

На правах рукописи



САРЫГЛАР Сайдыс Васильевна

**МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ АЛГЕБРЕ
УЧЕНИКОВ-БИЛИНГВОВ 7 КЛАССА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ
АНИМАЦИИ НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА**

5.8.2 – Теория и методика обучения и воспитания
(математика, математика и механика, уровень основного общего
образования)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Красноярск – 2024

Работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Сибирский федеральный университет»

Научный руководитель: доктор педагогических наук, доцент,
Вайнштейн Юлия Владимировна

Официальные оппоненты: **Бороненко Татьяна Алексеевна,**
доктор педагогических наук, профессор,
государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
Ленинградской области «Ленинградский
государственный университет имени
А.С. Пушкина», кафедра информатики и
информационных систем, профессор.

Темербекова Альбина Алексеевна,
доктор педагогических наук, профессор,
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Горно-Алтайский
государственный университет», кафедра
математики, физики и информатики,
профессор.

Ведущая организация: Федеральное государственное учреждение
«Федеральный исследовательский центр
«Информатика и управление» Российской
академии наук»

Защита диссертации состоится «11» октября 2024 г. в 15 часов 00 мин. на заседании диссертационного совета 99.2.005.03, 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 Б, корп. 1, ауд. 112.

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

Автореферат разослан «_____» _____ 2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Кустицкая Татьяна Алексеевна

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. В условиях цифровой трансформации образования актуальность приобретает развитие новых подходов к обучению математике современного подрастающего поколения. Основы цифровой трансформации образования в школе представлены в научных трудах Т.А. Бороненко, Л.Л. Босовой, В.М. Монахова, А.Ю. Уварова, А.Л. Семенова, Н.И. Пака, И.В. Роберт и др. Методика обучения школьной математики постоянно эволюционирует с учетом современных тенденций, что сопровождается интенсивным обновлением содержания, технологий, созданием инновационных средств обучения и развитием цифровой образовательной среды. Исследованиям научно-методических аспектов обучения математике, в том числе обучения алгебре школьников с применением современных цифровых технологий посвящены работы М.В. Егуповой, В.А. Садовниченко, В.А. Тестова, Р.А. Утеевой, Л.В. Шкериной и др.

Проведенный анализ учебно-методических комплексов и входящих в их состав школьных учебников и методических материалов по алгебре А.Г. Мерзляка, С.М. Никольского, Ю.Н. Макарычева, Н.Г. Миндюка, А.Г. Мордковича, Ю.М. Калягина, Г.В. Дорофеева, Л.Г. Петерсона и др. показал, что они постоянно претерпевают различные изменения, одним из которых выступает постоянное увеличение количества рисунков, схем, графиков и математических чертежей. Эти изменения предметного содержания демонстрируют реализацию принципа наглядности в его развитии, что создает внешнюю опору внутренним действиям учащегося в процессе обучения и служит основой для повышения результативности обучения. Применение и развитие технологий компьютерной анимации позволяет на принципиально новом уровне реализовать принцип наглядности в обучении алгебре средствами динамических математических сред, таких как *GeoGebra* и «*Живая Математика*». Эти тенденции отражаются в работах В.А. Далингера, С.В. Ларина, В.Р. Майера, В.И. Рыжика, М.В. Шабановой, Т.С. Шириковой и др.

При построении учебного процесса по алгебре в школах Республики Тыва нельзя не учитывать специфику обучения малочисленных коренных народов и сформировавшуюся на территории республики ситуацию русско-тувинского двуязычия в условиях многонационального государства. Анализ научных работ Г.М. Вишневской, Е.М. Верещагина, М.В. Дьячкова, И.А. Зимней и др., посвященных теории билингвального обучения, позволяет констатировать, что качество образовательного процесса напрямую зависит от уровня знания языка, на котором ведется обучение. В мировой образовательной практике такая ситуация находит распространение в США, Канаде и других странах, в нашей стране она имеет место быть в Туве, Якутии, Чувашии и других регионах. Результаты, проводимых в Республике, мониторингов и комплексных обследований подтверждают, что процент

населения, для которого тувинский язык является родным, больше, чем в других национальных образованиях страны. Это ведет к тому, что многие школьники владеют русским языком на недостаточном уровне или лишь на уровне понимания бытовых вопросов. Тувинские ученые Н.М. Кара-Сал, С.С. Салчак, Т.О. Санчаа, М.В. Танзы, А.К. Тарыма в своих исследованиях также подтверждают, что в условиях Республики Тыва перед педагогами остро стоит проблема организации обучения математике и входящих в нее предметов в условиях русско-тувинской билингвальности.

Отмечая значимость существующих научных исследований в области обучения алгебре школьников с применением современных цифровых технологий, можно констатировать, что наряду с этим существуют дефициты, которые проявляются в необходимости разработки и комплексного применения средств визуально-наглядной компьютерной анимации в условиях русско-тувинского двуязычия. Несомненно, что цифровизация образования открывает принципиально новые возможности развития и применения дидактического потенциала когнитивно-визуальных средств компьютерной анимации для их устранения и при этом с точки зрения повышения качества обучения, позволяет опираться на развитое у учащихся-билингвов наглядно-образное и ассоциативное мышление.

Актуальность в этих условиях приобретает создание методики обучения алгебре учеников-билингвов 7 класса с использованием компьютерной анимации в цифровой образовательной среде на примере Республики Тыва.

Анализ нормативно-законодательной базы, научных, учебно-методических источников и практического опыта обучения математике школьников в билингвальных регионах позволил выделить следующие **противоречия**:

– *на социально-педагогическом уровне*: между требованиями федеральных нормативно-законодательных актов, государственных образовательных стандартов среднего образования, а также региональных законов к повышению качества математической подготовки, личностному и математическому развитию школьников, в том числе билингвальных регионов, и недостаточной разработанностью подходов в обучении алгебре в школе с применением современных цифровых технологий;

– *на научно-педагогическом уровне*: между дидактическим потенциалом использования анимационных возможностей компьютерных сред визуализации в обучении математике учеников-билингвов и недостаточной обоснованностью научно-педагогических основ процесса использования анимационного контента на уроках алгебры в школе в условиях двуязычия;

– *на научно-методическом уровне*: между возможностью построения высоко-результативного процесса обучения математике в условиях двуязычия с применением современных цифровых технологий и отсутствием целостной методики обучения математике учащихся-билингвов 7 класса с использованием анимационного контента в цифровой среде.

Необходимость разрешения выделенных противоречий позволяет обозначить **проблему исследования**, которая состоит в поиске результативных методических решений по организации обучения алгебре учеников-билинггов с использованием когнитивно-визуальных средств компьютерной анимации и созданием соответствующего анимационного контента.

Цель исследования: научно обосновать, разработать методику обучения алгебре учеников-билинггов 7 класса с использованием компьютерной анимации в среде *GeoGebra* и проверить ее результативность.

Объект исследования: процесс обучения алгебре учеников-билинггов 7 классов на примере Республики Тыва.

Предмет исследования: методика обучения алгебре учеников-билинггов 7 классов с использованием компьютерной анимации в среде *GeoGebra*.

