

УДК 378

ПРИМЕНЕНИЕ АНИМАЦИОННЫХ РИСУНКОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ШКОЛЬНИКОВ-БИЛИНГВОВ НА УРОКАХ АЛГЕБРЫ

С.В. Сарыглар (Кызыл, Россия)

Ю.В. Вайнштейн (Красноярск, Россия)

Аннотация

Постановка проблемы. В настоящее время в школах Республики Тыва обучение производится на двух языках – тувинском (родном) и русском. Для понимания и повышения уровня усвоения учебного материала школьниками-билингвами в данной статье рассматривается обучение алгебре с использованием анимационных возможностей компьютерно-динамической среды GeoGebra в условиях двуязычия.

Цель статьи – продемонстрировать возможности использования анимационных рисунков в среде GeoGebra с языковой тувинской поддержкой на примере обучения учеников-билингвов седьмого класса и экспериментально подтвердить результативность предложенного подхода с применением эмпирических и статистических методов.

Методология. Методологическими основами исследования являются системно-деятельностный, лично ориентированный, когнитивно-визуальный, исследовательский и билингвальный подходы. Изучены и проанализированы научные труды по использованию анимационных рисунков в обучении математике в школе, проблемам и перспективам билингвального обучения в Республике Тыва. С целью выявления мнения учащихся о результатах обучения алгебре с применением анимационных рисунков в среде GeoGebra было проведено анкетирование школьников-билингвов экспериментальной группы. Оценка результативности предложенного подхода была проведена с применением методов математической статистики (*t*-критерий Стьюдента).

Результаты исследования. Представлены примеры компьютерных, анимационных рисунков на уроках алгебры с сопровождением на тувинском языке. Созданные анимационные рисунки в условиях двуязычия повышают интерес школьников седьмого класса к обучению алгебре, несмотря на языковой барьер у учащихся школ Республики Тыва.

Заключение. Использование созданных анимационных рисунков в среде GeoGebra с сопровождением на тувинском языке на уроках алгебры седьмого класса в условиях двуязычия обеспечивает наглядность математических понятий и утверждений, снижает вычислительные трудности, а также помогает учителю провести тестирование полученных знаний. Компьютерные анимационные рисунки в условиях двуязычия используются в создании учителем задач с ожидаемым решением. Они обеспечивают возможности экспериментирования при обучении алгебре школьников-билингвов.

Ключевые слова: обучение алгебре, двуязычие, GeoGebra, анимационный рисунок, тувинский язык.

Сарыглар Сайдыс Васильевна – старший преподаватель кафедры информатики, Тувинский государственный университет (Кызыл); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8498-9626>; e-mail: ya.saydis@yandex.ru

Вайнштейн Юлия Владимировна – доктор педагогических наук, профессор кафедры прикладной математики и анализа данных, Сибирский федеральный университет (Красноярск); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8370-7970>; Scopus Author ID: 57205328429; e-mail: yweinstein@sfu-kras.ru

Постановка проблемы. В соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами (ФГОС) для полного среднего образования овладение информационными технологиями выступает неотъемлемым аспектом изучения математики и информатики. В результате изучения базового

курса математики учащиеся должны обладать следующими навыками:

– уметь применять компьютерные технологии для поиска решений, а также для визуализации уравнений, задач, неравенств;

– уметь применять компьютерные программы для вычислений и анализа данных.

Вышеперечисленные требования актуализировали проблему эффективного использования различных цифровых средств, а также компьютерных технологий в процессе обучения алгебре. При этом важным аспектом выступает то, что в образовательной системе Республики Тыва можно наблюдать взаимосвязь проблем при сдаче основного государственного экзамена по математике у школьников с недостаточным уровнем владения русским языком. Педагогические исследования, посвященные проблеме билингвального обучения, показывают, что уровень знания русского языка, на котором ведется обучение, серьезно затрудняет формирование математических базовых знаний у школьников в средних классах [Танзы и др., 2020]. Потенциал компьютерных технологий в процессе обучения алгебре открывает новые возможности для решения этой проблемы.

Это актуализирует цель настоящей работы, которая состоит в создании анимационных рисунков в динамической среде GeoGebra с поддержкой на тувинском языке и применении их в обучении алгебре учащихся-билинггов седьмого класса.

Методология исследования базируется на системно-деятельностном (Л.С. Выготский, А.Г. Асмолов, П.Я. Гальперин и другие исследователи), личностно ориентированном (Ш.А. Амонашвили, Е.Н. Ильина, И.С. Якиманская и др.), когнитивно-визуальном (Р. Арнхейм, Д. Гильберт, В.А. Далингер и др.), исследовательском (Н.Г. Алексеев, Т.А. Иванова, А.В. Леонтович и др.), билингвальном (П.А. Юдакин, У. Ламберт, Я.А. Коменский и др.) подходах к обучению математике.

В качестве теоретических методов исследования применен сравнительно-сопоставительный анализ научно-педагогической литературы. В качестве эмпирических методов использовались экспериментальное обучение алгебре учащихся-билинггов с применением анимационных рисунков, сопровождаемых переводом на тувинский язык, анкетирование для сбора обратной связи от учащихся-билинггов, метод статистической проверки гипотез для оценки

результативности педагогического эксперимента – t -критерий Стьюдента.

