

На правах рукописи



САРЫГЛАР САЙДЫС ВАСИЛЬЕВНА

Направление подготовки 13.00.02 – теория и методика обучения и
воспитания (математика)

НАУЧНЫЙ ДОКЛАД

**об основных результатах подготовленной научно-
квалификационной работы**

**МЕТОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ АЛГЕБРЕ
ОБУЧАЮЩИХСЯ 7 КЛАССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНИМАЦИИ
В СРЕДЕ GEOGEBRA**

Красноярск – 2021

Работа выполнена на кафедре математики и методики обучения математике
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Красноярский государственный педагогический
университет им. В.П. Астафьева

Научный руководитель:

кандидат физико-математических наук, профессор
Ларин Сергей Васильевич

Рецензенты:

доктор педагогических наук, профессор
Шкерина Людмила Васильевна

кандидат педагогических наук,
доцент кафедры высшей математики
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный
университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева
Лозовая Наталья Анатольевна

Актуальность исследования. С развитием компьютерных технологий сформировался заказ общества на цифровизацию образования. Сегодня цифровизация обучения математике из активно обсуждаемой темы переходит в разряд насущной стратегически важной задачи государства. Это нашло отражение в инициативе «Наша новая школа», ФГОС ООО, разделе «развитие образования» «Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года», положениях «Стратегии развития образования до 2030 года».

В докладе «Математическое образование: настоящее и будущее» на Всероссийской конференции «Математика и общество. Математическое образование на рубеже веков» в г. Дубна ректор МГУ академик В.А. Садовничий сказал: «Ясно, что с появлением компьютеров мир математики, безусловно, стал меняться. Изменяются не только математическое мышление, математические методы, но и научное мировоззрение в целом».

В обращении Совета Российского союза ректоров высших учебных заведений к государственным и политическим деятелям, представителям академических и деловых кругов (Москва, 2000 год) говорится: «Человечество вступает в новое столетие. XXI век будет веком знаний, веком информации, веком стремительного развития новых технологий. Со всей очевидностью это требует расширения масштабов и роста уровня образования, улучшения качества подготовки специалистов».

В своем докладе В.А. Садовничий говорит: «...так уж сложилось историческое развитие математического образования в мире, что оно давно разделено на три как бы самостоятельных острова – профессиональное математическое образование, общее математическое образование и математическое просвещение. Всякие реформы, затеваемые в математическом образовании, – это в основном попытки навести какие-то мосты между названными островами. Но если раньше такие реформы предпринимались, как правило, в рамках отдельных стран и строились национальными математическими архитекторами, то теперь дело в корне меняется. Появился наднациональный реформатор математического образования. У него, как у Януса, – два лика. Один лик – это компьютеризация образования, второй – глобализация мира. Мосты, которые могут быть наведены между островами в математическом образовании в процессе компьютеризации и глобализации, несомненно, не обойдут стороной и Россию. Этого не понимать и с этим не считаться нельзя. Как, каким образом нам поступать и действовать, чтобы не остаться в стороне от происходящего с математическим образованием в мире и по максимуму использовать внешние и внутренние обстоятельства для дальнейшего улучшения нашей отечественной системы математического образования?»

Цифровизация образования естественным образом распадается на две составляющих: коммуникативную и технологическую. Коммуникативная часть – это дистанционное обучение, административный документооборот, связь учебного заведения с общественностью и др. Использование анимационных рисунков на уроках алгебры 7 класса, чему посвящено наше исследование, относится к технологической части цифровизации обучения. При создании

анимационных рисунков мы использовали свободно распространяемую программу GeoGebra.

Согласно ФГОС среднего (полного) общего образования необходимость овладения информационными технологиями в процессе изучения предметной области «Математика и информатика» определены следующими требованиями к предметным результатам освоения базового курса математики: использование готовых компьютерных программ, в том числе для поиска пути решения и иллюстрации решения уравнений и неравенств; владение навыками использования готовых компьютерных программ при решении задач; сформированность представлений о компьютерно-математических моделях и необходимости анализа соответствия модели и моделируемого объекта.

Степень разработанности проблемы. Теоретико-методологическими основами исследования являются:

-концепция информатизации образования (С.А. Бешенков, Я.А. Ваграменко, А.П. Ершов, А.А. Кузнецов, В.М. Монахов, И.В. Роберт и др.);

-деятельностный подход в образовании и его применение к обучению математике (Л.С. Выгодский, В.В. Давыдов, О.Б. Епишева, Н.Х. Розов, М.В. Шабанова и др.);

-лично-ориентированный подход в образовании и его применение к обучению геометрии (В.А. Гусев, Н.С. Подходова, Е.И. Смирнов, И.С. Якиманская и др.);

-исследовательский подход в образовании и его применение к обучению геометрии (Н.Г. Алексеев, Т.А. Иванова, А.В. Леонтович, М.И. Махмутов, Н.И. Мерлина, А.С. Обухов, Н.Н. Поддъяков, А.И. Савенков, Л.С. Фомина, Л.В. Форкунова, М.В. Шабанова, А.В. Ястребов и др.);

-философские и методологические основы обучения доказательству в математике (О.Б. Епишева, А.Л. Жохов, О.В. Зимица, Т.А. Иванова, В.В. Мадер, Н.В. Метельский, Дж. Пойа, А. Пуанкаре, Г.И. Саранцев, А.А. Столяр, В.А. Тестов, В.А. Успенский, Л.М. Фридман, Дж. Ханна, А.В. Ястребов и др.);

-когнитивно-визуальный подход к обучению геометрии и его психологические основы (Р. Арнхейм, Д. Гильберт, В.А. Далингер, М. Иден, С. Конн-Фоссен, Н.А. Резник и др.);

-концептуальные основы использования динамических геометрических систем (типа GeoGebra, Живая математика и др.) в обучении математике (С. Гроздев, В.А. Далингер, Н. Джакив, В.Н. Дубровский, С.Г. Иванов, Ж.-М. Лаборд, В.Р. Майер, С.Н. Поздняков, В.И. Рыжик, Т.Ф. Сергеева, Х. Шуман, М. Хохенватер, М.В. Шабанова, Г.Б. Шабат и др.);

-теория педагогического эксперимента и статистической обработки результатов (В.В. Афанасьев, В.И. Загвязинский, А.Д. Наследов, Е.В. Сидоренко и др.).

Анализ диссертационных исследований показал интерес учёных к проблемам создания и использования анимационного контента на уроках математики (В.И. Рыжик, В.Р. Майер, М.В. Шабанова, М.А. Павлова и др.). Вместе с тем, остро ощущается нехватка подобных исследований прежде всего для практической дидактики школьного обучения математике.