В соответствии с объектом, предметом и целью исследования определена **гипотеза:** если обучение алгебре учеников-билинггов 7 классов будет реализовываться с использованием анимационных рисунков с билингвальной поддержкой, то это обеспечит повышение результативности образовательного процесса.

Согласно поставленной цели, гипотезе, объекту и предмету исследования, определены следующие **задачи исследования:**

1. Обосновать дидактический потенциал компьютерной анимации в системе современного обучения алгебре семиклассников-билинггов.

2. Конкретизировать понятие анимационного рисунка с билингвальной поддержкой в обучении математике на основе анализа научно-педагогических и методических работ.

3. Разработать методическую модель обучения алгебре учеников-билинггов с использованием компьютерной анимации в среде *GeoGebra*.

4. Создать в цифровой обучающей среде альбом анимационных рисунков с билингвальной поддержкой по алгебре для учащихся 7 класса Республики Тыва.

5. Разработать методику обучения алгебре учеников-билинггов с использованием альбома анимационных рисунков с билингвальной поддержкой на примере Республики Тыва и экспериментально проверить ее результативность.

Методологическую основу исследования составили:

– *системно-деятельностный подход* в образовании и его применение к обучению математике, позволяющий системно рассматривать процесс обучения алгебре учеников-билинггов как совокупность взаимосвязанных компонент и ориентированный на активную, познавательную деятельность учащихся и достижение предметных результатов обучения (А.Г. Асмолов, Л.С. Выготский, А.Н. Леонтьев, Д.Б. Эльконин и др.);

– *личностно-ориентированный подход*, обуславливающий индивидуализацию ученика как субъекта процесса обучения математике и позволяющий учитывать его личностные особенности и характеристики (Е.В. Бондаревская, В.В. Сериков, И.С. Якиманская и др.);

– *когнитивно-визуальный подход*, направленный на обогащение среды обучения за счет применения наглядно-визуальных форм представления контента и развитие визуального мышления учащихся и повышение уровня их математической подготовки (Р. Арнхейм, М.И. Башмаков, В.А. Далингер и др.);

– *билингвальный подход* в обучении, предполагающий использование в процессе обучения алгебре двух языков, родного языка и языка, на котором ведется обучение (Г.М. Вишневская, Я.А. Коменский, У. Ламберт, П.А. Юдакин и др.);

– *задачный подход* в обучении алгебре, определяющий типы, виды, содержание алгебраических задач и обосновывающий целесообразность создания дидактического задачного комплекса в цифровой образовательной среде для обучения алгебре учеников-билингвов (В.В. Давыдов, В.И. Загвязинский, Л.М. Фридман и др.)

Теоретическую основу исследования составляют работы в области:

– информатизации образования (С.А. Бешенков, Г.А. Бордовский, А.А. Кузнецов, В.М. Монахов, И.В. Роберт и др.);

– концептуальных основ использования динамических систем в обучении математике (В.А. Далингер, С.В. Ларин, В.Р. Майер, В.И. Рыжик, Т.Ф. Сергеева, М.В. Шабанова и др.);

– методики электронного обучения (В.И. Гриценко, Т. Н. Каменева, А.Г. Сергеев, А.В. Соловов и др.);

– обучения математике в условиях билингвальности (Л.Л. Салехова, Н.И. Спиридонова, В.А. Шершнева и др.);

– теории 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 научно-методической и психолого-педагогической литературы нормативных документов и ФГОС ООО по проблематике исследования, исследование и обобщение педагогического опыта;

– *эмпирические:* проведение педагогического эксперимента, наблюдение, анкетирование, тестирование;

– *статистические:* *t*-критерий Стьюдента, качественный и количественный анализ экспериментальных данных.

Экспериментальная база исследования: Муниципальное бюджетное образовательное учреждение «Гимназия № 5 г. Кызыла Республики Тыва». В исследовании приняли участие 100 учеников 7 класса.

Личный вклад соискателя состоит в формулировании проблемы, выдвижении научной идеи исследования, научно-теоретическом обосновании идеи и положений исследования, связанных с созданием методики обучения алгебре учеников-билинггов 7 класса с использованием компьютерной анимации в среде GeoGebra, создании методики обучения алгебре учеников-билинггов с использованием анимационных рисунков на примере Республики Тыва и ее апробации, создании электронного обучающего ресурса «Альбом анимационных рисунков по алгебре 7 класса».

Основные этапы исследования:

Подготовительный этап (2017–2018 гг.): изучение научно-педагогической и учебно-методической литературы по проблеме исследования, анализ педагогического опыта обучения алгебре учеников-билинггов 7 класса в школе; выделение объекта, предмета, постановка цели и задач исследования, формулирование гипотезы; создание методической модели обучения алгебре учеников-билинггов 7 класса с использованием компьютерной анимации.

Формирующий этап (2019–2021 гг.): разработка методики обучения алгебре учеников-билинггов 7 класса с использованием компьютерной анимации; планирование, организация и проведение педагогического эксперимента; сбор, обработка, качественный и количественный анализ результатов опытно-экспериментальной работы.

Обобщающий этап (2021–2024 гг.): анализ, обобщение и систематизация данных педагогического эксперимента по апробации методики обучения алгебре учеников-билинггов 7 класса с использованием компьютерной анимации на примере Республики Тыва; формулирование выводов; оформление результатов исследования.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

– предложена научная идея об использовании в обучении алгебре учеников-билинггов 7 класса компьютерной анимации с применением средств билингвальной поддержки в цифровой среде в условиях русско-тувинского двуязычия;

– конкретизировано понятие анимационного рисунка с билингвальной поддержкой в обучении математике как динамического изображения (чертежа) с сопровождением на двух языках (например, русском и тувинском), обеспечивающего визуализацию алгебраических понятий и утверждений, демонстрацию и моделирование процесса решения алгоритмических задач;

– разработана и научно обоснована методическая модель обучения алгебре учащихся-билинггов 7 класса, включающая целевой, концептуально-методологический, содержательно-технологический, рефлексивно-

оценочный блоки; в основу которой положены дидактические (научности, воспитания, наглядности, доступности, сознательности, активности, прочности усвоения знаний) и наглядно-анимационные принципы (современности, анимационной визуализации, использования анимационных рисунков с билингвальной поддержкой, самостоятельности в использовании анимационных рисунков, систематичности применения анимационных рисунков);

– разработана методика обучения алгебре учащихся-билингвов 7 класса на примере Республики Тыва, соответствующая созданной методической модели, содержательно-технологической основой которой является разработанный альбом анимационных рисунков с билингвальной поддержкой в виде электронного обучающего курса в системе электронного обучения *Moodle*, обеспечивающий профессиональную дидактическую помощь учителю, организацию экспериментального исследования, независимость анимационного дидактического контента, анимационную наглядность, развитую систему билингвальных подсказок, снижение вычислительной трудности, применение специализированной системы *CAS*, а также формирование алгебраической, геометрической и физической грамотности учащихся-билингвов.

