанных с развитием ПУУД учащихся основной школы в процессе обучения понятиям функциональной линии алгебры средствами визуализации; в разработке модели и методики развития ПУУД учащихся основной школы в процессе обучения понятиям функциональной линии средствами визуализации; в разработке комплекса визуа-

лизированных задач; в непосредственном участии в получении и апробации результатов, представленных в диссертации и полученных в процессе обучения понятиям функциональной линии учащихся основной школы; в подготовке публикаций, представленных в научных журналах, материалах конференций.

Основные этапы исследования (2012–2018 гг.):

На *первом этапе* (2012-2013 гг.) был осуществлен теоретический анализ степени разработанности проблемы исследования, определены методология, цель и задачи исследования, сформулирована гипотеза исследования, уточнен понятийно-категориальный аппарат исследования, проведен констатирующий эксперимент.

На *втором этапе* исследования (2014-2015 гг.) разрабатывались модель и методика развития ПУУД учащихся основной школы в процессе обучения понятиям функциональной линии средствами визуализации, разрабатывался и апробировался комплекс визуализированных дидактических материалов, проводился поисковый эксперимент.

На *третьем этапе* исследования (2016-2018 гг.) был проведен формирующий педагогический эксперимент, обобщены и систематизированы результаты исследования, сформулированы выводы, оформлено диссертационное исследование.

Научная новизна результатов исследования состоит в следующем:

– разработана научная идея об обеспечении положительной динамики уровня развития ПУУД у учащихся основной школы в процессе обучения понятиям функциональной линии алгебры за счет целенаправленного включения в их учебно-познавательную деятельность разноуровневых визуализированных дидактических материалов (визуализированных задач и визуальных моделей представления учебной математической информации), сконструированных с опорой на различные сочетания способов представления учебной математической информации, соответствующих когнитивным стилям учащихся;

– предложены этапы и уровни развития ПУУД учащихся, критерии и характеристики уровней развития ПУУД, а также средства их диагностики, использующие дидактические функции визуализированных задач;

– предложена и научно обоснована структурно-функциональная модель развития ПУУД учащихся в процессе обучения понятиям функциональной линии средствами визуализации, состоящая из четырех взаимосвязанных компонентов: целевой, организационно-содержательный, технологический и критериально-оценочный;

– предложена типология визуализированных задач, явно или неявно использующих визуальные образы, построенная с учетом выделенных ПУУД учащихся: знаково-символическая деятельность (включая моделирование); умение структу-

рировать знания; поиск и выделение необходимой информации; определение основной и второстепенной информации; выбор наиболее рационального способа решения задачи в зависимости от конкретных условий; анализ объектов с целью выделения признаков; синтез как составление целого из частей; подведение под понятие, выведение следствий; выбор оснований и критериев для сравнения, сериации, классификации объектов.

– введена в соответствии с ведущей идеей исследования измененная за счет уточнения содержания трактовка понятия «визуализация учебной информации», предложенная Н. А. Неудахиной и О. С. Родя, предполагающая не только чтение и осмысление содержания учащимися представленного материала, но и его преобразование.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– доказана целесообразность использования визуализированных дидактических материалов в качестве средства развития ПУУД учащихся основной школы при обучении понятиям функциональной линии курса алгебры;

– применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс теоретических и эмпирических методов исследования в единстве с разработанным комплексом диагностических материалов для изучения динамики развития ПУУД учащихся основной школы в процессе обучения понятиям функциональной линии;

– изложены аргументы относительно классификации визуализированных задач по наличию визуального образа в условии и/или требовании задачи;

– раскрыто существенное противоречие между возможностями средств визуализации процесса обучения математике в развитии ПУУД учащихся основной школы и используемыми методиками обучения математике, ориентированными в основном на словесно-символьное изложение учебного материала;

– изучены причинно-следственные связи между реализацией методики развития ПУУД в процессе обучения понятиям функциональной линии средствами визуализации и динамикой уровней развития указанных действий;

– проведена модернизация методики развития ПУУД учащихся основной школы при обучении понятиям функциональной линии алгебры на основе теоретически обоснованной и разработанной структурно-функциональной модели.

Значение полученных результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

– разработана и внедрена в учебный процесс методика развития ПУУД учащихся основной школы средствами визуализации в процессе обучения понятиям функциональной линии алгебры, содержательную основу которой составляет разработанный комплекс визуализированных дидактических материалов;

– определены пределы и перспективы практического использования результатов теоретического исследования для развития ПУУД учащихся 7-9 классов, а также для других возрастных групп при условии разработки соответствующих визуализированных дидактических материалов;

– создан и применен диагностический комплекс, позволяющий определить уровни развития ПУУД у учащихся основной школы;

– представлены методические рекомендации для учителей математики в виде комплекса визуализированных дидактических средств (учебное пособие «Визуализированные задачи по алгебре. Функции и графики» с web-приложением, лабораторный практикум в среде GeoGebra, комплект «рабочих листов», интерактивные визуализированные задачи), обеспечивающего поэтапное развитие ПУУД учащихся основной школы в процессе обучения понятиям функциональной линии алгебры.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обусловлена тем, что:

– для экспериментальной части исследования показана воспроизводимость результатов для разных групп учащихся 7-9 классов;

– теория построена на согласованности базовых методологических положений системного, личностно-ориентированного, системно-деятельностного, когнитивно-визуального, задачного подходов, концепции формирования УУД, согласуется с опубликованными исследованиями других авторов по теме диссертации;

– использовано сравнение авторских данных с данными, полученными ранее по рассматриваемой проблеме исследования;

– установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике, в частности в исследованиях В. А. Далингера, О. А. Ивановой, О. О. Князевой, Н. А. Резник.