Представляется целесообразным в технологической части цифровизации обучения математике выделить две составляющих: создание анимационного компьютерного контента в виде Альбомов анимационных рисунков, готовых для использования на уроках математики, и дидактика использования анимационных рисунков на уроках. Практикующему учителю математики нужно предложить готовые анимационно-компьютерные дидактические материалы, от которых он не смог бы отказаться в виду очевидной их несомненных дидактических достоинств, повышающих уровень понимания и степень усвоения учебного материала. С другой стороны, учитель, убедившись в эффективности новой методики, сам начинает творить в этом направлении и из разряда пользователей переходит в разряд создателей анимационных рисунков для своих уроков.

Пока же ощущается острая нехватка как создателей, так и пользователей анимационного контента в том числе и научно-методической разработанности этих вопросов. Это и обусловило выбор наших исследований.

Актуальность исследования обусловлена наличием следующих противоречий:

– *на социально-педагогическом уровне:* между потребностями государства и общества в подготовке личности, готовой раскрыть свой творческий потенциал в условиях цифровой экономики и цифровизации общественных отношений готовности и чрезвычайно слабым введением этих новых идей в практику современного школьного образования;

– *на научно-педагогическом уровне:* между дидактическим потенциалом использования анимационных возможностей компьютерных сред в обучении математике и недостаточной разработанностью научно-педагогических основ процесса использования анимационного контента на уроках математики;

– *на научно-методическом уровне:* между возможностью формирования более эффективной методики обучения математике и отсутствием теоретических основ методической концепции обучения математике в школе с использованием компьютерной анимации.

Необходимость разрешения данных противоречий позволяет обозначить **проблему исследования:** разработка методической системы обучения алгебре обучающихся 7 классов с использованием анимации в среде GeoGebra и создание соответствующего анимационного контента.

Ведущая идея исследования заключается в подтверждении следующей **гипотезы исследования:** использование анимационных рисунков на уроках алгебры 7 класса повышает уровень понимания и усвоения учебного материала, способствует формированию личности, готовой раскрыть свой творческий потенциал в условиях цифровизации экономики и общественных отношений

Цель исследования. Выполняя заказ общества по цифровизации обучения математике, мы выбрали алгебру 7 класса, где во многом закладываются основные базовые понятия – выражение с переменными, функция, многочлен, системы линейных уравнений. Наша задача – эффективно использовать анимационные рисунки для понимания и успешного усвоения этих понятий.

Для достижения поставленной цели и проверки выдвинутой гипотезы необходимо было решить ряд **исследовательских задач**:

1. Выявить на основе анализа научной и методической литературы, опыта работы учителей математики, использующих компьютерные технологии на своих уроках, современное состояние проблемы формирования готовности учителей и учащихся основной школы к систематическому использованию анимационного контента.

2. Создать методическую систему обучения алгебре 7 класса с использованием анимационных возможностей среды GeoGebra.

3. Создать альбом анимационных рисунков для сопровождения изложения учебного материала и тестирования усвоения знаний с описанием построений и методическими комментариями об использовании на уроках.

4. Экспериментально проверить результативность разработанной методики обучения алгебре 7 класса с использованием анимационных рисунков.

5. В соавторстве с С.В. Лариным создать учебное пособие для учителей и студентов «Алгебра 7 класса с анимационными рисунками».

Объект исследования: процесс обучения алгебре обучающихся в 7 классе основной общеобразовательной школы.

Предмет исследования: Методическая система обучения алгебре обучающихся 7 классов с использованием анимации в среде GeoGebra.

Гипотеза исследования – использование анимационных рисунков на уроках алгебры 7 класса повышает уровень понимания и усвоения учебного материала, способствует формированию личности, готовой раскрыть свой творческий потенциал в условиях цифровизации экономики и общественных отношений

Для достижения поставленной цели и проверки выдвинутой гипотезы необходимо было решить ряд **исследовательских задач**:

1. Выявить на основе анализа научной и методической литературы, опыта работы учителей математики, использующих компьютерные технологии на своих уроках, современное состояние проблемы формирования готовности учителей и учащихся основной школы к систематическому использованию анимационного контента.

2. Создать методическую систему обучения алгебре 7 класса с использованием анимационных возможностей среды GeoGebra.

3. Создать альбом анимационных рисунков для сопровождения изложения учебного материала и тестирования усвоения знаний с описанием построений и методическими комментариями об использовании на уроках.

4. Экспериментально проверить результативность разработанной методики обучения алгебре 7 класса с использованием анимационных рисунков.

5. Создать (в соавторстве с С.В. Лариным) учебное пособие «Алгебра 7 класса с анимационными рисунками».

Методологическую основу исследования составили:

-концепция информатизации образования (С.А. Бешенков, Я.А. Ваграменко, А.П. Ершов, А.А. Кузнецов, В.М. Монахов, И.В. Роберт и др.);

-деятельностный подход в образовании и его применение к обучению математике (Л.С. Выгодский, В.В. Давыдов, О.Б. Епишева, Н.Х. Розов, М.В. Шабанова и др.);

-лично-ориентированный подход в образовании и его применение к обучению геометрии (В.А. Гусев, Н.С. Подходова, Е.И. Смирнов, И.С. Якиманская и др.);

-исследовательский подход в образовании и его применение к обучению геометрии (Н.Г. Алексеев, Т.А. Иванова, А.В. Леонтович, М.И. Махмутов, Н.И. Мерлина, А.С. Обухов, Н.Н. Поддъяков, А.И. Савенков, Л.С. Фомина, Л.В. Форкунова, М.В. Шабанова, А.В. Ястребов и др.);

-философские и методологические основы обучения доказательству в математике (О.Б. Епишева, А.Л. Жохов, О.В. Зимица, Т.А. Иванова, В.В. Мадер, Н.В. Метельский, Дж. Пойа, А. Пуанкаре, Г.И. Саранцев, А.А. Столяр, В.А. Тестов, В.А. Успенский, Л.М. Фридман, Дж. Ханна, А.В. Ястребов и др.);

-когнитивно-визуальный подход к обучению геометрии и его психологические основы (Р. Арнхейм, Д. Гильберт, В.А. Далингер, М. Иден, С. Конн-Фоссен, Н.А. Резник и др.);

-концептуальные основы использования DGS в обучении математике (С. Гроздев, В.А. Далингер, Н. Джакив, В.Н. Дубровский, С.Г. Иванов, Ж.-М. Лаборд, В.Р. Майер, С.Н. Поздняков, В.И. Рыжик, Т.Ф. Сергеева, Х. Шуман, М. Хохенватер, М.В. Шабанова, Г.Б. Шабат и др.);

-теория педагогического эксперимента и статистической обработки результатов (В.В. Афанасьев, В.И. Загвязинский, А.Д. Наследов, Е.В. Сидоренко и др.).