Теоретическая значимость результатов исследования заключается в том, что:

– обогащен понятийно-категориальный аппарат за счет конкретизации понятия *анимационного рисунка с билингвальной поддержкой* как динамического изображения (чертеж) с сопровождением на двух языках (например, русском и тувинском), обеспечивающего визуализацию алгебраических понятий и утверждений, демонстрацию и моделирование процесса решения алгоритмических задач;

– расширен комплекс дидактических принципов обучения (научности, воспитания, доступности, сознательности, активности, прочности усвоения знаний) включением в него наглядно-анимационных принципов (современности, анимационной визуализации, использования анимационных рисунков с билингвальной поддержкой, самостоятельности в использовании анимационных рисунков, систематичности применения анимационных рисунков);

– разрешено противоречие между дидактическим потенциалом использования анимационных возможностей компьютерных сред визуализации в обучении математике учеников-билингвов и недостаточной определенностью научно-педагогических основ процесса использования анимационного контента на уроках алгебры в школе в условиях двуязычия.

Практическая значимость исследования состоит в следующем:

– разработан и внедрен в учебный процесс Альбом анимационных рисунков с билингвальной поддержкой в цифровой образовательной среде, реализованный на базе системы управления обучением *Moodle*

и динамической среды *GeoGebra*, предназначенный для использования на уроках алгебры в 7 классах с целью сопровождения изложения учебного материала на уроках и в рамках самостоятельной работы, тестирования усвоения знаний учащихся, учебно-исследовательского экспериментирования и моделирования, визуализации алгебраических понятий и утверждений;

– разработана и апробирована методика обучения алгебре семиклассников-билингвов в условиях русско-тувинского двуязычия, ориентированная на повышение качества и результативности процесса обучения школьников на примере Республики Тыва;

– подготовлено учебное пособие «Алгебра 7 класса с анимационными рисунками» с компьютерным приложением в виде Альбома анимационных рисунков, где представлено описание построения рисунков и методика их применения при обучении алгебре школьников. Пособие адресовано для учащихся школ, а также может быть использовано учителями математики и будущими учителями – студентами физико-математических специальностей педагогических вузов, изучающих компьютерные технологии обучения математике;

– результаты исследования могут быть использованы в процессе повышения квалификации учителей математики Республики Тыва, а также при обучении будущих учителей математики – студентов вузов педагогических направлений подготовки.

Достоверность и обоснованность полученных результатов исследования обеспечиваются опорой на нормативно-законодательную базу, психолого-педагогические и методические исследования, связанные с выделенной проблемой; построением исследования на выверенной методологической базе, которую составляют системно-деятельностный, личностно-ориентированный, когнитивно-визуальный, билингвальный и задачный подходы; сочетанием качественных и количественных диагностических методик анализа данных, проверенных и положительно зарекомендовавших себя в педагогической практике, в том числе статистический метод исследования – *t*-критерий Стьюдента; воспроизводимостью результатов исследования в системе основного общего образования при реализации методики обучения алгебре учащихся-билингвов 7 класса; репрезентативностью экспериментальной базы исследования, последовательной организацией опытно-экспериментальной работы.

Апробация результатов исследования осуществлялась посредством *выступлений на конференциях и публикаций статей в материалах конференций*: V Всероссийская научно-методическая конференция с международным участием (Красноярск, 2016), VI Всероссийская научно-методическая конференция с международным участием (Красноярск, 2017), Всероссийская научно-методическая конференция «Информационные технологии в математике и математическом образовании» с международным участием (Красноярск, 2018); Международная конференция

«Информатизация образования и методика электронного обучения» (Красноярск, 2018); III Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и школьников (Красноярск, 2018); VIII Международный научно-образовательный форум «Человек, семья и общество: история и перспективы развития». Посвящается 80-летию профессора Ларина Сергея Васильевича (Красноярск, 2019); Всероссийская научно-методическая конференция «Информационные технологии в математике и математическом образовании» с международным участием (Красноярск, 2021); семинар ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» «Цифровая дидактика высшей школы» (Красноярск, 2023); городской алгебраический семинар учителей математики г. Кызыла (Кызыл, 2023), научно-практическая конференция (Кызыл, 2023, 2024); публикаций в изданиях, рекомендованных ВАК РФ: «Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева (Красноярск, 2020, 2021, 2024), «Вестник Томского государственного педагогического университета» (Томск, 2022), «Перспективы науки и образования» (2024).

По результатам исследования опубликовано 15 научных работ, из них 1 учебное пособие, 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ и 1 статья в издании, индексируемом в *Scopus*.

Положения, выносимые на защиту:

1. Применение компьютерной анимации, включающей анимационные рисунки с билингвальной поддержкой, определяемые как динамические изображения (чертежи) с сопровождением на двух языках (например, русском и тувинском), обеспечивающие визуализацию алгебраических понятий и утверждений, демонстрацию и моделирование процесса решения алгоритмических задач, способствует повышению результативности обучения алгебре учащихся-билингвов 7 класса в условиях русско-тувинского двуязычия;

2. Методическая модель обучения алгебре учеников-билингвов с использованием компьютерной анимации в среде *GeoGebra*, которая включает:

– *целевой блок*, представленный требованиями нормативно-законодательной базы, ФГОС ООО и тенденциями цифровой трансформации образования;

– *концептуально-методологический блок*, раскрывающий кластер методологических подходов (системно-деятельностный, личностно-ориентированный, когнитивно-визуальный, исследовательский, билингвальный и задачный), комплекс дидактических (научности, воспитания, наглядности, доступности, сознательности, активности, прочности усвоения знаний) и наглядно-анимационных принципов (современности, анимационной визуализации, использования анимационных рисунков с билингвальной поддержкой, самостоятельности в использовании

анимационных рисунков, систематичности применения анимационных рисунков);

– *содержательно-технологический блок*, включающий формы, методы и средства обучения и обогащающий содержание алгебры 7 класса альбомом анимационных рисунков с билингвальной поддержкой в цифровой среде;

– *рефлексивно-оценочный блок*, предназначенный для оценки результатов обучения и включающий диагностический инструментарий в соответствии с заданными индикаторами оценивания раскрывает построение процесса обучения алгебре учеников-семиклассников в условиях билингвальности.

3. Альбом анимационных рисунков с билингвальной поддержкой, реализованный в виде электронного обучающего курса в цифровой обучающей среде (с применением динамической среды *GeoGebra* и системы управления обучением *Moodle*) обеспечивает профессиональную дидактическую помощь учителю, организацию экспериментального исследования, независимость анимационного дидактического контента, анимационную наглядность, развитую систему билингвальных подсказок, снижение вычислительной трудности, применение специализированной системы *CAS*, а также формирование алгебраической, геометрической и физической грамотности учащихся-билингвов;

4. Методика обучения алгебре учащихся-билингвов 7 класса, основные компоненты которой соответствуют блокам методической модели, а именно:

– *целевой компонент* соответствует целевому блоку методической модели и отражает цели обучения алгебре учащихся-билингвов, направленные на повышение результативности обучения;

– *процессуальный компонент* соответствует концептуально-методологическому, содержательно-технологическому блоками, объединяет формы, методы и средства обучения алгебре и включает альбом анимационных рисунков с билингвальной поддержкой;

– *оценочный компонент* соответствует рефлексивно-оценочному блоку и содержит диагностические средства оценки результатов обучения обеспечивает повышение результативности учебного процесса.