– идея развития ПУУД при обучении понятиям функциональной линии средствами визуализации базируется на анализе нормативных и литературных источников, связанных с темой диссертации, результатов проводимых ранее научных исследований, а также на обобщении передового отечественного и зарубежного педагогического опыта;

– использованы современные методики сбора и обработки экспериментальной информации, количественный и качественный анализ данных, графическое представление результатов, методы математической статистики.

Апробация и внедрение ведущих идей и результатов исследования осуществлялись в соответствии с основными этапами исследования в ходе теоретической и экспериментальной работы. Основные теоретические положения и результаты диссертационного исследования обсуждались на заседаниях кафедры высшей

математики, информатики и естествознания ЛПИ – филиала ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» (г. Лесосибирск, 2017, 2018), на городском научно-методическом семинаре «Актуальные проблемы математического образования» (КГПУ им. В. П. Астафьева, г. Красноярск, 2016, 2018); на объединенном семинаре аспирантов и соискателей ОмГПУ (г. Омск, 2017, 2018); на межвузовском семинаре «Актуальные проблемы педагогической науки и образовательной практики» (СФУ, г. Красноярск, 2018); были представлены на научно-практических конференциях различного уровня: городских научно-практических конференциях «Педагогические чтения», «Городской педагогический форум» (г. Лесосибирск, 2017), международных научно-практических конференциях «Герценовские чтения» (г. Санкт-Петербург, 2012, 2013, 2016, 2017) и «Педагогика и психология: тенденции и перспективы развития» (г. Волгоград, 2015), научно-методической конференции с международным участием «Информационные технологии в математике и математическом образовании» (г. Красноярск, 2014, 2016), научно-методической конференции с международным участием «Актуальные проблемы качества математической подготовки школьников и студентов: методологический, теоретический и технологический аспекты» (г. Красноярск, 2017).

По результатам исследования автором опубликовано 14 научных работ, в том числе 5 статей в научных журналах, рекомендованных ВАК МОиН РФ.

На защиту выносятся следующие положения:

1. Средства визуализации (визуализированные задачи и визуальные модели представления учебной математической информации), сконструированные с опорой на различные сочетания способов представления учебной математической информации (словесный, аналитический и графический) ориентированы на когнитивные стили учащихся и способствуют развитию у них ПУУД при обучении понятиям функциональной линии алгебры в основной школе.

2. Комплекс разноуровневых визуализированных задач и визуальных моделей представления учебной математической информации, составляющий содержательную основу разработанной методики, использующей специальные методические приемы (составление модели Фрейер, «дополни рисунок», «выдели цветом», распределение математических объектов по группам, «заполни таблицу» и др.) и средства ИКТ, актуализирует развитие ПУУД учащихся.

3. Структурно-функциональная модель развития ПУУД учащихся основной школы в процессе обучения понятиям функциональной линии средствами визуализации, состоящая из четырех взаимосвязанных компонентов (целевого, организационно-содержательного, технологического и критериально-оценочного), обеспечивает целенаправленное и планомерное развитие ПУУД.

4. Методика развития ПУУД учащихся основной школы в процессе обучения понятиям функциональной линии курса алгебры средствами визуализации, реали-

зубаемая с учетом разработанной структурно-функциональной модели, и содержательную основу которой составляют визуализированные дидактические материалы, разработанные с учетом этапов (мотивационно-диагностический, операционно-исполнительский, рефлексивно-оценочный) и уровней развития ПУУД (репродуктивный, продуктивный, творческий), обеспечивает положительную динамику уровней их развития.

Структура диссертации обусловлена логикой научного исследования. Диссертация состоит из введения, двух глав, заключения, списка литературы и приложений. Кроме текстовых материалов в диссертацию включены таблицы и рисунки.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во **введении** диссертации обоснована актуальность темы исследования, определены объект, предмет, сформулирована цель, выдвинута гипотеза исследования, определены задачи, охарактеризованы теоретико-методологические основы исследования, раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимость, достоверность и обоснованность полученных результатов, описана сфера апробации и внедрения результатов исследования, сформулированы положения, выносимые на защиту.

В первой главе **«Теоретические основы развития познавательных универсальных учебных действий учащихся основной школы в процессе обучения понятиям функциональной линии алгебры средствами визуализации»** представлены результаты теоретического анализа проблемы исследования: раскрыта сущность понятия «универсальные учебные действия», выделены ПУУД, которые преимущественно развиваются у учащихся средствами визуализации, рассмотрены психолого-педагогические основы развития ПУУД в процессе обучения алгебре, теоретически обоснованы роль и место визуализации в развитии ПУУД учащихся основной школы в процессе обучения понятиям функциональной линии алгебры, выделены средства ИКТ применимые для визуализации процесса обучения понятиям функциональной линии в контексте развития ПУУД и разработана модель развития ПУУД учащихся основной школы в процессе обучения понятиям функциональной линии курса алгебры средствами визуализации.

Согласно ФГОС ООО, развитие личности в системе образования обеспечивается, прежде всего, через формирование *универсальных учебных действий* – метапредметных результатов, составляющих основу важнейшей компетенции личности – *умения учиться*, как основной цели системы образования.