Для решения поставленных задач были использованы следующие **методы исследования**:

– *теоретические*: анализ зарубежной и отечественной научно-методической и психолого-педагогической литературы по проблеме исследования, нормативных документов, изучение и обобщение педагогического опыта, классификация и систематизация полученных данных, теоретическое моделирование учебного процесса, методическое проектирование экспериментально-исследовательского развивающего го обучения;

– *эмпирические*: проведение педагогического эксперимента, наблюдение, анкетирование, тестирование; статистические методы обработки экспериментальных данных;

– *статистические*: непараметрические методы статистического анализа данных педагогического эксперимента.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

1. Создана концепция методической системы обучения алгебре 7 класса с использованием компьютерной анимации в среде GeoGebra.

Предлагаемая нами концепция компьютерной поддержки курса алгебры 7 класса раскрывается с помощью следующих педагогических принципов: принцип современности, принцип наглядности, принцип использования компьютерных средств в качестве инструмента познания, принцип систематичности использования компьютерных технологий.

Согласно концепции, анимационные рисунки естественным образом входят в состав дидактических средств учителя на уроке как элемент технологии обучения.

Теоретическая значимость результатов исследования состоит:

- в уточнении понятий анимация и анимационный рисунок; анимацию мы понимаем широко: в обычном понимании как смену стационарных рисунков, имитирующую «непрерывное» движение (например, моделируется некоторое движение и одновременно непрерывно вычерчивается график этого движения); кроме того, используется текстовая анимация с помощью условий видимости текста; а также используется специальная встроенная анимация, позволяющая управлять значениями параметров в формулах;

- в описании концепции методической системы обучения алгебре 7 класса с использованием анимации в среде GeoGebra;

- в описании роли и значения компьютерной анимации на уроках алгебры 7 класса

Практическая значимость результатов исследования состоит в следующем:

1) Создан Альбом анимационных рисунков, готовых к использованию на уроках алгебры в 7 классах с целью сопровождения изложения учебного материала на уроках, тестирования усвоения знаний учащихся, учебно-исследовательского экспериментирования, визуализации алгебраических понятий и утверждений.

2) Совместно с профессором С.В. Лариным создано учебно-методическое пособие «Алгебра 7 класса с анимационными рисунками» (принято к изданию Тувгу на 2022 г.) с компьютерным приложением в виде Альбома анимационных рисунков, где дано описание построения рисунков и методика использования на уроках. Пособие адресовано учителям математики и будущим учителям – студентам математических специальностей, желающих уже на студенческой скамье приобщиться к компьютерным технологиям обучения математике.

3) Проведен эксперимент по апробированию разработанной методической системы с использованием методического пособия и Альбома анимационных рисунков, и представлен результат эксперимента.

Экспериментальная база исследования. В качестве базы проведения эксперимента на всех его этапах выступала МБОУ Гимназия №5 г. Кызыла.

Основные этапы исследования.

Первый этап (Подготовительный этап, 2017-2018 гг.) был направлен на:

✓ изучение литературы, теоретический анализ проблемы исследования;

✓ разработки уроков использования анимационных возможностей в среде Geogebra;

✓ выбор классов для отслеживания результатов эксперимента, проведение констатирующего эксперимента;

Второй этап (2018-2019 гг.). Проведение уроков алгебры в 7 классе с использованием анимационных рисунков с целью введения и отработки ключевых алгебраических понятий на базе демонстрации характерных вводных

примеров, с целью осуществления алгоритмических решений с устранением вычислительных трудностей, с целью оперативного тестирования усвоения знаний, с целью экспериментирования и поддержки экспериментально-исследовательского стиля обучения.

Третий этап (Обобщающий этап, 2019-2021 гг.) Обработка результатов эксперимента, обобщение опыта работы, подтверждение справедливости гипотезы о том, что использование компьютерной анимации в среде GeoGebra является средством повышения уровня понимания и усвоения учебного материала и, как следствие, повышение уровня успеваемости по предмету.

Совместная с С.В. Лариным работа по созданию учебно-методического пособия «Алгебра 7 класса с анимационными рисунками».

Личный вклад соискателя заключается:

- в формулировке проблемы исследования;
- в выдвижении научной идеи исследования;
- в теоретическом обосновании идей и положений исследования, связанных с созданием концепции методической системы обучения алгебре обучающихся 7 класса с использованием компьютерной анимации в среде GeoGebra;
- в проведении эксперимента по апробации методики обучения алгебре 7 класса с использованием анимационных рисунков
- в соавторстве при создании учебно-методического пособия «Алгебра 7 класса с анимационными рисунками», которое будет опубликовано издательством ТувГУ в 2022 г.

По содержанию учебное пособие ориентировано на учебник Макарычева и др. Алгебра 7 класса, но несколько перекрывает его. В частности, рассматриваются пропедевтические прикладные задачи на функциональную зависимость, прикладные задачи физического содержания на равномерное движение и др. В прилагаемом Альбоме анимационных рисунков собраны около 70 анимационных рисунков, готовых к использованию на уроке в качестве сопровождения изложения учебного материала, тестирования усвоения знаний учащихся, учебно-исследовательского экспериментирования, визуализации алгебраических понятий и утверждений.

Достоверность результатов исследования определяется следующим:

- теория построена на основе системного, системно-деятельностного, синергетического, задачного подходов с опорой на основные теоретические и методологические положения использования активных методов обучения;
- идея создания методической системы обучения алгебре обучающихся 7 классов с использованием анимационных рисунков базируется на результатах анализа государственных документов о цифровизации образования в Российской Федерации, согласуется с опубликованными исследованиями других авторов по теме диссертации;
- для экспериментально-практического компонента исследования проиллюстрирована возможность тиражирования предложенной методики обучения;
- использованы современные методики сбора и обработки экспериментальной информации, количественный и качественный анализ

данных, графическое представление результатов, методы математической статистики.

Апробация и внедрение результатов исследования осуществлялись:

- через применение результатов исследования в практике работы;
- через выступления с сообщениями;

- на кафедре математики и методики обучения математике ИМФИ КГПУ, на различных конференциях;

- через публикации статей в научных журналах.