Структура диссертации: диссертация состоит из введения, двух глав, заключения, библиографического списка и приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во **введении** обоснована актуальность темы исследования, определены объект и предмет исследования, сформулирована цель, выдвинута гипотеза, определены задачи исследования, указаны методы и этапы исследования, раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, представлены положения, выносимые на защиту.

В **первой главе «Научно-теоретические основы обучения алгебре школьников с применением компьютерной анимации в условиях**

билингвальности» раскрыта сущность ключевых понятий исследования, выявлены особенности обучения алгебре семиклассников-билингвов и дидактические возможности компьютерной анимации при организации их учебного процесса, приведена созданная методическая модель обучения алгебре учащихся-билингвов 7 класса.

В параграфе 1.1 *«Анализ особенностей обучения алгебре семиклассников-билингвов и существующего учебно-методического обеспечения»* представлены результаты анализа нормативно-законодательной базы, контент-анализа учебно-методического обеспечения по алгебре для учащихся 7 класса А.Г. Мерзляка, С.М. Никольского, Ю.Н. Макарычева, А.Г. Мордковича, Ю.М. Калягина, Г.В. Дорофеева, Л.Г. Петерсона и др., раскрыты особенности обучения алгебре учащихся-билингвов на примере Республики Тыва. В параграфе обосновано, что существующие методики обучения и учебно-методические комплексы обучения алгебре для учащихся 7 класса, в том числе содержащие примеры применения компьютерной анимации до сих пор не решают проблему для учащихся-билингвов, что позволило выявить дефициты, проявляющиеся в необходимости применения современных цифровых технологий, развитии и применении средств визуально-наглядной компьютерной анимации в условиях русско-тувинского двуязычия.

Таким образом, в исследовании определена необходимость комплексного решения проблемы создания и применения в учебном процессе анимационных рисунков, которые позволяют динамично в зависимости от изменения параметров получать различные виды динамических изображений (чертежей) с персональной поддержкой на родном языке учащихся, что повысит понимание и наглядность учебного материала, а также обеспечит возможность проведения экспериментов с алгебраическими объектами и моделирования их параметров в режиме реального времени.

Параграф 1.2 *«Значение и возможности компьютерной анимации в обучении алгебре учеников-билингвов в современных условиях»* посвящен сравнительному анализу применяемых динамических интерактивных сред и выявлению дидактических возможностей компьютерной анимации при организации учебного процесса по алгебре учащихся-билингвов 7 класса.

На основе проведённого анализа научно-педагогических статей, диссертационных исследований, собственного педагогического опыта и анализа функциональных возможностей динамических интерактивных сред «Живая математика», «Математический конструктор» и «*GeoGebra*» сделан вывод, что наиболее высоким потенциалом повышения наглядности и результативности обучения алгебре учащихся-билингвов обладает среда *GeoGebra*. Констатируется, что при построении методики обучения алгебре альбомы анимационных рисунков с билингвальной поддержкой целесообразно создавать, используя средства среды *GeoGebra* и системы управления обучением *LMS Moodle*.

В результате изучения существующих трактовок понятия компьютерной анимации и подходов к ее реализации в обучении математике

выявлены существенные характеристики анимационной поддержки в системе современного обучения алгебре семиклассников Республики Тыва: профессиональная дидактическая помощь учителю, организация экспериментального исследования, независимость анимационного дидактического контента, анимационная наглядность, развитая система билингвальных подсказок, снижение вычислительной трудности, применение специализированной системы *CAS*, а также формирование алгебраической, геометрической и физической грамотности учащихся-билингвов.

На основе проведенного анализа понятийно-терминологического поля проблемы конкретизировано понятие анимационного рисунка с билингвальной поддержкой в обучении математике как динамического изображения (чертежа) с сопровождением на двух языках (например, русском и тувинском), обеспечивающего визуализацию алгебраических понятий и утверждений, демонстрацию и моделирование процесса решения алгоритмических задач.

В параграфе 1.3 представлена *методическая модель обучения алгебре учеников-билингвов с использованием динамической среды GeoGebra*, структура которой представлена *целевым, концептуально-методологическим, содержательно-технологическим и рефлексивно-оценочным* блоками, рисунок 1.

Методическая модель обучения алгебре учеников-билингвов с использованием компьютерной анимации в среде *GeoGebra* с использованием альбома анимационных рисунков с билингвальной поддержкой в цифровой среде обеспечивает целостное построение процесса обучения алгебре учеников-семиклассников в условиях билингвальности.

Целевой блок методической модели отражает направленность целей алгебраической подготовки на повышение результативности обучения алгебре учеников-билингвов 7 класса. Цель учитывает требования нормативно-документальной базы, ФГОС ООО, тенденции цифровой трансформации образования. *Концептуально-методологический блок* раскрывает методологические подходы, дидактические и предложенные в исследовании наглядно-анимационные принципы обучения.

Содержательно-технологический блок модели включает критерии отбора содержания учебного материала, а также формы, методы и средства обучения. *Рефлексивно-оценочный блок* предназначен для оценки результативности обучения алгебре учеников-билингвов седьмого класса на основе разработанного диагностического комплекса учебных заданий.



Рисунок 1 – Методическая модель обучения алгебре учащихся-билингвов

Результатом реализации предложенной модели является повышение результативности обучения алгебре учеников-билингвов 7 класса с использованием альбома анимационных рисунков с билингвальной поддержкой в цифровой среде.

Во второй главе **«Методика обучения алгебре учеников-билингвов 7 класса с использованием компьютерной анимации»** представлены разработанный альбом анимационных рисунков как средство обучения алгебре обучающихся 7 класса, созданная методика обучения алгебре с использованием компьютерной анимации для учащихся Республики Тыва и результаты ее апробации.

В параграфе 2.1 *«Особенности реализации методики обучения алгебре школьников 7 класса с применением анимационных рисунков с билингвальной поддержкой»* раскрывается методика обучения алгебре с использованием компьютерной анимации для учащихся-билингвов на примере Республики Тыва, построенная на основе предложенной методической модели.

Целевой компонент методики соответствует целевому блоку методической модели и отражает цели обучения алгебре учащихся-билингвов, направленные на повышение результативности обучения.

Процессуальный компонент соответствует концептуально-методологическому и содержательно-технологическому блокам методической модели. Он включает в себя альбом анимационных рисунков с билингвальной поддержкой и объединяет формы, методы и средства обучения, позволяющие повысить степень усвоения алгебраического материала. Выделены организационные формы обучения алгебре для учащихся-билингвов 7 класса с использованием анимационных рисунков с билингвальной поддержкой, рассмотрены различные формы уроков с использованием компьютерных технологий, такие как урок, урок семинарского типа, урок-лабораторная работа, дополнительные занятия по выбору, факультативные занятия, домашняя работа, а также тренировочные, реконструктивно-вариативные, эвристические и творческие самостоятельные работы. Особенностью методики выступает интегративное применение разработанного *альбома анимационных рисунков с билингвальной поддержкой*, реализованного в цифровой образовательной среде в виде электронного обучающего курса, учебников и учебно-методических пособий, которые подчиняются целям, соответствуют содержанию, методам и формам обучения. Альбом анимационных рисунков с билингвальной поддержкой по алгебре для учащихся-билингвов Республики Тыва позволяет ученикам-билингвам и учителям качественно поддерживать обучение алгебре, в том числе в активированные дни и интенсивно задействовать обучающихся в учебном процессе не выходя из дома.