Анализ психолого-педагогической и методической литературы по проблеме формирования и развития УУД (А. Г. Асмолов, Л. И. Боженкова, Е. А. Пустовит, Л. А. Теплоухова и др.) позволил сделать вывод, что универсальные учебные дей-

ствия – это совокупность обобщенных действий учащихся, направленных на организацию своей учебной деятельности, ее осуществление и управление ею. Овладение учащимися УУД происходит в процессе освоения различных дисциплин, каждая из которых обладает соответствующим потенциалом для формирования УУД, определяемым функцией и содержанием учебного предмета. Соглашаясь с мнением Л. И. Боженковой, что в развитии логических ПУУД приоритет отдается школьному курсу геометрии, мы считаем, что именно изучение символического языка школьного курса алгебры играет важнейшую роль в развитии знаково-символических действий (включая моделирование), входящих в состав общеучебных ПУУД. Основу указанных действий учащихся в процессе обучения алгебре составляет умение осуществлять перевод (перекодировку) информации с одного способа представления на другой (вербальный, аналитический, графический).

Образовательный результат школьников будет зависеть от многообразия видов и уровней развития УУД. Уровни развития ПУУД определяются степенью выраженности критериев развития и характера учебно-познавательной деятельности учащихся, где в качестве критериев выступают знания и способы действий, приобретенные в процессе обучения понятиям функциональной линии алгебры. На основе исследований В. П. Беспалько, Д. С. Елисеевой, Е. А. Пустовит, выделены три уровня развития ПУУД: *репродуктивный, продуктивный и творческий*.

Развитие ПУУД – организованный, планомерный процесс, состоящий из трех этапов, выделенных с учетом функциональных компонентов учебно-познавательной деятельности и теоретических положений работ Л. И. Боженковой и Е. А. Пустовит. *Мотивационно-диагностический этап*, целью которого является диагностика наличного уровня развития ПУУД и мотивация к его повышению; *операционно-исполнительский*, целью которого является введение ПУУД, его осознание и совершенствование; *рефлексивно-оценочный этап*, предусматривающий определение динамики уровней развития ПУУД, самоконтроль, самооценку и самокоррекцию деятельности.

Развитие ПУУД осуществляется в соответствии с нормативно-возрастным развитием личностной и познавательной сфер ребенка. Осуществить более комфортный и плавный переход к теоретическому мышлению учащихся позволит визуализация учебной информации.

Учитывая, что ПУУД представляют собой совокупность качественно различных УУД, находящихся между собой в сложных динамических отношениях и объединенных общей целью функционирования, и отдавая приоритет *знаково-символическим действиям (включая моделирование)*, были выделены ПУУД, преимущественно развивающиеся у учащихся основной школы посредством визуализации процесса обучения алгебре: умение структурировать знания; поиск и выделение необходимой информации; определение основной и второстепенной ин-

формации; выбор наиболее рационального способа решения задачи в зависимости от конкретных условий; анализ объектов с целью выделения признаков; синтез как составление целого из частей; подведение под понятие, выведение следствий; выбор оснований и критериев для сравнения, сериации, классификации объектов.

Анализ работ по проблеме визуализации процесса обучения позволил уточнить определение визуализации учебной информации, предложенное Н. А. Неудахиной и О. С. Родя. Под *визуализацией учебной информации* мы понимаем отбор, структурирование и оформление учебного материала в визуальный образ, опирающиеся на различные способы предъявления информации и взаимосвязи между ними, способствующие активной работе мышления обучающихся при зрительном восприятии, осмыслении и/или преобразовании содержания представленного материала. Визуализация в процессе обучения понятиям функциональной линии предполагает наличие визуального образа в исходной учебной математической информации или требует от учащихся его создания или преобразования.

Исходя из возможностей визуализации процесса обучения понятиям функциональной линии курса алгебры, были выделены дидактические средства визуализации, направленные на развитие ПУУД учащихся: визуализированные задачи и визуальные модели представления учебной математической информации.

Расширить дидактические возможности визуализации учебной информации позволяют ИКТ. Опираясь на исследования М. С. Артюхиной, Ю. Ю. Гавронской, Е. В. Деминой, Н. Ю. Куликовой, С. В. Титовой, А. Г. Тихобаева и др., среди дидактических возможностей ИКТ была особо выделена интерактивность. Для выбора программных средств, при обучении понятиям функциональной линии, выделены следующие критерии: распространенность и доступность в образовательных учреждениях; дружественный русифицированный интерфейс; широкие графические возможности для создания качественной визуализации; наличие инструментов, позволяющих использовать в учебных материалах различные виды интерактивности; возможность работы без специальных знаний и навыков программирования. На их основании предложены программные средства, которые целесообразно использовать: система динамической математики GeoGebra; сервис Web 2.0 для создания интерактивных визуализированных задач Learningapps.org; программное обеспечение для интерактивных досок Smart Notebook (версии 14 и выше); MS PowerPoint для создания мультимедийных презентаций и сервисы Google диска (сайт, документы, презентации, формы).

Для целостного представления о процессе развития ПУУД в рамках нашего исследования была научно обоснована и разработана структурно-функциональная модель (рисунок 1). В соответствии со сложившейся в отечественной педагогике структурой педагогического процесса, в модели выделены целевой, организационно-содержательный, технологический и критериально-оценочный компоненты.