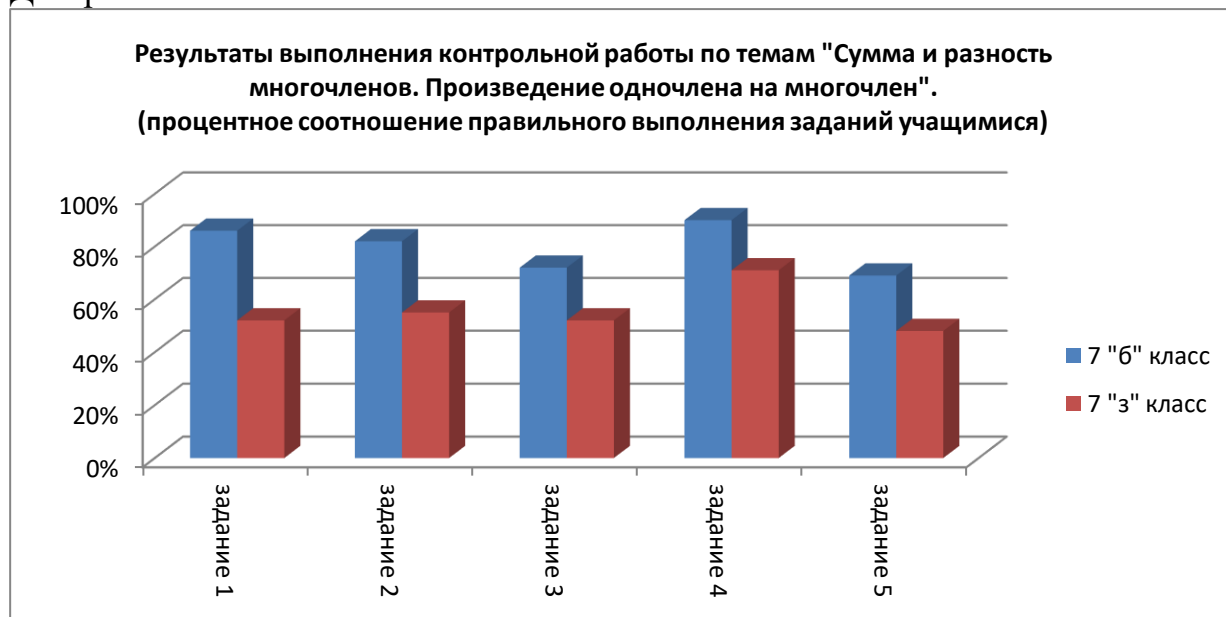
Приведем результаты некоторых наблюдений за весь период эксперимента в двух контрольных 7 классах.

Контрольные срезы и тестирование для школьников, проводимые в 7 классах показали, что использование компьютерной среды GeoGebra повышает мотивацию и интерес при изучении алгебры.

Некоторым показателем эффективности предлагаемой методической системы могут служить контрольные работы по темам. Для повышения объективности в обоих классах давались одинаковые контрольные работы по структуре и содержанию. Работа состояла из пяти заданий, которые проверяют знания учащихся на тему «Многочлены».

Сопоставление правильно выполненных заданий учащимися в диаграмме 1, обнаруживает некоторое их повышение в том классе, где была изучена тема с помощью компьютерной среды GeoGebra.

Диаграмма 1



Задание 1. Преобразование выражений в многочлен стандартного вида

Задание 2. Вынесение общего множителя за скобки

Задание 3. Упрощение выражений

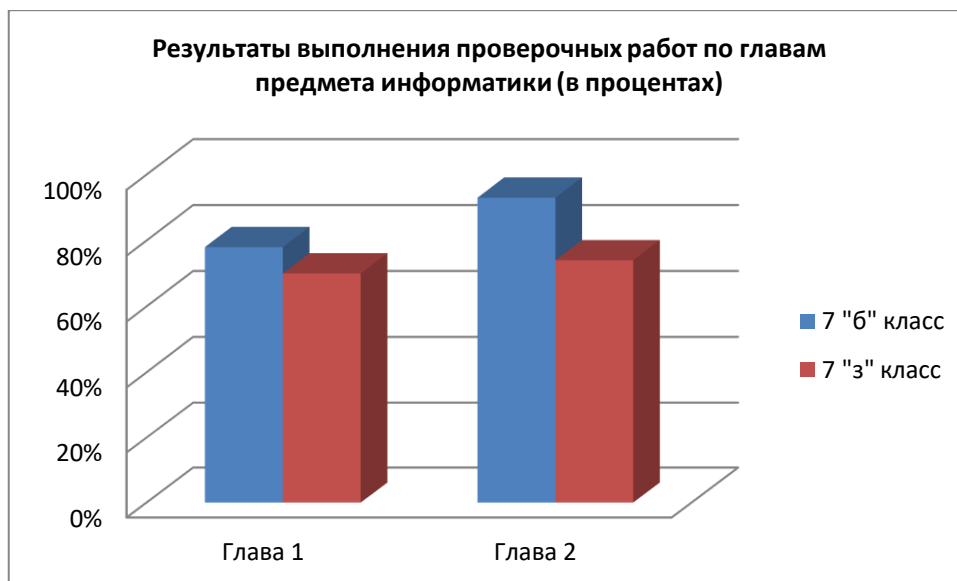
Задание 4. Решение уравнений

Задание 5. Задача на движение

Незначительное различие в процентах в выполнении заданий экспериментального и контрольного классов по заданиям 1 и 5 объясняется тем, что при изучении тем «Сумма и разность многочленов. Произведение одночлена на многочлен», учащиеся экспериментального класса только еще осваивали приемы применения компьютерной среды GeoGebra в учебном процессе. Процентное соотношение в других заданиях объясняется отчасти частичным использованием динамической среды на уроках алгебры.

Как и следовало ожидать, компьютерная визуализация и поддержка уроков алгебры оказали положительное влияние на усвоение учащимися предмета информатики (см. диаграмму 2).

Диаграмма 2



На диаграмме 2 представлены результаты выполнения проверочных работ по главам:

Глава 1. Информация и информационные процессы

Глава 2. Компьютер как универсальное устройство для работы с информацией

Разница результатов проверочных работ по первой главе (информация и информационные процессы) предмета информатики у обоих классов не столь велика, как во второй главе (компьютер как универсальное устройство для работы с информацией). Связано это в первую очередь с тем, что проверочную работу по первой главе учащиеся выполняли в конце первого полугодия (когда не проводился эксперимент).

Более заметный рост в процентах показывает проверочная работа по второй главе. И это естественно, так как в экспериментальной группе много внимания уделяется вопросам использования компьютерных технологий в учебном процессе.

Поскольку результаты текущих контрольных срезов, представленные в диаграммах 1 и 2, всё-таки носят до некоторой степени субъективный характер, то в порядке проведения педагогического эксперимента в этих классах было проведено тестирование. Тестирование охватывало те направления исследования, в которых реализация концепции компьютерной поддержки обучения алгебре предположительно должна была дать наибольший эффект.

Всего было выделено три таких направления:

- 1) Умение выполнять сложение и вычитание многочленов.
- 2) Умение выполнять умножение одночлена на многочлен и умножение многочленов.
- 3) Умение выполнять разложение многочленов на множители.

Эти направления включены в тест, содержащий 12 заданий (I часть - 10 заданий средней сложности, 2 часть-2 задания повышенной сложности). Оно давалось экспериментальному и контрольному классам. Тестовые задания составлены автором и максимальное число возможных баллов по первой части – 10 баллов, по второй части – 5 баллов. При формировании тестовых вопросов (по уровню сложности) они подбирались таким образом, чтобы не допустить повышенных эффектов и обеспечить близость распределения испытуемых по количеству набранных баллов к нормальному распределению.

Сопоставление классов производилось путём сравнения средних баллов, набранных испытуемыми: $\bar{x}_э$ – это средний балл по экспериментальному классу, $\bar{x}_к$ – это средний балл по контрольному классу.