Оценочный компонент методики обучения алгебре школьников 7 класса с применением анимационных рисунков с билингвальной поддержкой соответствует рефлексивно-оценочному блоку методической модели и

содержит разработанный диагностический инструментарий оценки результатов обучения по алгебре 7 класса.

В параграфе 2.2 «Альбом анимационных рисунков с билингвальной поддержкой как средство обучения алгебре обучающихся 7 класса» представлен альбом анимационных рисунков с билингвальной поддержкой, реализованный в виде электронного обучающего курса в цифровой обучающей среде (с применением динамической среды *GeoGebra* и системы управления обучением *Moodle*). Разработанный альбом размещен в информационной обучающей системе электронного обучения ФГБОУ ВО «Тувинский государственный университет», рисунок 2.

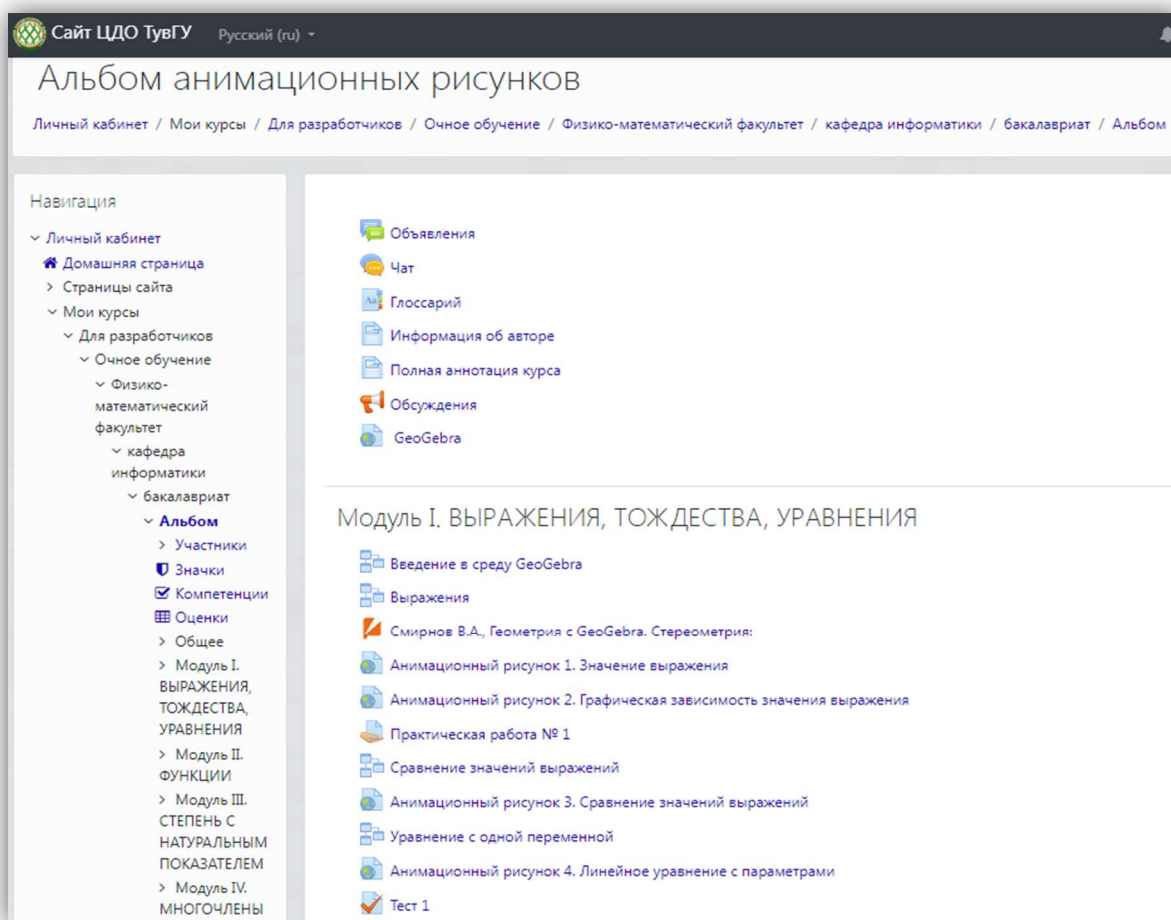


Рисунок 2 – Альбом анимационных рисунков

Структура реализованного электронного обучающего курса «Альбом анимационных рисунков» включает следующие модули:

- Выражения, тождества, уравнения;
- Функции;
- Степень с натуральным показателем;
- Многочлены;
- Формулы сокращенного выражения;
- Системы линейных уравнений.

Модульный подход к построению электронного обучающего курса обеспечивает гибкость работы с учебным контентом, интегративное соотношение теории и практики внутри каждого модуля и позволяет рекомендовать отдельные модули для самостоятельного освоения учащимся, например, находящимся на дистанционном или домашнем обучении. Каждый модуль содержит учебно-теоретические материалы, тренажеры, анимационные рисунки, реализованные с применением динамической среды *GeoGebra*. Для контроля освоения материала в электронном обучающем курсе предусмотрены опросы, практические и тестовые задания. С методической точки зрения электронно-обучающий курс отличается выстроенной логической последовательностью и доступностью изложения, что способствует повышению уровня усвоения учебного материала.

Уникальностью разработанного электронного обучающего курса является применение анимационных рисунков с билингвальной поддержкой, которые реализованы в элементах альбома и обеспечивают:

- *профессиональную дидактическую помощь учителю*, которая состоит в облегчении деятельности педагога за счет применения альбома анимационных рисунков с билингвальной поддержкой, категоризированных по различным темам и разделам;

- *организацию экспериментального исследования*, направленную на развитие и поддержку экспериментально-исследовательского стиля обучения в условиях соблюдения методического баланса и недопустимости возникновения «экспериментально-теоретического разрыва»;

- *независимость анимационного дидактического контента*, что позволяет его применять без сопровождения разработчиком для широкого класса обучающихся задач и использовать как основной или вспомогательный элемент при построении обучающих ресурсов и сред предметного обучения алгебре;

- *анимационную наглядность*, которая раскрывается при визуализации алгебраических понятий и утверждений, когда моделируемое математическое утверждение сопровождается его наглядной демонстрацией;

- *развитую систему билингвальных подсказок*, что позволяет адаптироваться в учебном процесс ученику-билингву с разной степенью владения русским языком.