Обзор научной литературы. При создании методики обучения алгебре с применением компьютерных технологий учитывались возможности среды GeoGebra, раскрываемые в публикациях [Hdez, Perdomo-Díaz, Camacho, 2020; Abboud, 2023; Radović et al., 2020; Safonov, Bakaeva, Tagaeva, 2019]. При этом отметим, что полученные результаты являются продолжением исследований, отраженных в публикациях [Ларин, Чилбак-оол, 2018; 2019; 2020; Сарыглар, 2021а, б; 2022; Ларин, Сарыглар, 2022], и представляют инновационное методическое обеспечение для утвержденных учебников по алгебре седьмого класса [Макарычев и др., 2023; Мерзляк и др., 2015]. Проблемы и перспективы билингвального обучения в Республике Тыва рассматриваются в исследованиях [Танзы и др., 2020; Тарута, 2019]. Теоретические и практические аспекты развития математического образования в условиях цифровизации опубликованы в научных статьях [Shabanova, Udovenko, Nimatuliev, 2019; Vainshtein et al., 2019; 2020; Hai, Van, Thi Tuyet, 2021; Zehavit et al., 2022].

Для формирования у учащихся понятия «компьютерно-математическая модель» на уроках алгебры в работе применена широко распространенная динамическая среда GeoGebra [Abebayehu, Hsiu-Ling, 2023]. Она является одним из инструментов в арсенале цифрового образования [Майер, Семина, 2014]. Данная программа активно используется для создания анимационного контента на уроках алгебры. Предоставляя три вида анимации – геометрическую, алгебраическую и текстовую, – среда служит мощным инструментом для решения и моделирования разнообразных математических задач [Абдулкин и др., 2019]. Это позволяет учащимся преодолеть проблемы, связанные с длительными вычислениями, и сфокусироваться на понимании алгоритмов и концепций.

Результаты исследования. Рассмотрим методику построения урока с применением анимационных рисунков по теме «Умножение и деление степеней». На уроке учителем

о время закрепления теоретического материала предлагается учащимся решить в тетрадах упражнения 403, 404, 414, 415, 438 из учебника [Макарычев и др., 2023], а затем, используя анимационный рисунок и устанавливая с помощью ползунков значения параметров a , m , n , проверить полученные ответы. Далее учащимся предлагается проговорить правила умножения и деления степеней с одинаковыми основаниями и возведения степени в степень. При рассмотрении таких вопросов, как «Умножение

и деление степеней», «Возведение в степень произведения и степени», можно наглядно продемонстрировать с применением анимационного рисунка «Действия над степенями» (*чадалар-биле кылдыныглар*): умножение степеней, деление степеней и возведение степени в степень (рис. 1). При использовании данного рисунка при наличии языковых сложностей можно применять билингвальную поддержку, включив «Перевод на тувинский язык / *тыва дылче очулгазы*».

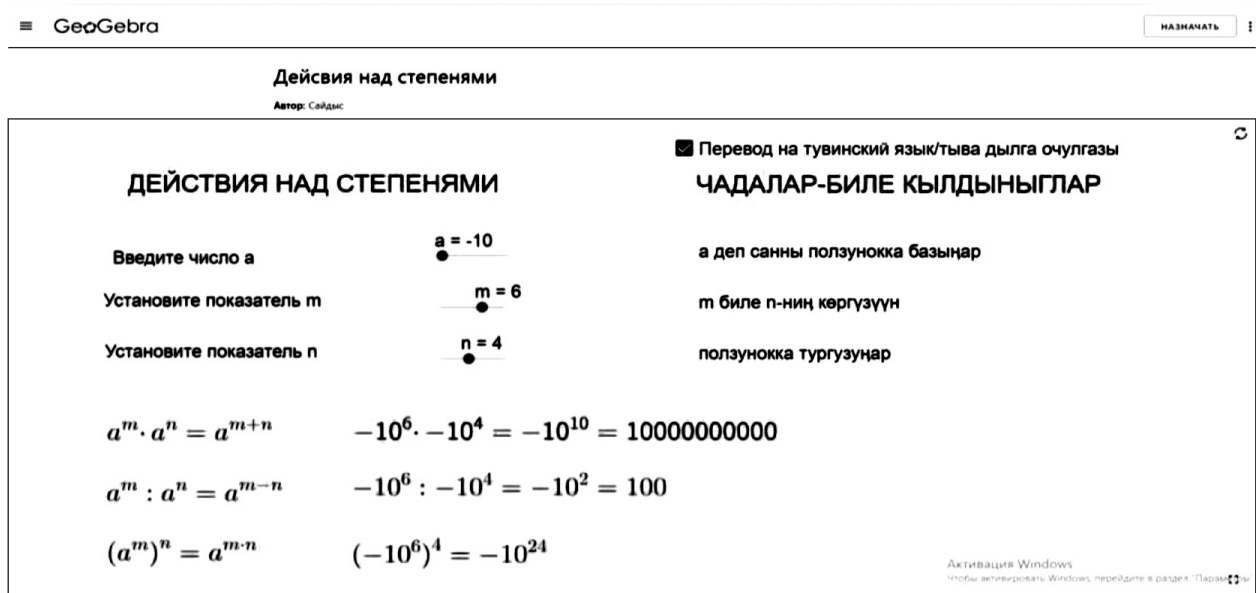


Рис. 1. Анимационный рисунок «Действия над степенями»
Fig. 1. Animation drawing “Actions with degrees”