В качестве нулевой гипотезы H_0 принималось предположение о равенстве рассматриваемых средних баллов, т.е. $H_0: \bar{x}_э = \bar{x}_к$, а другая гипотеза $H_1: \bar{x}_э \neq \bar{x}_к$. Близость распределений испытуемых по набранным баллам к нормальному распределению и независимость выборок позволило в качестве статистического критерия применить t-распределение Стьюдента (см. [50]):

$$t = \frac{\bar{x}_э - \bar{x}_к}{S_{\bar{x}_э - \bar{x}_к}}, \text{ где } S_{\bar{x}_э - \bar{x}_к} = \sqrt{\frac{(n_э - 1) \cdot S_э^2 + (n_к - 1) \cdot S_к^2}{n_э + n_к - 2} \cdot \left(\frac{1}{n_э} + \frac{1}{n_к}\right)},$$

где $n_э$ и $n_к$ – количество элементов выборок из экспериментального и контрольного классов соответственно, $S_э^2$ и $S_к^2$ – дисперсии распределения.

Для того, чтобы избежать необходимость проверки на однородность дисперсий, брали выборки одинакового объёма ($n_э = n_к = n$). Тогда,

$$S_{\bar{x}_э - \bar{x}_к} = \sqrt{\frac{(n-1) \cdot S_э^2 + (n-1) \cdot S_к^2}{n+n-2} \cdot \left(\frac{1}{n} + \frac{1}{n}\right)} = \sqrt{\frac{(n-1) \cdot (S_э^2 + S_к^2)}{2n-2} \cdot \left(\frac{2}{n}\right)} = \sqrt{\frac{(n-1) \cdot (S_э^2 + S_к^2)}{2 \cdot (n-1)} \cdot \left(\frac{2}{n}\right)} = \sqrt{\frac{S_э^2 + S_к^2}{n}}.$$

Проверка проводилась на уровне значимости $\alpha = 0,05$ с числом степеней свободы $\nu = n_э + n_к - 2$. Таким образом, отсюда следует, $\nu = 2n - 2$. Основные параметры результатов тестирования приведены в таблице.

Таблица

№	Направления исследования	n – объём выборки (сроки проведения)	$\bar{x}_э$ ср едн еие	$\bar{x}_к$ ср ед ние	$S_э^2$ дис пер сия	$S_к^2$ дис пер сия	$S_{\bar{x}_э - \bar{x}_к}$ ста нд.отк лон.по	$t_{\text{выч}}$ выч ислен	$t_{\text{крит}}$ кри тич

		теста)					разн.	ное	еское
1	Умение выполнять сложение и вычитание многочленов	50	3,8	3,5	0,58	0,35	0,19	1,58	1,985
2	Умение выполнять умножение одночлена на многочлен и умножение многочленов	50	3,3	2,8	0,29	0,8	0,21	2,38	1,985
3	Разложение многочленов на множители	50	3	2,2	0,83	0,66	0,24	3,33	1,985

Число степеней свободы ν при $n = 50$ равно 98, в этом случае при $\alpha = 0,05$, $t_{крит} = 1,985$.

Диаграмма 3



1. Направление, проверяющее выполнение сложения и вычитания многочленов.

2. Направление, проверяющее выполнения умножения одночлена на многочлен, умножение многочленов.

3. Направление, проверяющее разложения многочленов на множители.

На диаграмме 3 для наглядности приведены результаты эксперимента. Из данной таблицы и диаграммы видно, что наиболее существенная разница в результатах наблюдается в тех направлениях тестирования, где проверяются умения учащихся выполнять умножение одночлена на многочлен и умножение многочленов, а также умения выполнять разложение многочленов на множителей.

Сравнивая параметры результатов в последних двух столбцах таблицы, из трех направлений два последние направления имеют $t_{\text{выч}} > t_{\text{крит}}$, откуда следует, что нулевую гипотезу в этих случаях следует отвергнуть и, таким образом, превышение средних баллов экспериментального класса над соответствующими средними баллами контрольного класса статистически значимые. Только в первом направлении тестирования, где проверялось умение выполнять сложение и вычитание, превышение оказалось статистически не значимым.

Систематическое использование компьютерных технологий в обучении математике повысило активность учащихся экспериментального потока в научно-исследовательской деятельности гимназии.

На защиту выносятся следующие положения:

1. Понятие методической системы обучения алгебре с использованием компьютерной анимации

Анализируя понятие «методическая система», начнем с родового понятия «система». Отмечая отсутствие единого подхода к этому понятию, опираясь на работы Г.Н. Александрова, Н.И. Иванковой, Н.В. Тимошкиной, Т.Я. Чшиевой в данном исследовании систему понимаем как совокупность взаимосвязанных между собой элементов, ориентированных на определенную цель, обладающую свойствами целостности и интегративности. Цель выступает системообразующим элементом системы.

Переходя от родового понятия «система» к видовому – «методическая система», мы опираемся на понятия «метод», «методика обучения». Исходя из общетеоретического понимания термина «метод» (от греч. *methodos*) – как способа достижения какой-либо цели, решения конкретной задачи, совокупности приемов или операций практического и теоретического познания действительности. По исследованиям Н.Я. Лернера, М.Н. Скаткина, В.В. Трифонова, Ю.Г. Фокина и др., метод обучения определяется как способ организации познавательной деятельности учащихся.

Понятие «методическая система» рассматривалось многими исследователями, которые предлагали свое видение этой категории педагогической науки. Так, например, С. В. Казакова подчеркивает, что данное понятие трактуется в науке по-разному: как концепция (М. В. Рыжаков), образовательная модель взаимосвязанных компонентов (В. М. Жучков), совокупность взаимосвязанных компонентов (С. И. Архангельский, Н. В. Кузьмина, А. М. Пышкало), сложное динамическое образование (Г. Г. Хамов), система обучения какому-либо предмету (Н. Н. Лобанова). В своей работе мы будем использовать формулировку А.М. Пышкало, введенную в 1975 году, как наиболее соответствующее вызовам времени. Согласно ему, под методической системой понимают структуру, компонентами которой являются цели обучения, содержание обучения, методы обучения, формы и средства обучения. Все составляющие методической системы обучения выступают в столь тесной взаимосвязи, что всякое изменение одного из них влечет за собой изменение других составляющих и всей системы в целом.

2. Принципы концепции методической системы обучения алгебре 7 класса с использованием компьютерной поддержки

Предлагаемая нами концепция компьютерной поддержки курса алгебры 7 класса раскрывается с помощью следующих педагогических положений (принципов), в основе которых лежат принципы, сформулированные в докторской диссертации В.Р. Майера).

2.1. Принцип современности. Использование компьютерных технологий должно адекватно отражать применение компьютера в научных алгебраических исследованиях.