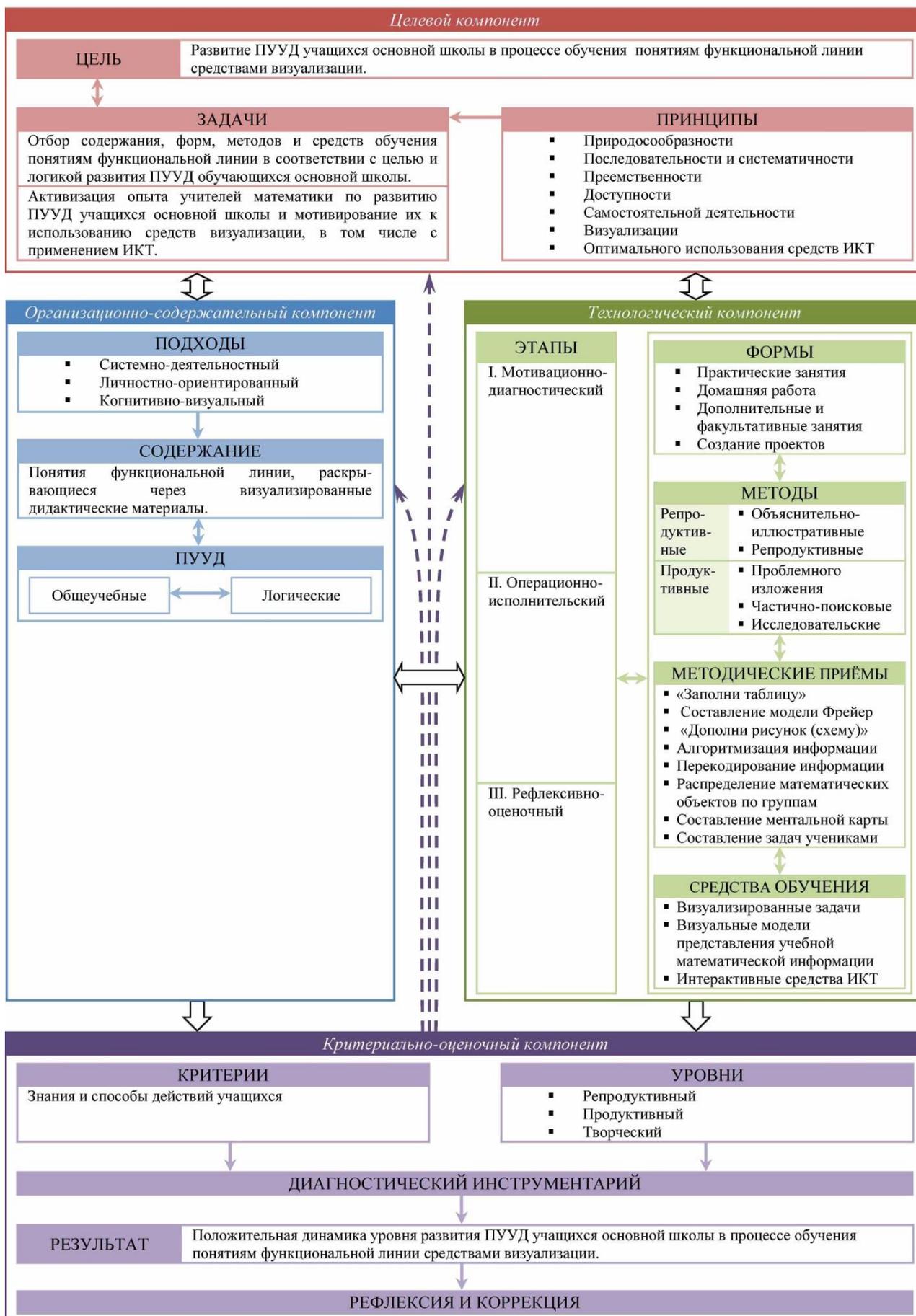


Рисунок 1 – Модель развития ПУУД учащихся основной школы в процессе обучения понятиям функциональной линии средствами визуализации

Целевой компонент рассматриваемой модели представляет собой подсистему, основными элементами которой являются цель, задачи и принципы, обеспечивающие достижение цели. Цель и задачи реализуются в соответствии с принципами, отражающими основные требования к организации и проведению педагогического процесса. Не отрицая важности дидактических принципов, лежащих в основе концепции математического образования, выделены наиболее значимые для нашего исследования принципы: природосообразности, последовательности и систематичности, преемственности, доступности, самостоятельной деятельности, визуализации и оптимального использования средств ИКТ.

Организационно-содержательный компонент модели включает в себя подходы к обучению (системно-деятельностный, личностно-ориентированный, когнитивно-визуальный), содержание обучения, виды развиваемых в процессе обучения понятиям функциональной линии учащихся основной школы ПУУД.

Технологический компонент рассматриваемой модели включает в себя систему форм, методов и приемов обучения, направленных на развитие ПУУД учащихся основной школы, тем самым позволяя ответить на вопрос: «как развивать ПУУД учащихся основной школы в процессе обучения понятиям функциональной линии алгебры средствами визуализации?».

Критериально-оценочный компонент модели представлен критериями, уровнями и показателями развития ПУУД учащихся основной школы, диагностическим инструментарием, анализом достижений, рефлексией результата и коррекцией процесса развития в случае необходимости.

Построенная модель ориентирована на положительную динамику уровня развития ПУУД учащихся основной школы в случае ее реализации как целостной системы.

Во второй главе **«Содержание и методические особенности средств визуализации в развитии познавательных универсальных учебных действий учащихся основной школы при обучении понятиям функциональной линии алгебры»** охарактеризован комплекс визуализированных задач, направленных на развитие ПУУД учащихся основной школы в процессе обучения понятиям функциональной линии курса алгебры, раскрыты методические особенности развития ПУУД в условиях визуализации процесса обучения, описаны организация и результаты педагогического эксперимента.

Анализ работ В. А. Далингера и О. О. Князевой позволил выделить определение визуализированной задачи, взятое за основу в нашем исследовании, с уточнением его дизъюнктивной формы: визуализированной назовем задачу, в которой образ явно или неявно задействован в условии или ответе, задает метод решения задачи, создает опору каждому этапу решения задачи либо явно или неявно сопутствует на определенных этапах ее решения.