При изучении темы «Умножение одночленов. Возведение одночлена в степень» можно применять анимационный рисунок «Действия над одночленами» (*чаңгыс кежигүнгү көргүзүг-биле кылдыныглар*) (рис. 2). Он наглядно демонстрирует умножение одночленов и возведение одночлена в степень, что позволяет учителю при объяснении темы с помощью ползунков моделировать и визуализировать решения примеров из учебника [Макарычев и др., 2023].

Рассмотрим пример по теме «Формулы сокращенного умножения». Данную тему предлагается сопровождать анимационным рисунком для ускорения запоминания и проверки

знания формул сокращенного умножения (рис. 3), то есть эффективно использовать его в качестве тренировочно-тестирующего задания, когда нужную формулу можно с помощью флажка открыть/скрыть, а также показать перевод на тувинский язык согласно персональному запросу учащихся.

Также данную тему целесообразно дополнить анимационной моделью квадрата суммы, являющегося одной из основных формул. Анимационный рисунок «Анимационная модель квадрата суммы» (см. упражнение 861 [Макарычев и др., 2023, с. 142]) позволяет перемещать точки A и B , при этом визуализируя изменение длин отрезков a , b (рис. 4).

GeoGebra

НАЗНАЧАТЬ

ДЕЙСТВИЯ НАД ОДНОЧЛЕНАМИ
Автор: Сайдыс

ДЕЙСТВИЯ НАД ОДНОЧЛЕНАМИ $A = ka^m b^n c^p d^q$, $B = k_1 a^{m_1} b^{n_1} c^{p_1} d^{q_1}$ Перевод на тувинский язык/тыва дылче очулгазы

Установите коэффициенты k и k_1 Чангыс кежигүүннүг көргүзүг-биле кылдыныглар

Установите показатели степеней m, n, p, q и m_1, n_1, p_1, q_1 . к биле k_1 деп коэффициентилерни тургузунар

Установите степень r , в которую нужно возвести одночлен A м,п,р,q болгаш m_1, n_1, p_1, q_1 деп чадаларның көргүзүглерин тургузунар

Одночлены $A = 9.1a^3 b^8 c^4 d^2$, $B = -6.1a^1 b^4 c^2 d^2$. А деп чангыс кежигүүннүг көргүзүгнү г деп чадаже көдүрерде, г-ниң чадазын ползунокка тургузунар

$A \cdot B = 9.1a^3 b^8 c^4 d^2 \cdot -6.1a^1 b^4 c^2 d^2 = -55.51a^4 b^{12} c^6 d^4$;

$A^r = (9.1a^3 b^8 c^4 d^2)^5 = 9.1^5 a^{3 \cdot 5} b^{8 \cdot 5} c^{4 \cdot 5} d^{2 \cdot 5} = 62403.21a^{15} b^{40} c^{20} d^{10}$.

Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры"

Рис. 2. Анимационный рисунок «Действия над одночленами»
Fig. 2. Animation drawing "Actions with monomials"

GeoGebra

НАЗНАЧАТЬ

Формулы сокращенного умножения
Автор: Сайдыс

Перевод на тувинский язык/тыва дылче очулгазы

ФОРМУЛЫ СОКРАЩЕННОГО УМНОЖЕНИЯ Көвүделгениң хурааңгайлаан формулалары

- Формула квадрата суммы $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$
- Формула квадрата разности $(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$
- Формула куба суммы $(a + b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$
- Формула куба разности $(a - b)^3 = a^3 - 3a^2b + 3ab^2 - b^3$
- Формула разности квадратов $a^2 - b^2 = (a - b)(a + b)$
- Формула суммы кубов $a^3 + b^3 = (a + b)(a^2 - ab + b^2)$
- Формула разности кубов $a^3 - b^3 = (a - b)(a^2 + ab + b^2)$

Көвүделгениң хурааңгайлаан формулаларын өөренип алгаш, боттарыңарны хынаарда көк өңнүг тукчугашче басыптыңар. Ол формулаларже көргөш, шын номчуп, адап өөрениңер.

Рис. 3. Анимационный рисунок «Формулы сокращенного умножения»
Fig. 3. Animated drawing "Abridged multiplication formulas"

GeoGebra

НАЗНАЧАТЬ

Квадрат суммы
Автор: Сайдыс

Перевод на тувинский язык/Тыва дылче очулгазы

КВАДРАТ СУММЫ Ийиги чаданың кадылгазы

Длины отрезков a и b регулируются перемещениями точек соответственно А и В

a биле b кезендектериниң узунун А биле В точкалар-биле ескертип болур

Рис. 4. Анимационный рисунок «Анимационная модель квадрата суммы»
Fig. 4. Animated drawing "An animated model of the sum square"

В качестве анимационной поддержки темы «Решение систем двух линейных уравнений с двумя неизвестными» наиболее эффективным средством выступают анимационные рисунки тренинго-тестирующего характера с использованием возможностей открыть/скрыть решение и ответ. При этом используются средства

анимации «флажок», «ползунок» и «условия видимости». Таким образом, появляется возможность тиражировать однотипные задания разной сложности, например задания по решению систем линейных уравнений с двумя переменными методом подстановки (рис. 5) при значении ползунка $n = 1$.