2.2. Принцип наглядности. Он раскрывается в анализе роли и значения анимационных рисунков в визуализации алгебраических понятий и утверждений, превращая некоторые из них в очевидно верные в буквальном смысле этого слова.

2.3. Принцип использования компьютерных средств в качестве инструмента познания.

Этот принцип согласуется с педагогическим принципом активности обучения, а также с теорией развивающего обучения. Рассматриваемый принцип оправдан и психологической концепцией, ибо, насыщает деятельность школьника творческими и эмоциональными элементами.

Наконец, в рамках компьютеризации легко прослеживается роль компьютера в поисках ответов на самые разные вопросы, связанные с развитием личности, повышения его общекультурного потенциала.

2.4. Принцип самостоятельности в использовании компьютерных средств. Демонстрация анимационных рисунков на уроках алгебры стимулирует интерес к технологии их создания, к экспериментированию, к попыткам создать нечто подобное.

2.5. Принцип систематичности использования компьютерных технологий. Какую бы тему алгебры 7 класса мы не рассмотрели, всюду можно найти место для использования компьютерных технологий в обучении, для экспериментирования, для организации тестирования.

3. Учебное пособие «Алгебра 7 класса с анимационными рисунками»

Учебное пособие адресовано в первую очередь школьным учителям, преподающим алгебру в 7 классе, и их ученикам, а также будущим учителям математики – студентам педагогических вузов, желающим уже на студенческой скамье приобщиться к компьютерным технологиям в образовании. Эти технологии вносят в методику преподавания математики движение через анимационные рисунки – то, чего раньше не было и что появилось сравнительно недавно именно благодаря проникновению компьютерных технологий во все сферы человеческой деятельности.

К учебному пособию имеется бесплатное приложения в виде папки «Альбом анимационных рисунков с описанием их построений», которая размещена на сайте Издательства ТувГУ. Каждый рисунок в тексте имеет свой анимационный аналог в альбоме с тем же номером. Анимационные рисунки в альбоме готовы для использования на уроках алгебры 7 класса так, как это описывается в учебном пособии. Дополнительно Альбом содержит расширенную версию текста пособия, включающую описания построений анимационных рисунков.

При изложении учебного материала в сопровождении анимационных рисунков мы следуем программе по алгебре 7 класса и конкретно учебника «Алгебра 7 класс» авторов Ю.Н. Макарычев, Н.Г. Миндюк, К.И. Нешков, С.Б. Суворова. Вместе с тем, учебное пособие можно использовать, работая по любому учебнику алгебры 7 класса. Анимационные рисунки расширяют арсенал средств обучения математике для поиска решения задач, для выполнения алгоритмов решений с устранением вычислительных трудностей, для демонстрации анимационных моделей изучаемых формул, процессов и явлений природы.

При создании анимационных рисунков мы использовали специализированную компьютерную программу GeoGebra, которую бесплатно можно взять из Интернет и установить на свой компьютер. Учителю предлагается сосредоточиться на использовании готовых анимационных рисунков на уроках алгебры, не рассматривая на уроке технологию их построения. Вместе с тем, для желающих создавать собственные анимационные рисунки в конце учебного пособия приведены начальные сведения для этого. Самостоятельное изготовление школьниками анимационных рисунков может стать основой для выступления на школьных форумах с результатами собственных достижений. Использование компьютерных технологий на уроках помогает становлению личности, готовой в будущем раскрыть свой творческий потенциал в условиях цифровой экономики.

4. Альбом анимационных рисунков. Демонстрация характерных анимационных рисунков по направлениям:

- рисунок – сопровождение учебного материала;
- анимационный рисунок в помощь учителю для создания нужного дидактического материала: однотипных контрольных работ, примеров с предсказываемым ответом, для отработки алгоритмов и т.д.
- анимационные рисунки для тестирования;
- анимационные рисунки для экспериментально-исследовательской учебной работы.

5. Результаты эксперимента

Эксперимент в полной мере подтвердил основную гипотезу исследования: использование анимационных рисунков на уроках алгебры 7 класса повышает уровень понимания и усвоения учебного материала, способствует формированию личности, готовой раскрыть свой творческий потенциал в условиях цифровизации экономики и общественных отношений

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертация состоит из Введения, двух глав и Заключения.

Во **введении** обоснована актуальность исследования, определены объект и предмет исследования, сформулированы его цель и задачи, указаны теоретико-методологические основы исследования, методы и этапы исследования, раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Научно-педагогические основы методической системы обучения алгебре 7 класса с использованием анимационных возможностей среды GeoGebra» раскрыта педагогическая сущность ключевых понятий исследования, дано описание концепции методической системы обучения алгебре, обучающихся в 7 классе, с использованием анимационных рисунков, как новой дидактики обучения.

Во второй главе «Пути реализации методической системы обучения алгебре в 7 классе с использованием компьютерной анимации» дано описание создания и использования анимационного контента для сопровождения уроков алгебры 7 класса.

Основной характеристикой базовых задач, сопровождаемых анимационными рисунками, является то, что их решение способствует не только освоению программного материала в области базовых понятий алгебры, выполнению стандартных алгоритмов, выявлению и анализу логических связей, но и формированию знаний прикладного характера с помощью моделирования процессов и явлений.

Много внимания уделено экспериментально-исследовательским задачам по самостоятельному переоткрытию формул и утверждений алгебры.

Под учебно-исследовательской задачей понимаем совокупность заданий, вызывающих активную творческую поисковую деятельность обучающихся, направленную на разрешение познавательных проблем, на самостоятельные открытия, осуществляемые путём постановки опытов, сбора фактов, анализа и обобщения знаний.

Представим и продемонстрируем на примерах дидактические цели использования анимационных рисунков

1. Использование анимационных рисунков в целях визуализации алгебраических понятий и утверждений

Алгебраическое понятие «Числовое выражение с переменными» эффективно демонстрирует анимационный рисунок 1.

Найдите значение выражения $c = \frac{a + 2b}{10 - b}$

при выбранных значениях a и b .

$$\begin{array}{r} \underline{a = 3} \\ \underline{b = 8} \end{array}$$

Находим: $c = \frac{3 + 2 \cdot (8)}{10 - (8)} = \frac{19}{2} = 9.5$

Рис. 1

Использование анимационного рисунка 1 на уроке.

Сначала предлагается учащимся найти значение выражения $c = \frac{a+2b}{10-b}$

«вручную» и записать в тетради: При $a=3$, $b=8$ имеем: $c = \frac{3+2 \cdot 8}{10-8} = \frac{19}{2} = 9.5$.

Затем обращаемся к анимационному рисунку и видим полученный ответ. После этого целесообразно составить таблицу значений переменных и выражения.

Можно переменную a зафиксировать, скажем, взять $a=3$, а переменную b изменять. Тогда значение выражения c будет изменяться в зависимости от значений b . В этом случае переменную b называют *независимой переменной* (и обычно обозначают буквой x), а переменную c *зависимой переменной* (и обозначают буквой y). Зафиксированную переменную a в этом случае называют *параметром*.