- *снижение вычислительной трудности*, что позволяет реализовать вычислительные алгоритмы, сопровождающие математические исследования с целью методической демонстрации получения решений без реализации трудоемких вычислений;

- *применение специализированной системы CAS (Computer Algebra System)*, что позволяет реализовать символьные вычисления для автоматизированной проверки результатов различного уровня сложности;

- *формирование алгебраической, геометрической и физической грамотности* на уроках алгебры, при этом, связующим звеном выступает анимационное моделирование физических процессов и явлений:

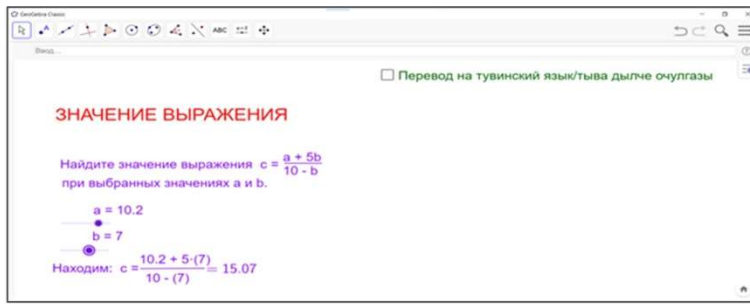
прямолинейного равномерного движения, геометрической и физической трактовки коэффициентов соответствующих уравнений, задач на движения и др.

Учебный контент модуля «Выражения, тождества, уравнения» при изучении выражений с переменными способствует формированию у учеников-билинггов предметных результатов, направленных на знание таких понятий как переменная, выражение с переменными, числовое значение выражения с переменными, допустимые значения переменных, тождество, тождественные преобразования и умение выполнять в выражениях с переменными числовые подстановки, производить вычисления значений выражений, находить допустимые значения переменных, сравнивать значения выражений при заданных значениях входящих в них переменных.

Приведем примеры анимационных рисунков с билингвальной поддержкой «Нахождение значения выражения» и «Графическая зависимость значения выражения» по теме «Выражения с переменными» и методические приемы их использования при работе с выражением: $c = \frac{a+5b}{10-b}$.

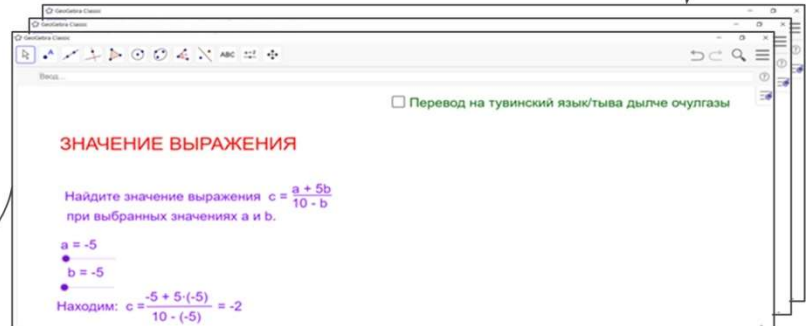
Во время урока ученики находят значение выражения $c = \frac{a+5b}{10-b}$ при $a = 10,2$, $b = 7$ вручную в тетрадях и получают $c = \frac{10,2+5 \cdot 7}{10-7} = 15,07$. Затем полученный ответ демонстрируется при помощи анимационного рисунка с билингвальной поддержкой, рис. 3а. Осуществляя перемещение точки на ползунках анимационного рисунка и тем самым изменяя значение переменных a и b от -5 до 15 осуществляется нахождение и сравнение значений выражения при заданных значениях входящих в них переменных, рис. 3б. Этот прием позволяет оперативно получать разновидности решений выражения и при этом снижает вычислительные трудности учащихся. Целесообразно при этом составить таблицу значений переменных и выражения, обратив внимание учащихся на случай нуля в знаменателе. Данный пример наглядно демонстрирует независимость анимационного дидактического контента и возможность применения системы билингвальных подсказок. Учащиеся, слабо владеющие русским языком, могут включить билингвальную поддержку на тувинском языке, что способствует лучшему пониманию материала и ускорению их языковой адаптации в обучении алгебре, рис. 3в.

Анимационный рисунок позволяет зафиксировать переменную a , например, взять $a = 6$, и изменять значение переменной b , что позволяет визуализировать нахождение значения выражения c в зависимости от значений b . Таким образом, наглядно демонстрируются и вводятся понятия *независимой переменной* (поясняется, что в этом случае переменную b обычно обозначают $-x$), *зависимой переменной* (переменную c обозначают $-y$) и *параметра* (переменная a). Анимационный рисунок с билингвальной поддержкой «Графическая зависимость значения выражения» представляет анимационную модель выражения $c = \frac{a+5b}{10-b}$ с переменной x и параметром a , рис. 3г. Его применение направлено на пропедевтику понятия функции.



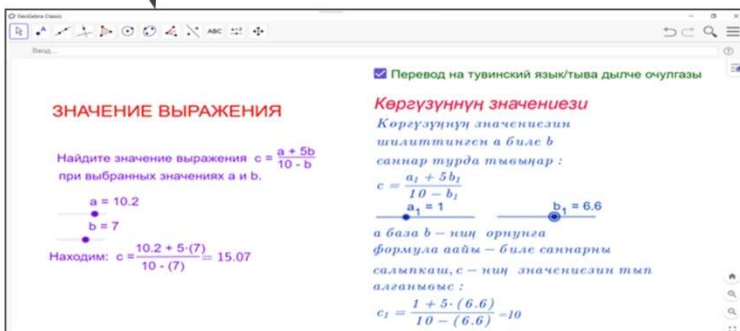
а) Демонстрация нахождения значения выражения

изменение значений переменных



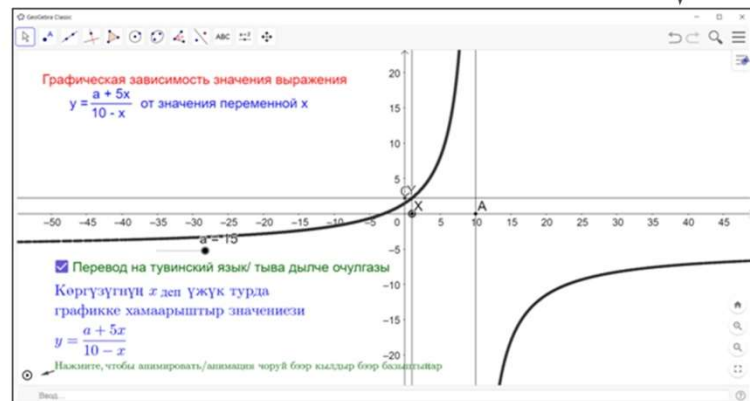
б) Сравнение значений выражения при изменении значений переменных

включение билингвальных подсказок



в) Применение системы билингвальных подсказок

Переход к графической визуализации



г) Графическая зависимость выражения

Рисунок 3 – Анимационные рисунки с билингвальной поддержкой

Для самостоятельной работы с анимационным рисунком ученикам предлагаются практические задания по вариантам, которые представлены элементами электронного обучающего курса.

В параграфе 2.3 «*Описание и результаты опытно-экспериментальной работы*» представлены результаты апробации методики обучения алгебре учеников-билингвов 7 класса, проведенной на базе Муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения «Гимназия № 5 города Кызыла Республики Тыва». В эксперименте приняли участие 100 учащихся, из них экспериментальная и контрольная группа составили по 50 человек.

Обучение учеников-билингвов экспериментальной группы (ЭГ) проводилось с применением альбома анимационных рисунков, содержащего анимационные рисунки в среде *GeoGebra* с сопровождением на тувинском языке. А занятия в контрольной группе (КГ) проводились без использования анимационных рисунков с билингвальной поддержкой. Для оценки результативности созданной методики обучения алгебре школьников 7 класса с применением анимационных рисунков с билингвальной поддержкой был проведен входной и итоговый контроль по критериям: К1 – умение выполнять сложение и вычитание многочленов, К2 – умение выполнять умножение одночлена на многочлен и умножение многочленов и К3 – умение выполнять разложение многочлена на множители.