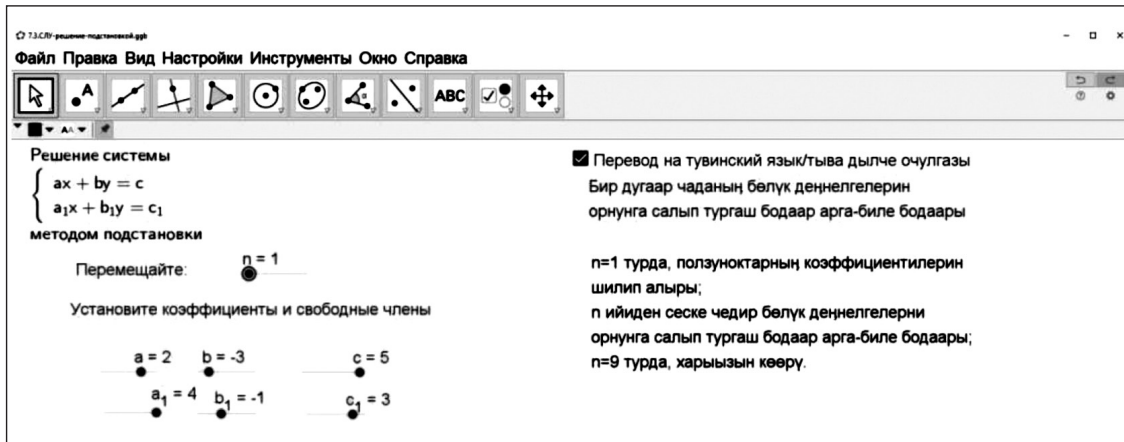


Рис. 5. Анимационный рисунок «Решение СЛУ с двумя переменными методом подстановки» (создание системы)

Fig. 5. Animated drawing "Solving a case with two variables by substitution method" (creating a system)

При перемещении значения ползунка от $n=2$ до $n=8$ на анимационном рисунке демон-

стрируется пошаговое решение СЛУ с двумя переменными методом подстановки (рис. 6).

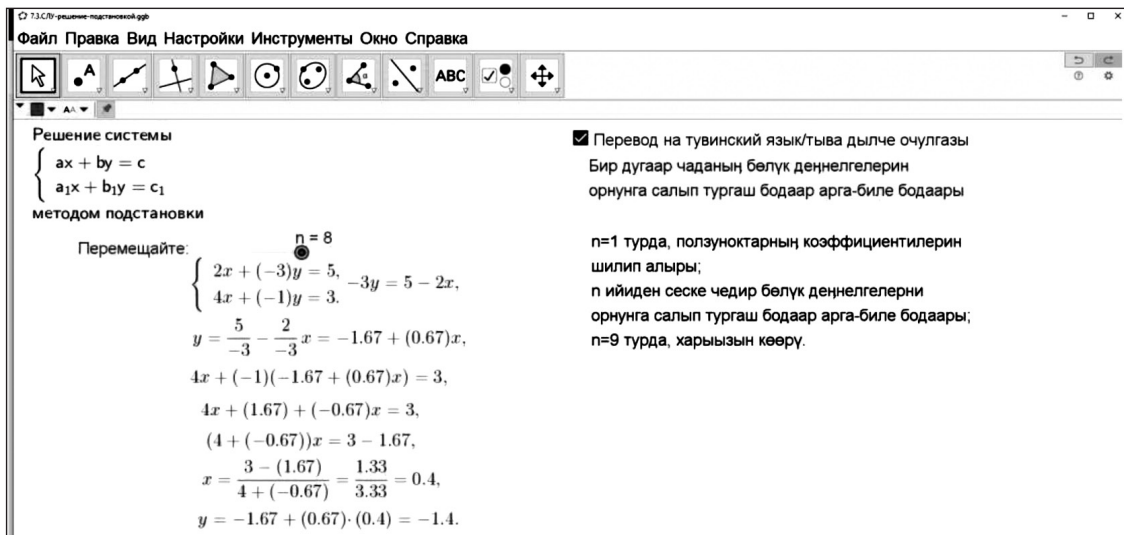


Рис. 6. Демонстрация пошагового решения задачи

Fig. 6. Demonstration of a step-by-step solution to the problem

И наконец, на анимационном рисунке (рис. 7) при перемещении ползунка $n = 9$ появляется ответ решения СЛУ с двумя переменными методом подстановки.