На базе рисунка 1 можно изготовить анимационную модель выражения $y = \frac{a+2x}{10-x}$ с переменной x и параметром a . Тем самым проводится пропедевтика понятия функции.

При использовании анимационного рисунка 1 для другого выражения относительно тех же переменных следует в надписи заменить выражение на новое и строкой ввода ввести новое c .

2. Использование анимационных рисунков с целью устранения нежелательных вычислительных трудностей.

Анимационный рисунок 1 демонстрирует одновременно и достижение этой цели, когда мы можем составить таблицу значений данного выражения, поручая вычисления компьютеру. Подчеркнем в этой связи, что мы не призываем всюду заменять «ручные» вычисления компьютерными. «Ручные» вычисления сохраняются там, где они составляют одну из целей обучения.

3. Использование анимационных рисунков для организации тестирования

Помимо умения вывести каждую формулу сокращенного умножения, ученик должен их просто вызубрить, как в свое время он вызубрил таблицу умножения и будет благодарен себе за это всю жизнь. Для проверки запоминания формул сокращенного умножения и их чтения созданы анимационные рисунки 2 и 3. На рисунке 2 по названию формулы открывается сама формула, достаточно курсором кликнуть на квадратик, чтобы появилась птичка. Это действие открывает соответствующую формулу.

ФОРМУЛЫ СОКРАЩЕННОГО УМНОЖЕНИЯ

- Формула квадрата суммы
- Формула квадрата разности
- Формула куба суммы
- Формула куба разности
- Формула разности квадратов $a^2 - b^2 = (a - b)(a + b)$
- Формула суммы кубов
- Формула разности кубов

Рисунок 3 помогает выучить чтение формул сокращенного умножения.

Чтение формул сокращенного умножения

$$n = 1$$

$(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$ Квадрат суммы двух чисел равен квадрату первого числа плюс удвоенное произведение первого числа на второе плюс квадрат второго числа

Рис. 3

На рисунке 3 использован Ползунок. Изменением значения параметра n на ползунке появляются поочередно все 7 формул сокращенного умножения. «Птичка» возле формулы позволяет скрыть/открыть текстовую надпись.

4. Анимационные рисунки для генерирования однотипных задач с предсказуемым решением и задуманным ответом

При подготовке к уроку, посвященному решению систем линейных уравнений, учителю порой приходится самому придумывать такие системы, которые имели бы данное (хорошее) решение. Созданный анимационный рисунок 4 поможет учителю в этом творчестве. С другой стороны, задание (старшему) школьнику по изготовлению подобного рисунка может составить учебно-исследовательскую задачу.

Создание системы двух линейных уравнений с двумя переменными

$$\begin{cases} ax + by = c \\ a_1x + b_1y = c_1 \end{cases}$$

имеющей заданное решение (x_1, y_1)

Установите коэффициенты и заданное решение (x_1, y_1)

$$\begin{array}{ccc} \underline{\bullet} a = 2 & \underline{\bullet} b = -3 & \underline{\bullet} x_1 = -1 \\ \underline{\bullet} a_1 = 4 & \underline{\bullet} b_1 = -1 & \underline{\bullet} y_1 = 2 \end{array}$$

Искомая система $\begin{cases} 2x + (-3)y = -8, \\ 4x + (-1)y = -6. \end{cases}$

Рис. 4

5. Анимационные рисунки для тренинга

Анимационный рисунок 5 позволяет закрепить алгоритм деления с остатком одного многочлена на другой, не отвлекаясь на вычислительные трудности. На этом рисунке выполнено деление «уголком» многочлена $f(x) = 2x^5 - 3x + 5$ на многочлен $b(x) = x^2 + x + 1$. При этом используется своеобразный «калькулятор», который выполняет шаг алгоритма деления «уголком».

Процесс вычислений на анимационном рисунке.

1) Вводим (с помощью строки ввода) многочлены $f(x)$ и $b(x)$ и записываем их на Полотне.

2) Вводим (строкой ввода) многочлен $a(x) = 2x^5 - 3x + 5$.

3) Вводим (строкой ввода) первое слагаемое частного и записываем его под уголком (с помощью кнопки АВС).

4) Записываем (с помощью кнопки АВС) готовые, найденные компьютером произведение и остаток.

ДЕЛЕНИЕ МНОГОЧЛЕНОВ УГОЛКОМ

Введите делимое $f(x)$ и делитель $b(x)$.

$$\begin{array}{r}
 2x^5 - 3x + 5 \quad \Big| \quad 3x^2 + 2x + 5 \\
 \underline{2x^5 + \frac{4}{3}x^4 + \frac{10}{3}x^3} \\
 -\frac{4}{3}x^4 - \frac{10}{3}x^3 - 3x + 5 \\
 \underline{-\frac{4}{3}x^4 - \frac{8}{9}x^3 - \frac{20}{9}x^2} \\
 -\frac{22}{9}x^3 + \frac{20}{9}x^2 - 3x + 5 \\
 \underline{-\frac{22}{9}x^3 - \frac{44}{27}x^2 - \frac{110}{27}x} \\
 \frac{104}{27}x^2 + \frac{29}{27}x + \frac{135}{27} \\
 \underline{\frac{104}{27}x^2 + \frac{208}{21}x - \frac{115}{81}} \\
 -\frac{121}{81}x - \frac{115}{81}
 \end{array}$$

Калькулятор для промежуточного деления

$$a(x) = b(x) \cdot c(x) + r(x)$$

Введите промежуточное делимое

$a(x)$ и слагаемое частного $c(x)$.

$$\text{Запишите } c(x) = \frac{104}{81},$$

$$b(x) \cdot c(x) = \frac{312x^2 + 208x + 520}{81}$$

$$r(x) = \frac{-121x - 115}{81}.$$

Рис. 5

Повторение действий, аналогичных пунктам 2), 3) и 4) приводит к ответу.

Пользуясь рисунком 5, уже не надо бояться вычислительных трудностей и можно смело выполнять деление «уголком» «не взирая» на коэффициенты многочленов, ибо вычисления берет на себя компьютер.

Заметим, что выполнить деление с остатком для многочленов в среде GeoGebra можно одной командой: Деление {[<Делимый многочлен>, <Делитель

многочлен $\}}\}$. В результате выполнения команды компьютер выдает (на Панели объектов) список из двух многочленов: неполного частного и остатка. Однако, такое компьютерное решение задачи о делении с остатком мало что дает для понимания и усвоения алгоритма.

6. Использование анимационных рисунков для экспериментирования и учебно-исследовательской деятельности

При отработке действий с одночленами и многочленами можно использовать символьные вычисления в системе CAS программы GeoGebra. CAS – Computer Algebra Sistem – система компьютерной алгебры, обеспечивает символьные вычисления, вычисления с формулами. После «ручного» решения ученику предлагается для проверки выполнить вычисления, используя программу GeoGebra. С использованием системы CAS полезно решить следующие примеры, аналогичные примерам из учебника Макарычева.