Результаты входного и итогового контроля по результатам педагогического эксперимента приведены на рисунке 10. Наиболее существенная разница в результатах наблюдается по критериям, где проверяются умения учащихся-билингвов выполнять умножение одночлена на многочлен и умножение многочленов, а также умения выполнять разложение многочлена на множители.

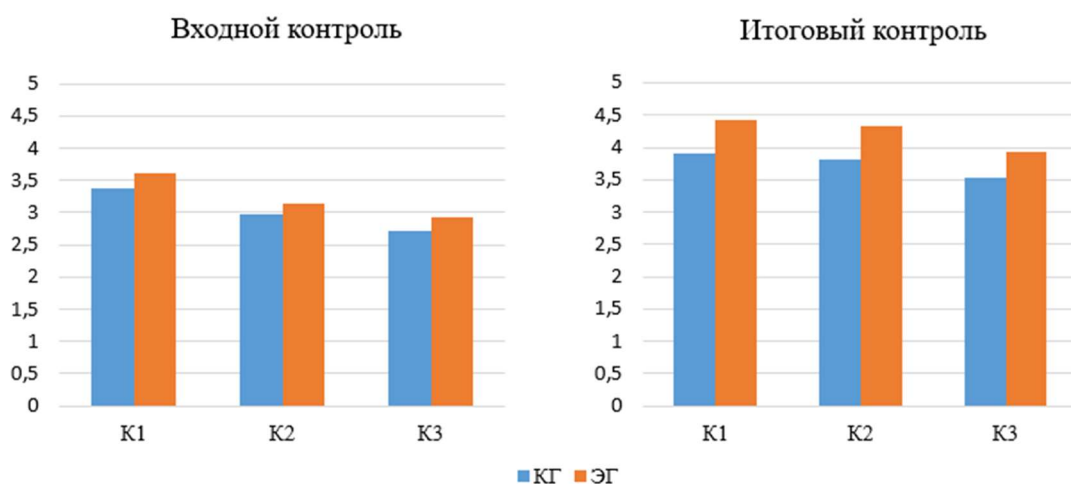


Рисунок 10 – Результаты входного и итогового контроля учеников-билингвов

Анализ динамики изменения уровней достижения планируемых результатов входного и итогового контроля у учеников-билингвов ЭГ и КГ (рисунки 11-14) подтвердил, что учащиеся ЭГ имеют более высокие результаты по сравнению с КГ.

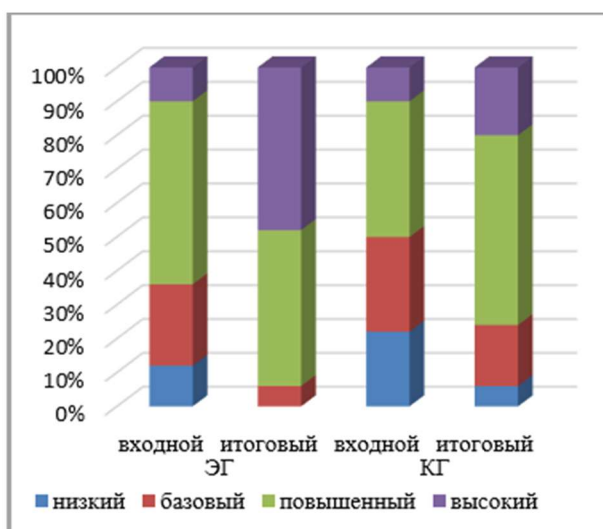


Рисунок 11 – Динамика изменения уровня результатов обучения учеников-билингвов ЭГ и КГ по критерию К1

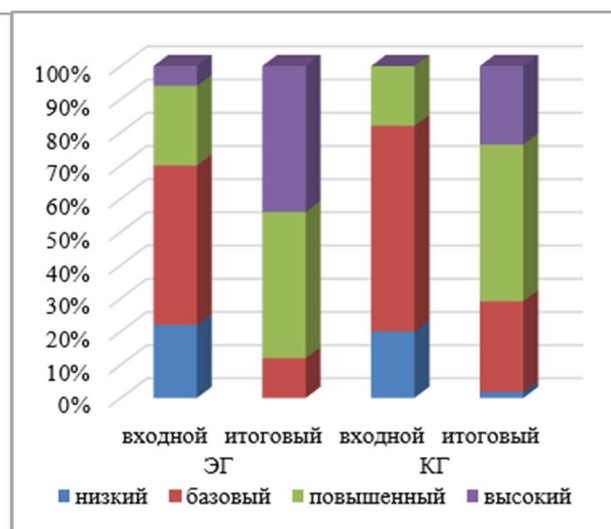


Рисунок 12 – Динамика изменения уровня результатов обучения учеников-билингвов ЭГ и КГ по критерию К2

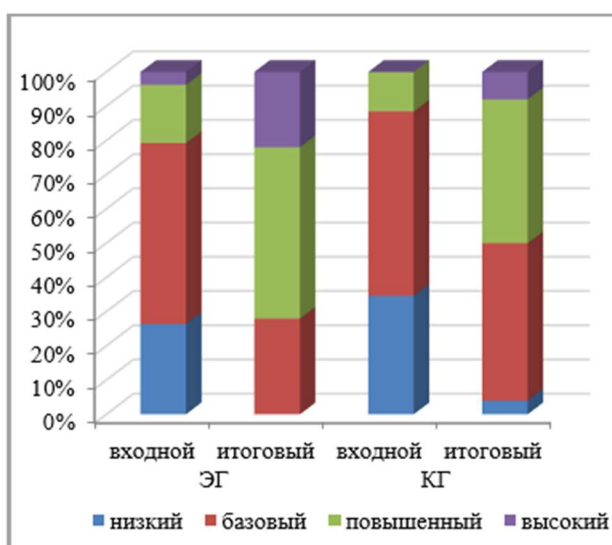


Рисунок 13 – Динамика изменения уровня результатов обучения учеников-билингвов ЭГ и КГ по критерию К3

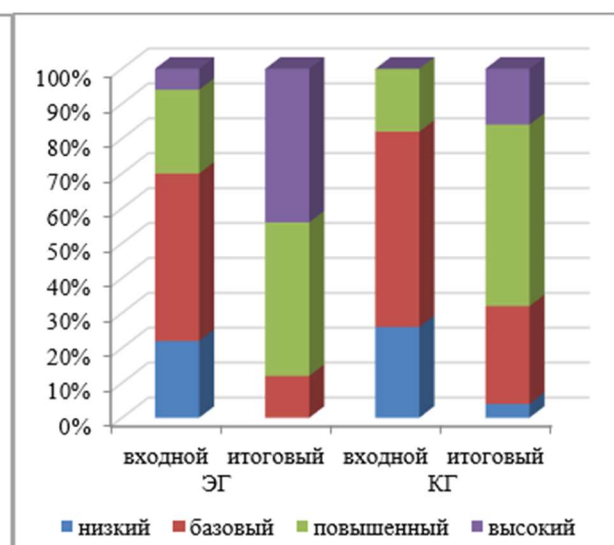


Рисунок 14 – Динамика изменения результатов обучения по алгебре учеников-билингвов ЭГ и КГ

В результате эксперимента в обеих группах мы зафиксировали уменьшение числа учащихся с низким уровнем достижения планируемых результатов обучения на 22%, то число учащихся с базовым уровнем

достижения планируемых результатов обучения в КГ уменьшилось на 28%, а в ЭГ – на 36%, динамика увеличения числа учащихся с повышенным и высоким уровнем достижения планируемых результатов обучения в КГ составила 50%, а в ЭГ – 58%.