На уроках алгебры в седьмом классе в условиях двуязычия учителю предлагается

использовать готовые динамические анимационные рисунки в среде GeoGebra, где можно менять значение ползунка с помощью перемещения точки, а также использовать флажок при включении или выключении анимации и билингвальной поддержки. В качестве учебно-

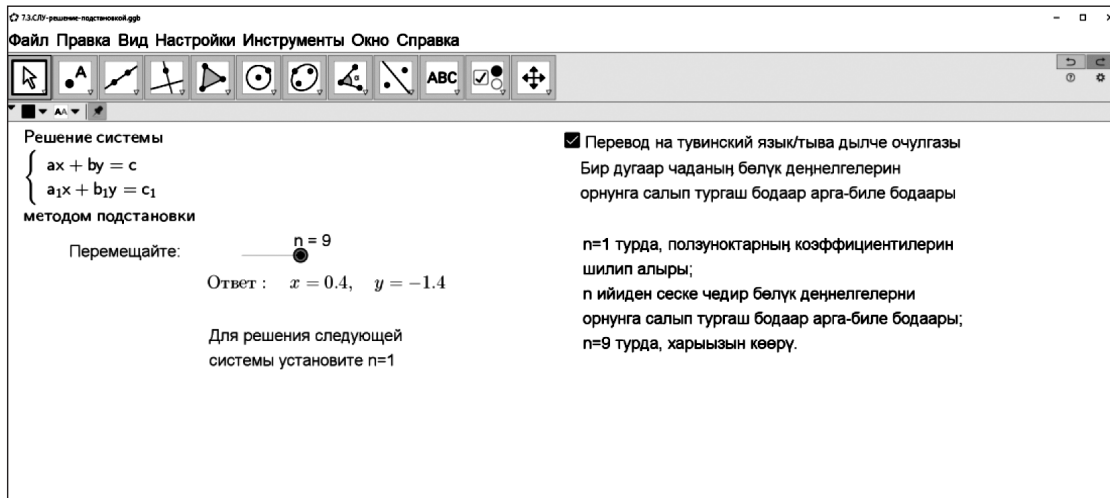


Рис. 7. Демонстрация ответа на задачу
Fig. 7. Demonstration of the answer to the problem

исследовательских задач можно рассматривать задачу на равномерное прямолинейное движение, например катера по реке или озеру, на базе использования анимационного моделирования, что вызывают большой интерес у учащихся.

Педагогический эксперимент был проведен на базе МБОУ «Гимназия № 5» города Кызыла Республики Тыва. В эксперименте приняли участие обучающиеся 7 классов в количестве 50 человек, из них 25 человек – контрольная группа и 25 – экспериментальная.

Для школьников экспериментальной группы было проведено анкетирование по теме «Умножение многочленов» с применением

анимационных рисунков на уроке алгебры седьмого класса. Анкетирование показало положительную реакцию на внедрение анимационных рисунков с билингвальными подсказками при изучении тем алгебры седьмого класса. Например, при анкетировании 88 % школьников подтвердили повышение интереса к изучению предмета с анимационным контентом, ответив на вопрос «Повышает ли интерес к изучению алгебры применение на уроке анимационных рисунков с билингвальной поддержкой?», 4 % пояснили, что можно проводить урок традиционным способом, и 8 % затруднились ответить на вопрос (рис. 8).

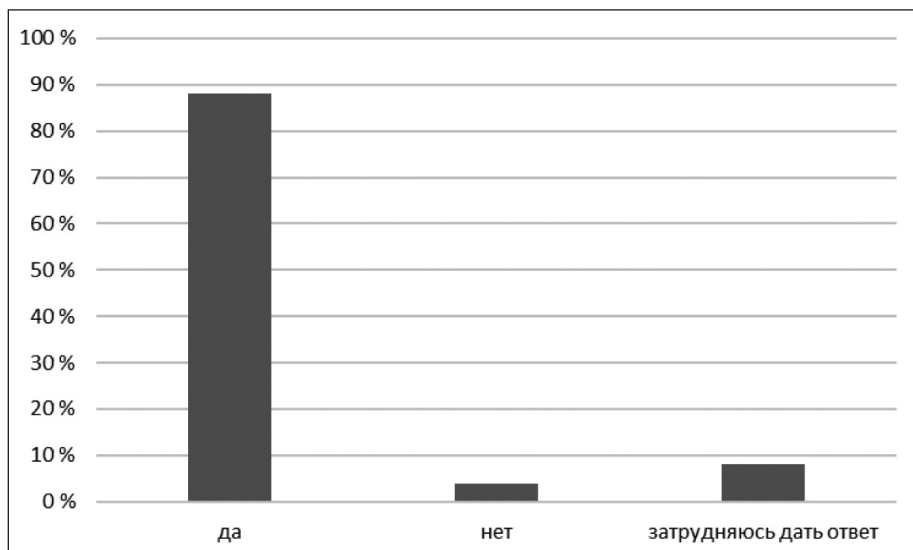


Рис. 8. Оценка влияния анимационных рисунков на повышение интереса к изучению алгебры
Fig. 8. Assessment of the influence of animated drawings on increasing interest in the study of algebra

При оценке удобства применения билингвальных подсказок 64 % учащихся оценили ее в 10 баллов, 24 % поставили 9 баллов, 12 % – 8 баллов по 10-балльной шкале (рис. 9).