Визуализированные задачи являются одним из основных средств визуализации при обучении понятиям функциональной линии курса алгебры; предназначены для формирования визуального образа, помогающего разрешать возникающие проблемы; ориентированы на различные когнитивные стили учащихся; служат инструментарием для развития и диагностики ПУУД учащихся.

Обобщая исследования В. А. Далингера, Д. А. Картежникова, П. Г. Сатьянова, Н. В. Щукиной была предложена классификация визуализированных задач по присутствию визуального образа в условии и/или ответе задачи: визуализированные задачи с явным присутствием графического образа и задачи с неявным присутствием графического образа. Все разнообразие типов визуализированных задач было представлено в виде модели (трехмерной матрицы), в основе которой лежат способы представления учебной математической информации: вербальный или словесный (С), аналитический (А), визуальный или графический (Г), с помощью которых представлено условие задачи или ответ к ней (рисунок 2).

Цветом выделены ячейки матрицы, соответствующие визуализированным задачам с неявным присутствием графического образа. Данная типология охватывает все возможные сочетания способов представления учебной математической информации, поэтому может служить ориентиром при конструировании и использовании визуализированных задач, направленных на развитие, в первую очередь, знаково-символических ПУУД и ориентированных на различные когнитивные стили учащихся.

Отв. Усл.	Г	А	С	АГ	ГС	АС	АГС
Г	гг	га	гс	г(АГ)	г(ГС)	г(АС)	г(АГС)
А	аг	АГА	АГС	А(АГ)	А(ГС)	АГАС	А(АГС)
С	сг	СГА	СГС	с(АГ)	с(ГС)	СГАС	с(АГС)
АГ	(АГ)г	(АГ)А	(АГ)С	(АГ)(АГ)	(АГ)(ГС)	(АГ)(АС)	(АГ)(АГС)
ГС	(ГС)г	(ГС)А	(ГС)С	(ГС)(АГ)	(ГС)(ГС)	(ГС)(АС)	(ГС)(АГС)
АС	(АС)г	АСГА	АСГС	(АС)(АГ)	(АС)(ГС)	АСГАС	(АС)(АГС)
АГС	(АГС)г	(АГС)А	(АГС)С	(АГС)(АГ)	(АГС)(ГС)	(АГС)(АС)	(АГС)(АГС)

Рисунок 2 – Типы визуализированных задач

Рассмотрим несколько примеров визуализированных задач разных типов.

Пример 1. Постройте график функции $y = -4x^2$.

Подобная задача является типичной для любого учебника алгебры, относится к типу АГ (символьно-графическая перекодировка) и является комфортной для учащихся с аналитическим когнитивным стилем и левополушарным доминированием.

Пример 2. Выделите цветом график функции (рисунок 3), заданной формулой $y = -4x^2$.

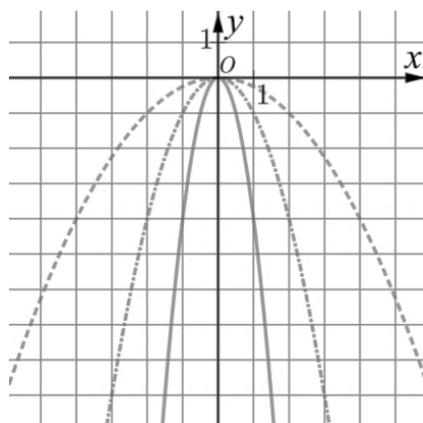


Рисунок 3 – Графики функций к примеру 2

Подобная задача является нетипичной для учебников алгебры, относится к типу (АГ)Г и является комфортной для учащихся с синтетическим и полнезависимым когнитивными стилями и правополушарным доминированием.

Содержание задач комплекса соответствует функциональной содержательно-методической линии школьного курса алгебры и составу выделенных ПУУД. В соответствии с уровнями развития ПУУД комплекс содержит задачи репродуктивного, продуктивного и творческого уровней.

Задачи репродуктивного уровня являются базовыми по теме и, как правило, не требуют от учащихся самостоятельного перекодирования, а содержат готовые элементы перевода. Чаще всего такие задачи представлены в тестовой форме закрытого типа на соответствие или в виде тест-матрицы. При решении задач репродуктивного типа учащиеся используют ранее усвоенную информацию об объектах, процессах или действиях, осуществляя известную алгоритмическую деятельность самостоятельно или «с подсказкой».

Визуализированные задачи, соответствующие продуктивному уровню, опираются на умение решать задачи репродуктивного уровня, содержат измененные условия, требующие от учащихся внести коррективы в свои действия, теоретические основы при этом остаются такими же. Такие задачи предполагают самостоятельное выполнение обучающимися несложных перекодировок (меньше трех видов представления учебной математической информации). Как правило, в таких задачах требуется преобразование усвоенной ранее учебной информации об объектах, процессах и действиях и их приспособление к ситуации в задаче.

Визуализированные задачи творческого уровня – задачи на сложные перекодировки, требующие, как правило, от обучающихся самостоятельного перекодирования информации всех трех способов представления (словесный, аналитический и визуальный). Решение данных задач опирается на решение задач предыдущих уровней, но содержит незнакомые для обучающихся ситуации, требующие от них самостоятельного поиска действий, ведущих к достижению цели.

Разработанный комплекс визуализированных задач положен в основу методики развития ПУУД учащихся основной школы в процессе обучения понятиям функциональной линии средствами визуализации, реализуемой в соответствии с представленной ранее моделью. Особенности данной методики являются следующие положения:

1. Визуализация процесса обучения понятиям функциональной линии в контексте развития ПУУД предполагает систематическое и целенаправленное использование визуализированных дидактических материалов на каждом из этапов учебного процесса: мотивационно-диагностическом, операционно-исполнительском и рефлексивно-оценочном.