Оценка достоверности результатов педагогического эксперимента основана на статистическом анализе полученных данных. Проверка гипотезы о нормальном распределении случайной величины проводилась с помощью критериального подхода Е.И. Пустыльника. Проверка на однородность проводилась с помощью критерия Левене равенства дисперсий. Для оценки результативности созданной методики был применен t-критерий Стьюдента.

Таким образом, проведенная опытно-экспериментальная работа подтвердила результативность предложенной педагогической методики обучения алгебре учеников-билинггов с использованием компьютерной анимации на примере Республики Тыва.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

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

Конкретизировано понятие анимационного рисунка с билингвальной поддержкой в обучении математике как динамическое изображение (чертеж) с сопровождением на двух языках (например, русском и тувинском), обеспечивающее визуализацию алгебраических понятий и утверждений, демонстрацию и моделирование процесса решения алгоритмических задач.

Выявлены принципы обучения алгебре 7 класса, которые включили в себя дидактические принципы обучения, такие как: научности, воспитания, доступности, сознательности, активности, прочности усвоения знаний и наглядно-анимационные принципы, такие как современности, анимационной визуализации, использования анимационных рисунков с билингвальной поддержкой, самостоятельности в использовании анимационных рисунков и систематичности применения анимационных рисунков.

Создана методическая модель обучения алгебре учеников-билинггов с использованием среды *GeoGebra*, направленная на повышение результативности обучения по алгебре учеников-билинггов 7 класса с использованием альбома анимационных рисунков с билингвальной поддержкой в цифровой среде и представленная целевым, концептуально-методологическим, содержательно-технологическим и рефлексивно-оценочным блоками.

Предложена и обоснована методика обучения алгебре учеников-билинггов с использованием компьютерной анимации, содержательно-технологической основой которой является альбом анимационных рисунков с билингвальной поддержкой, содержащий основные понятия, анимационные рисунки с билингвальной поддержкой, задания для самостоятельной работы и тематические тесты.

Экспериментально подтверждена результативность предложенной педагогической методики обучения алгебре учеников-билингвов с использованием компьютерной анимации, которая формирует алгебраическую грамотность в процессе обучения алгебре учащихся-билингвов.

Полученные результаты исследования могут быть применены в качестве теоретической и практической основы для проведения дальнейших исследований в области создания и использования анимационного контента в процессе обучения математике в школе и при подготовке учителей в вузах.

Основные положения и результаты исследования отражены **в следующих публикациях.**

Работы, опубликованные в научных журналах, включенных в перечень ВАК РФ и Scopus:

1. Сарыглар, С.В. Альбом анимационных рисунков как инновационное средство обучение алгебре в цифровой среде учеников-билингвов / Ю.В. Вайнштейн, С.В. Сарыглар // Перспективы науки и образования. – 2024. – № 3(69). – С. 319-336.

2. Сарыглар, С.В. Применение анимационных рисунков при обучении школьников-билингвов на уроках алгебры / С.В. Сарыглар, Ю.В. Вайнштейн // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. – 2024. – № 1(67). – С. 5-15.

3. Сарыглар, С. В. Компьютерные анимационные рисунки в среде GeoGebra на уроках алгебры в седьмом классе // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2022. – № 5(223). – С. 116-122.

4. Сарыглар, С.В. Компьютерная анимация на уроках алгебры 7 класса: результаты экспериментальной работы // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. – 2021. – № 4(58). – С. 126-131.

5. Чилбак-оол, С.В. (Сарыглар, С.В.) Анимационные рисунки как технологическая часть цифрового обучения математике в свете цифровизации образования / С.В. Ларин, С.В. Чилбак-оол // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. – 2020. – № 3(53). – С. 54-61.

Учебное пособие:

6. Сарыглар, С.В. Алгебра 7 класса с анимационными рисунками: учебное пособие для учителей математики и студентов физико-математических специальностей педагогических вузов / С.В. Ларин, С.В. Сарыглар. Кызыл: Изд-во ТувГУ, 2022. – 72 с. ISBN 978-5-9117820-3-0.

В других изданиях:

7. Сарыглар, С.В. Компьютерная анимация на уроках алгебры 7 класса в условиях двуязычия // Материалы ЕНПК преподавателей, сотрудников и аспирантов ТувГУ. – Кызыл, 2023. – С. 208-210.

8. Сарыглар, С.В. Компьютерная анимация в среде GeoGebra на уроках алгебры 7 класса // Информационные технологии в математике и в математическом образовании. – 2021. – С.126-131.

9. Чилбак-оол, С.В. (Сарыглар, С.В.) Использование анимационных рисунков на уроках алгебры 7 класса по теме «Многочлены» / С.В. Ларин, С.В. Чилбак-оол // Информационные технологии в математике и в математическом образовании. – 2019. – С. 61-69.

10. Чилбак-оол, С.В. (Сарыглар, С.В.) Использование компьютерной анимации в школьной алгебре чисел и многочленов / С.В. Ларин, С.В. Чилбак-оол // Информатизация образования и методика электронного обучения: Материалы межд. науч. конф. – Красноярск, 2018. – С.144-148.

11. Чилбак-оол, С.В. (Сарыглар, С.В.) Правый и левый алгоритмы Евклида для многочленов / Современная математика и математическое образование в контексте развития края: проблемы и перспективы: Материалы III Всеросс. научно-практ. конф. студентов, аспирантов и школьников. – Красноярск, 2018. – С. 91-96.

12. Чилбак-оол, С.В. (Сарыглар, С.В.) Использование среды GeoGebra для поиска алгебраического описания улиток Паскаля порядка 2 / С.В. Ларин, С.В. Чилбак-оол // Человек, семья и общество: история и перспективы развития. Материалы Всеросс. научно-метод. конф. с межд. участием. – Красноярск, 2018. – С. 90-94.

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

14. Чилбак-оол, С.В. (Сарыглар, С.В.) Решение алгоритмических алгебраических задач анимационных рисунков / С.В. Ларин, С.В. Сарыглар // Человек, семья и общество: история и перспективы развития. Материалы Всер. научно-метод. конф. с межд. участием. – Красноярск, 2017. – С. 61-69.

15. Чилбак-оол, С.В. (Сарыглар, С.В.) Компьютерная анимация при изучении квадратичной функции / С.В. Ларин, Т.В. Апакина, С.В. Чилбак-оол // Человек, семья и общество: история и перспективы развития. Материалы Всеросс. научно-метод. конф. с межд. участием. – Красноярск, 2016. – С.123-127.