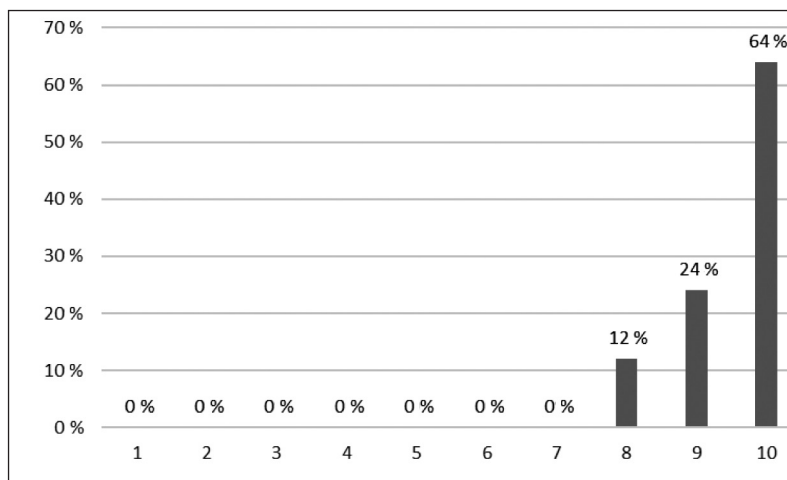


Рис. 9. Оценка удобства применения билингвальных подсказок
Fig. 9. Evaluating the usability of bilingual prompts

При оценке влияния анимационных рисунков на понимание предмета согласно мнению самих учащихся: 92 % отметили повышение понимания алгебры, 4 % затруднились дать ответ и лишь для 4 % предложенный подход показался скорее не влияющим на понимание, за полное отсутствие повышения понимания алгебры, изучаемой с применением анимационных рисунков, не высказался никто (рис. 10).

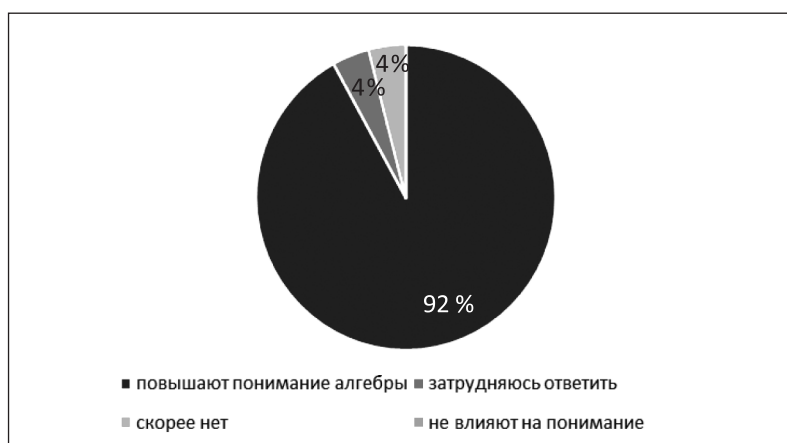


Рис. 10. Оценка влияния анимационных рисунков на мотивацию
Fig. 10. Assessment of the influence of animated drawings on motivation

Для проверки знаний были проведены входной и итоговый контроль для учащихся экспериментальной (ЭГ) и контрольной (КГ) групп по темам: «Сложение и вычитание многочленов», «Умножение одночлена на многочлен. Умножение многочлена на многочлен» и «Разложение многочлена на множители» – и сравнение результатов контроля с применением t -критерия Стьюдента. Гипотеза H_0 заключалась в отсутствии различий между ЭГ и КГ

независимо от применяемого в обучении алгебре подхода. Гипотеза H_1 состояла в том, что учащиеся-билингвы ЭГ имеют более высокие образовательные результаты, то есть различия между группами статистически значимы. Во время входного контроля по всем темам получено, что статистически значимых различий в ЭГ и КГ нет. Во время итогового контроля подтверждено, что ЭГ и КГ значительно отличаются между собой (табл.).

Результаты применения t -критерия Стьюдента
Results of applying Student's t-test

Показатель	Входной контроль	Итоговый контроль
$t_{кр}$	2,01	
Уровень значимости α	0,05	
<i>Тема «Сложение и вычитание многочленов»</i>		
$t_{эмп}$	1,3	3,5
Вывод	H_0 принимается	H_0 отклоняется
Интерпретация	Статистически значимых различий между ЭГ и КГ нет ($t_{эмп} < t_{кр}$)	ЭГ и КГ статистически значимо различаются ($t_{эмп} > t_{кр}$)
<i>Тема «Умножение одночлена на многочлен. Умножение многочлена на многочлен»</i>		
$t_{эмп}$	2	2,8
Вывод	H_0 принимается	H_0 отклоняется
Интерпретация	Статистически значимых различий между ЭГ и КГ нет ($t_{эмп} < t_{кр}$)	ЭГ и КГ статистически значимо различаются ($t_{эмп} > t_{кр}$)
<i>Тема «Разложение многочлена на множители»</i>		
$t_{эмп}$	1,3	2,7
Вывод	H_0 принимается	H_0 отклоняется
Интерпретация	Статистически значимых различий между ЭГ и КГ нет ($t_{эмп} < t_{кр}$)	ЭГ и КГ статистически значимо различаются ($t_{эмп} > t_{кр}$)

Заключение. Обучение алгебре в седьмом классе с применением анимационных рисунков, сопровождаемых поддержкой на тувинском языке, положительно воспринимается тувинскими школьниками, повышает понимание предмета и интерес к его изучению с помощью наглядности.