2. Для развития ПУУД средствами визуализации используются следующие методические приемы: распределение математических объектов по группам, составление модели Фрейер, алгоритмизация информации, перекодирование информации, «дополни рисунок (схему)», «выдели цветом», «заполни таблицу», составление ментальных карт и др.

3. В процессе обучения понятиям функциональной линии курса алгебры целесообразно использовать средства интерактивной компьютерной визуализации, позволяющие учащимся оперировать графическими образами математических понятий и стимулирующими их инициативу в процессе обучения.

4. В процессе развития ПУУД следует сделать акцент на когнитивную функцию наглядности.

5. Содержание визуализированных дидактических материалов (комплекса визуализированных задач и визуальных моделей представления учебной информации) представлено различными сочетаниями способов представления учебной математической информации (аналитический, словесный и визуальный), ориентировано на различные когнитивные стили учащихся, тем самым способствует развитию выделенных ПУУД.

6. Визуализация в процессе развития ПУУД учащихся основной школы при обучении понятиям функциональной линии должна создавать условия не только для актуализации наличных когнитивных стилей учащихся, но и для обогащения и мобильности (гибкости) когнитивных стилей, подразумевающих возможность перехода с одного полюса стиля на другой в зависимости от собственных потребностей и требований учебной ситуации.

Следуя логике диссертационного исследования для проверки выдвинутой гипотезы, в соответствии с целью и задачами исследования, был проведен педагогический эксперимент, включающий три этапа: констатирующий, поисковый и формирующий. Опытнo-экспериментальной базой являлись Лесосибирский педагогический институт – филиал СФУ, МБОУ «СОШ №9» г. Лесосибирска и выборочно ряд школ Российской Федерации, участвующих в констатирующем этапе эксперимента. Всего в эксперименте участвовало 53 учителя математики общеобразовательных учреждений, 30 студентов 1 курса физико-математического факультета Лесосибирского педагогического института – филиала СФУ и 337 учащихся 7-9 классов МБОУ «СОШ №9» г. Лесосибирска.

На последнем этапе эксперимента приняло участие 242 учащихся (121 – в экспериментальных группах и 121 – в контрольных группах). Эксперимент проходил в естественных условиях, до начала эксперимента учащиеся контрольных и экспериментальных групп находились в одинаковых начальных условиях. В ходе формирующего этапа в экспериментальных группах обучение осуществлялось по разработанной нами методике развития ПУУД учащихся в процессе обучения понятиям функциональной линии алгебры средствами визуализации, а в контрольных группах – по традиционной методике.

Для исследования динамики развития ПУУД нами были проведены контрольные срезы в экспериментальных (ЭГ) и контрольных (КГ) группах до и после изучения разделов функциональной содержательно-методической линии в 7, 8 и 9 классах.

Распределение учащихся по уровням развития ПУУД представлено на диаграммах (рисунки 4-8), из которых прослеживается положительная динамика уровней развития ПУУД, при чем в большей степени в случае разработанной нами методики, чем при традиционной.