1. Вычислите значение выражения $(2m + 6) \cdot n$ при $m = -2\frac{1}{2}$, $n = 3$.

2. Преобразуйте в многочлен $4(2a + 1)(5a - 3) - 3(a + 2)(a + 3)$.

3. Упростите выражение $(x + 6y)^2 - (6y + 5x)(6y - 5x) + x(12y - 6x)$.

4. Представьте в виде произведения $4y^3 - 100y^5$.

5. Представьте данный трехчлен $15ab - 9a^2 - 6\frac{1}{4}b^2$, если это возможно, в

виде квадрата двучлена или в виде выражения, противоположного квадрату двучлена.

Возможности CAS можно использовать для проверки ответа при «ручном» решении, а также при решении более сложных примеров.

При решении примера немаловажно, чтобы ученик, придя к «красивому» ответу, получил эмоционально-эстетическое удовлетворение. Работу по изготовлению «хороших» примеров может существенно облегчить система CAS, устраняя вычислительные трудности. Система CAS позволяет выполнять формульные преобразования. С помощью этого ученикам можно предложить задание по «переоткрытию» формул квадрата суммы и куба суммы n слагаемых. Например, ученику предлагается после экспериментирования сформулировать вывод: квадрат суммы n слагаемых равен сумме квадратов этих слагаемых, сложенной со всевозможными их удвоенными произведениями. Аналогично экспериментально подмечается формула куба суммы n слагаемых.

Полезно дать задание придумать два многочлена и найти их сумму и произведение «вручную» с проверкой на компьютере в системе CAS. Можно попросить ученика изменить данные в условии задания из учебника и решить его на компьютере.

7. Приобщение учащихся к компьютерным технологиям для будущего

Использование анимационных рисунков на уроках алгебры 7 класса способствует формированию личности, готовой работать в дальнейшем в условиях цифровой экономики.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе исследования полностью подтвердилась его гипотеза, решены поставленные задачи, получены следующие результаты и выводы:

- уточнено содержание понятия «методическая система», «компьютерная анимация», «анимационный рисунок»;

- разработана методическая систем обучения алгебре обучающихся в 7 классе общеобразовательной школы;

- раскрыто содержание понятия «дидактический потенциал» математики, как учебной дисциплины. Данный потенциал обусловлен тем, что в ходе освоения математики происходит формирование фундаментальных понятий и специальных видов предметной деятельности, составляющих основу процесса решения предметных задач;

- доказано, что использование анимационных возможностей компьютерных сред улучшает понимание и усвоение учебного материала по алгебре 7 класса;

- использование анимационных рисунков обеспечивает экспериментирование в алгебре и на основе этого поддерживает экспериментально-исследовательский стиль обучения;

- подготовлено учебное пособие «Алгебра 7 класса с анимационными рисунками» (совместно с С.В. Лариным), где описывается опыт использования готовых анимационных рисунков при изложении основного учебного материала;

- создан альбом анимационных рисунков (около 70) для использования на уроках алгебры 7 класса.

Полученные научные результаты могут быть применены в качестве теоретической и практической основы для проведения дальнейших исследований в области создания и использования анимационных рисунков на уроках математики.

Основные положения и результаты исследования отражены в следующих публикациях:

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

1. Ларин С.В., Чилбак-оол С.В. Анимационные рисунки как технологическая часть цифрового обучения математике в свете цифровизации образования. Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева, №3 [53], 2020, с. 54-61.

2. Сарыглар С.В. Компьютерная анимация в среде GeoGebra на уроках алгебры 7 класса: результаты экспериментальной работы. Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева, декабрь 2021 (в печати).

Публикации в других изданиях:

1. Ларин С.В., Апакина Т.В., Чилбак-оол С.В. Компьютерная анимация при изучении квадратичной функции. V Международный научно-образовательный форум «Человек, семья и общество: история и перспективы развития». Материалы Всероссийской научно-методической конференции с международным участием. Красноярск, Красноярск, 16-17 ноября 2016, с.

2. Ларин С.В., Казакова Е.В., Сивухина Е.А., Чилбак-оол С.В., Бурнакова М.В. О создании мультимедийного дидактического материала по алгебре 7 класса. Межвузовский сборник научных трудов «Актуальные проблемы обучения математике в школе и вузе». Вып. 26. Посвящается 145-летию МПГУ. – М.: ФБОУ ВО МПГУ, изд-во «Политоп», 2017, с. 99-103.

3. Ларин С.В., Чилбак-оол С.В. Решение алгоритмических алгебраических задач анимационных рисунков. VI Международный научно-образовательный форум «Человек, семья и общество: история и перспективы развития». Материалы Всероссийской научно-методической конференции с международным участием. Красноярск, 15-16 ноября 2017, с. 61.

4. Ларин С.В., Чилбак-оол С.В. Использование среды GeoGebra для поиска алгебраического описания улиток Паскаля порядка 2. VII Международный научно-образовательный форум «Человек, семья и общество: история и перспективы развития». Материалы Всероссийской научно-методической конференции с международным участием. Красноярск, 14-15 ноября 2018, с. 90-94.

5. Ларин, С.В., Чилбак-оол, С.В. Использование компьютерной анимации в школьной алгебре чисел и многочленов. // Материалы II Международной конференции «Информатизация образования и методика электронного обучения». Красноярск, СФУ, 25-28 сентября 2018, часть 2, с. 144-148.

6. Чилбак-оол С.В. Правый и левый алгоритмы Евклида для многочленов. // Современная математика и математическое образование в контексте развития края: проблемы и перспективы. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и школьников. Красноярск, 18 мая 2018, с. 91-96.

7. Ларин С.В., Чилбак-оол С.В.. Использование анимационных рисунков на уроках алгебры 7 класса по теме «Многочлены». VIII Международный научно-образовательный форум «Человек, семья и общество: история и перспективы развития». Посвящается 80-летию профессора Ларина Сергея Васильевича. Материалы VIII Всероссийской научно-методической конференции с международным участием «Информационные технологии в математике и в математическом образовании». Красноярск, 13-14 ноября 2019, с.123-128.

8. Сарыглар С.В. Компьютерная анимация в среде GeoGebra на уроках алгебры 7 класса. Информационные технологии в математике и в математическом образовании. Материалы X Всероссийской с международным участием научно-методической конференции, имеющей статус сателлитной конференции 29-го Международного конгресса математиков в г. Санкт-Петербурге и посвященной 100-летию со дня рождения профессора Майера Роберта Адольфовича. Красноярск, 11-12 ноября 2021 г., с.126-131.

Учебное пособие

1. Ларин С.В., Сарыглар С.В. Алгебра 7 класса с анимационными рисунками уч. пособие, ТывГУ. (в печати), январь 2022 г., 72 с.