Анимационные рисунки, созданные в динамической среде, расширяют арсенал средств обучения математике в условиях двуязычия. Они вы-

ступают для школьников средством экспериментирования, поиска решения задач, реализации математических алгоритмов с устранением вычислительных трудностей и демонстрации анимационных моделей изучаемых формул, процессов и явлений природы. Самостоятельное создание школьниками анимационных рисунков под руководством учителя может стать основой проектной деятельности с дальнейшим представлением ее результатов на школьных конференциях.

Библиографический список

1. Абдулкин В.В., Калачева С.И., Кейв М.А., Ларин С.В., Майер В.Р. Компьютерная анимация в обучении математике в педагогическом вузе: монография. Красноярск, 2019. 164 с.
2. Ларин С.В., Сарыглар С.В. Алгебра 7 класса с анимационными рисунками: учеб. пособие для учителей математики и студ. физико-математических специальностей пед. вузов. Кызыл: Изд-во ТувГУ, 2022. 72 с.
3. 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. 2020. № 3 (53). С. 54–61.
4. Ларин С.В., Чилбак-оол С.В. Использование анимационных рисунков на уроках алгебры 7 класса по теме «Многочлены» // Информационные технологии в математике и в математическом образовании. 2019. С. 61–69.
5. Ларин С.В., Чилбак-оол С.В. Использование компьютерной анимации в школьной алгебре чисел и многочленов // Информатизация образования и методика электронного обучения. Красноярск, 2018. Ч. 1. С. 144–148.
6. Макарычев Ю.Н., Миндюк Н.Г., Нешков К.И., Суворова С.Б. Алгебра 7 кл. / под ред. С.А. Теляковского. М.: Просвещение, 2023. 256 с.

7. Майер В.Р., Семина Е.А. Информационные технологии в обучении геометрии бакалавров – будущих учителей математики: монография / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2014. 516 с.
8. Мерзляк А.Г., Полонский В.Б., Якир М.С. Алгебра 7 кл. М.: Вентана-Граф, 2015. 272 с.
9. Сарыглар С.В. Компьютерная анимация в среде GeoGebra на уроках алгебры 7 класса // Информационные технологии в математике и в математическом образовании. 2021а. С. 126–131.
10. Сарыглар С.В. Компьютерная анимация на уроках алгебры 7 класса: результаты экспериментальной работы // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. 2021б. № 4 (58). С. 126–131. DOI: <https://doi.org/10.25146/1995-0861-2021-58-4-310>
11. Сарыглар С. В. Компьютерные анимационные рисунки в среде GeoGebra на уроках алгебры в седьмом классе // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2022. Вып. 5 (223). С. 116–122. DOI: <https://doi.org/10.23951/1609-624X-2022-5-116-122>
12. Танзы М.В., Саая С.К., Шершнева В.А., Вайнштейн Ю.В., Ондар Ч.М. Юрта как геометрическая модель в обучении математике в Туве // Новые исследования Тувы. 2020. № 4. С. 80–91. DOI: www.doi.org/10.25178/nit.2020.4.6
13. Abboud, E. (2023). Minimizing inside a triangle with GeoGebra. *International Journal of Mathematical Education in Science & Technology*, 54, 913–923. DOI: <https://doi.org/10.1080/0020739X.2022.2067789>
14. Abebayehu, Y., & Hsiu-Ling, C. (2023). GeoGebra in mathematics education: a systematic review of journal articles published from 2010 to 2020. *Interactive Learning Environments*, 31(2), 5682–5697. DOI: <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2016861>
15. GeoGebra.URL: <https://www.geogebra.org/>
16. Hai, T.N., Van, Q.N., & Thi Tuyet, M.N. (2021). Digital transformation: Opportunities and challenges for leaders in the emerging countries in response to COVID-19 pandemic. *Emerg. Sci. J.*, 5, 21–36. DOI: 10.28991/esj-2021-SPER-03
17. Hdez, A., Perdomo-Díaz, J., & Camacho, M. (2020). Mathematical understanding in problem solving with GeoGebra: a case study in initial teacher education. *International Journal of Mathematical Education in Science & Technology*, 51(1), 208–223. DOI: <https://doi.org/10.1080/0020739X.2019.1587022>
18. Radović, S., Radojičić, M., Veljković, K., & Marić, M. (2020). Examining the effects of Geogebra applets on mathematics learning using interactive mathematics textbook. *Interactive Learning Environments*, 28(1), 32–49. DOI: <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1512001>
19. Safonov, V.I., Bakaeva, O.A., & Tagaeva, E.A. (2019). Potential capabilities of the Geogebra interactive environment during the implementation of the continuity of the “school-university” mathematical education. *Perspectives of Science and Education*, 1(37), 431–444. DOI: 10.32744/pse.2019.1.32
20. Shabanova, M., Udovenko, L., & Nimatuliev, M. (2019). Experimental mathematics as environment for preparation of students for research in the form “Science 2.0”. *Mathematics and Informatics*, 2(62), 168–179.
21. Taryma, A.K. (2019). Formation of information and communication competence of the future teacher of the Republic of Tyva in conditions of bilingualism. *Prospects of Science and Education*, 4(40), 77–90. DOI: <https://doi.org/10.32744/pse.2019.4.7>
22. Vainshtein, Y.V., Esin, R.V., & Shershneva, V.A. (2020). Individualization of teaching mathematical logic in the electronic environment. *Prospects of Science and Education*, 47(5), 147–159. DOI: 10.32744/pse.2020.5.10
23. Vainshtein, Y.V., Shershneva, V.A., Esin, R.V., & Noskov, M.V. (2019). Individualisation of education in terms of e-learning: Experience and prospects. *Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences*, 12(9), 1753–1770. DOI: 10.17516/1997-1370-0481
24. Zehavit, K., Meirav, A., Miriam, D., & Tali, M. (2022). Self-efficacy and problem-solving skills in mathematics: the effect of instruction-based dynamic versus static visualization. *Interactive Learning Environments*, 30(4), 759–778. DOI: 10.1080/10494820.2019.1683588