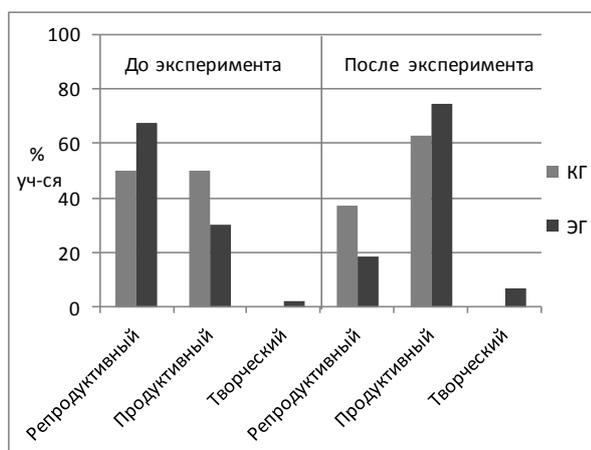


Рисунок 4 – Динамика развития ПУУД у учащихся 7 класса

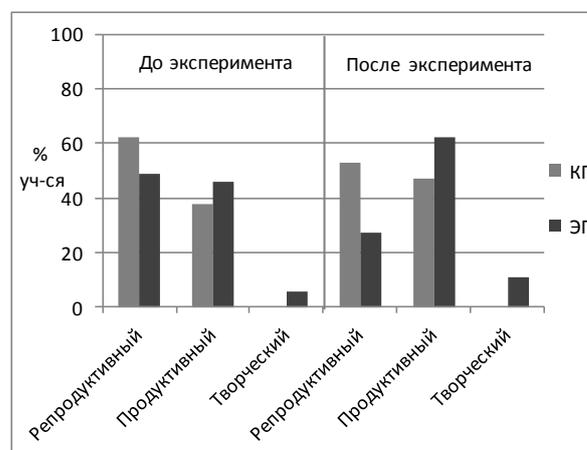


Рисунок 5 – Динамика развития ПУУД у учащихся 8 класса

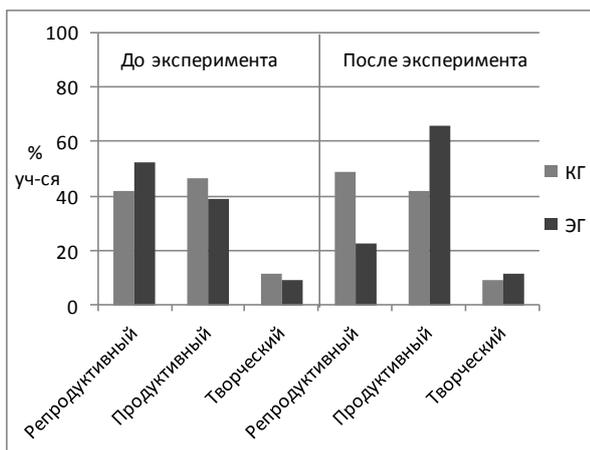


Рисунок 6 – Динамика развития ПУУД у учащихся 9 класса

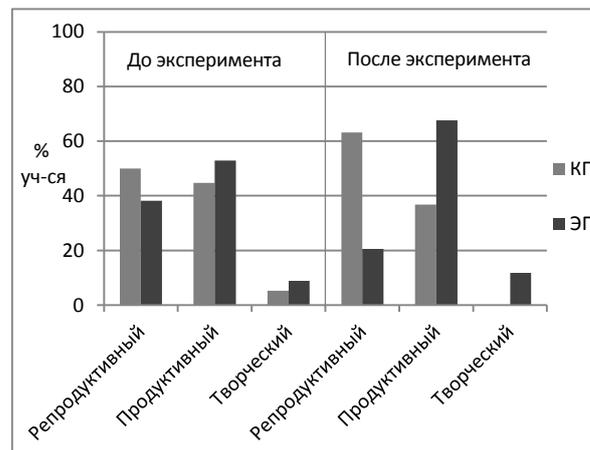


Рисунок 7 – Динамика развития ПУУД у учащихся 9 класса (2-ой год обучения)

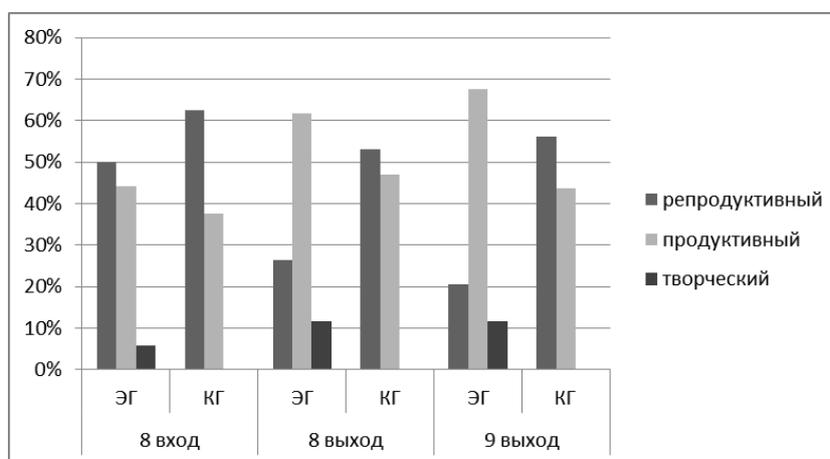


Рисунок 8 – Динамика развития ПУУД (случай пролонгированного эксперимента)

Для определения расхождения или согласия распределений уровней в экспериментальных и контрольных группах были сформулированы следующие гипотезы: нулевая гипотеза (H_0) – показатели развития ПУУД у учащихся КГ и ЭГ существенно не различаются; альтернативная гипотеза H_1 – показатели развития ПУУД у учащихся КГ и ЭГ различны. Для обеспечения достоверности результатов, полученных на начало и конец эксперимента, использовался критерий χ^2 Пирсона. Сопоставление уровней развития ПУУД учащихся контрольных и экспериментальных групп по критерию Пирсона до и после проведения формирующего этапа эксперимента представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Сопоставление уровней развития ПУУД учащихся

	7 классы	8 классы	9 классы (1-ый год)	9 классы (2-ой год)
$\chi^2_{\text{крит}}$	5,991	5,991	5,991	5,991
$\chi^2_{\text{эмп}}$ до эксперимента	4,374	2,518	0,953	0,951
Принятая гипотеза на начало эксперимента	H_0	H_0	H_0	H_0
$\chi^2_{\text{эмп}}$ после эксперимента	6,294	7,408	6,578	10,979
Принятая гипотеза на конец эксперимента	H_1	H_1	H_1	H_1

Полученные значения достоверно доказывают наличие существенных различий в распределении уровней развития ПУУД учащихся при уровне значимости 0,05. Таким образом, обработка результатов педагогического эксперимента подтвердила эффективность разработанной нами методики развития ПУУД учащихся при обучении понятиям функциональной линии средствами визуализации.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

В ходе исследования полностью подтвердилась гипотеза, решены поставленные задачи и достигнута цель исследования, получены следующие основные результаты и выводы, представленные в **заключении** диссертации.

1. На основе анализа психолого-педагогической и научно-методической литературы, а также нормативной документации выделены ПУУД, которые возможно и целесообразно развивать у учащихся основной школы посредством визуализации процесса обучения понятиям функциональной линии алгебры. Определены этапы развития выделенных ПУУД (мотивационно-диагностический, операционно-исполнительский и рефлексивно-оценочный) и уровни развития (репродуктивный, продуктивный, творческий).

2. Предложена классификация задач по наличию визуального образа в ее структурных компонентах. Уточнена и расширена типология визуализированных задач, позволяющая конструировать и использовать в учебном процессе задачи с визуальными образами, представленными в явном или неявном виде в условии и/или требовании задачи, ориентированные на различные когнитивные стили учащихся.

3. На основе уровней развития выделенных ПУУД определены типы визуализированных задач (репродуктивные, продуктивные и творческие), обеспечивающие планомерное развитие ПУУД.

4. Разработана структурно-функциональная модель и апробирована методика развития ПУУД учащихся основной школы в процессе обучения понятиям функциональной линии алгебры средствами визуализации. Отличительной чертой методики является использование в процессе обучения в соответствии с выделенными этапами и уровнями развития ПУУД визуализированных дидактических материалов (комплекса разноуровневых визуализированных задач и визуальных моделей представления учебной математической информации), сконструированных на основе различных сочетаний способов представления учебной математической информации, соответствующих когнитивным стилям учащихся.

5. Критерием динамики уровней развития ПУУД учащихся являются знания и способы действий, усвоенные ими в процессе обучения понятиям функциональной линии алгебры, а средством диагностики являются визуализированные задачи.

6. Экспериментально доказана с привлечением методов математической статистики эффективность разработанной методики развития ПУУД учащихся основной школы в процессе обучения понятиям функциональной линии алгебры средствами визуализации.

Полученные научные результаты могут быть использованы в качестве теоретической и практической основы для проведения дальнейших исследований: организация развития ПУУД средствами визуализации может быть адаптирована к учащимся любого возраста; методы и средства визуализации могут быть расширены и применены в рамках других содержательно-методических линий математики. Дальнейшее исследование может быть связано и с изучением процесса развития других видов УУД средствами визуализации.

Основные положения и результаты исследования отражены в следующих публикациях соискателя:

Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК МОиН РФ:

1. Фирер, А. В. Визуализация учебной информации как средство развития познавательных универсальных учебных действий школьников при обучении алгебре / А. В. Фирер // Вестник КГПУ им. В. П. Астафьева. – 2016. – №2(36). – С. 231-235.

2. Фирер, А. В. Визуализированные алгебраические задачи в контексте развития познавательных универсальных учебных действий / А. В. Фирер // Проблемы современного педагогического образования. Сер. : Педагогика и психология. : Ялта : РИО ГПА, 2017. – Вып. 56. – Ч. 8. – С. 247-255.

3. Фирер, А. В. Методика развития познавательных учебных действий учащихся при помощи средств визуализации в процессе обучения алгебре / А. В. Фирер // Научное мнение. – 2017. – №11. – С. 82-87.

4. Фирер, А. В. Совершенствование процесса развития познавательных универсальных учебных действий учащихся средствами визуализации / А. В. Фирер // Дискуссия. – 2017. – №10(84). – С. 104-110.

5. Фирер, А. В. Использование средств информационно-коммуникационных технологий в визуализации процесса обучения алгебре / А. В. Фирер // Вестник ТГПУ (TSPU Bulletin). – 2018. – №1(190). – С. 155-163.

Публикации в других изданиях:

6. Фирер, А. В. Реализация принципа наглядности посредством создания интерактивных демонстраций в системе Mathematica / А. В. Фирер, Т. Ю. Войтенко // Проблемы теории и практики обучения математике. Сб. научных работ по материалам Междунар. научн. конф. – СПб. : Изд-во РГПУ им А.И. Герцена, 2012. – С. 307-311.

7. Фирер, А. В. Система Mathematica при изучении некоторых математических дисциплин / Т. Ю. Войтенко, А. В. Фирер // Информационные технологии в мате-

матике и математическом образовании: Материалы III Всеросс. научно-методической конф. – Красноярск : Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева, 2014. – С. 12-16.

8. Фирер, А. В. Формирование познавательных универсальных учебных действий при обучении алгебре / А. В. Фирер // Педагогика и психология: тенденции и перспективы развития. Сб. науч. трудов по итогам международной научно-практической конференции. – Волгоград: ИЦРОН. – 2015. – № 2. – С.76-78.

9. Фирер, А. В. GeoGebra как средство визуализации процесса обучения алгебре / А. В. Фирер, Н. В. Иванова // Информационные технологии в математике и математическом образовании. Материалы V Всеросс. научно-методической конф. – Красноярск: Краснояр. гос. пед. ун-т им. В. П. Астафьева, 2016. – С. 87-91.

10. Фирер, А. В. Интерактивные средства визуализации в обучении алгебре / А. В. Фирер // Проблемы теории и практики обучения математике. Сб. науч. работ, представляемых на Международ. науч. конф. «69 Герценовские чтения». – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2016. – С.156-159.

11. Фирер, А. В. Интерактивные визуализированные упражнения в обучении алгебре / А. В. Фирер, Л. Б. Новикова, И. А. Падалко // Проблемы теории и практики обучения математике. Сб. науч. работ, представленных на Международ. науч. конф. «70 Герценовские чтения». – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2017. – С. 99-102.

12. Фирер, А. В. Использование динамической системы математики GeoGebra как средства визуализации в процессе обучения алгебре [Электронный ресурс] / А. В. Фирер, Н. В. Иванова, И. А. Падалко // Педагогический поиск: от профессионального мастерства педагога к образовательным результатам учащихся. Сб. методических материалов по итогам науч.-практ. конференции «Городские педагогические чтения» [Электронный ресурс] . – Лесосибирск, 2017. – Режим доступа: <http://www.mimc.org.ru/ru-RU/metodicheskie-sobytiya> (дата обращения: 17.10.2017).

13. Фирер, А. В. Модель Фрейер как средство развития познавательных универсальных учебных действий учащихся основной школы в процессе обучения функциональным понятиям / А. В. Фирер, Н. В. Иванова, И. А. Падалко // Актуальные проблемы качества математической подготовки школьников и студентов: методологический, теоретический и технологический аспекты : материалы V Всероссийской с международным участием научно-методической конференции. Красноярск, 16-17 ноября 2017 г. Краснояр. гос. пед. ун-т им. В. П. Астафьева. – Красноярск, 2017. – С. 105-110.

Учебное пособие

14. Фирер, А. В. Визуализированные задачи по алгебре. Функции и графики: учеб. пособие / А. В. Фирер. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2017. – 272 с.