APPLICATION OF ANIMATED DRAWINGS IN TEACHING ALGEBRA TO BILINGUAL STUDENTS

S.V. Saryglar (Kyzyl, Russia)

Y.V. Vainshtein (Krasnoyarsk, Russia)

Abstract

Statement of the problem. Currently, schools in the Republic of Tuva teach in two languages – Tuvan (native) and Russian. For the understanding and assimilation of educational material by bilingual schoolchildren, this article discusses teaching algebra using animation capabilities of the GeoGebra computer-dynamic environment in a bilingual environment.

The purpose of the article is to demonstrate the possibilities of using animated drawings in the GeoGebra environment with Tuvan language support using the example of teaching bilingual seventh grade students and experimentally confirm the effectiveness of the proposed approach using empirical and statistical methods.

Research methodology. The methodological foundations of the research are system-activity, personality-oriented, cognitive-visual, research, and bilingual approaches. Scientific works on the use of animated drawings in teaching mathematics at school, problems and prospects of bilingual education in the Republic of Tyva have been studied and analyzed. In order to identify students' opinions on the results of learning algebra using animated drawings in the GeoGebra environment, a survey of bilingual students of the experimental group was conducted. The evaluation of the effectiveness of the proposed approach was carried out using methods of mathematical statistics (Student's *t*-test).

Research results. Examples of computer and animated drawings in algebra lessons accompanied by the Tuvan language are presented. The created animated drawings in the conditions of bilingualism increase the interest of seventh grade students in learning algebra, despite the language barrier among students of schools in the Republic of Tyva.

Conclusion. The use of created animated drawings in the GeoGebra environment accompanied by the Tuvan language for the seventh grade algebra lessons in a bilingual environment provides clarity of mathematical concepts and statements, reduces computational difficulties, and also helps a teacher to test the acquired knowledge. Computer animated drawings in the context of bilingualism are used in creation of tasks with the expected solution by a teacher. They provide opportunities for experimentation in teaching algebra to bilingual students.

Keywords: *teaching algebra, bilingualism, GeoGebra, animation drawing, Tuvan language.*

Saryglar, Saidys V. – Senior Lecturer, Department of Informatics, Tuvan State University (Kyzyl, Russia); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8498-9626>; e-mail: ya.saydis@yandex.ru

Vainshtein, Yulia V. – DSc (Pedagogy), Professor, Department of Applied Mathematics and Data Analysis, Siberian Federal University (Krasnoyarsk, Russia); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8370-7970>; Scopus Author ID: 57205328429; e-mail: yweinstein@sfu-kras.ru

References

1. Abdulkin, V.V., Kalacheva, S.I., Cave, M.A., Larin, S.V., & Mayer, V.R. (2019). *Computer animation in teaching mathematics at a pedagogical university* (monograph). Krasnoyarsk.
2. Larin, S.V., & Saryglar, S.V. (2022). *The 7th Grade Algebra with Animated Drawings*. A textbook for teachers of mathematics and students of physics and mathematics specialties of pedagogical universities. Kyzyl.
3. Larin, S.V., & Chilbak-ool, S.V. (2019, November 13–14). The use of animated drawings in the 7th grade algebra lessons on the topic "Polynomials". In V.R. Mayer (Ed.) *Information Technologies in Mathematics and in Mathematical Education* (pp. 61–69). The 8th All-Russian scientific and methodical conference with international participation devoted to the 80th anniversary of Professor Sergey V. Larin. Vol. Part 1. Krasnoyarsk.
4. Larin, S.V., & Chilbak-ool, S.V. (2020). Animated drawings as a technological part of digital mathematics education in the light of digitalization of education. *Vestnik KGPU im. V.P. Astafyeva* [Bulletin of the KSPU named after V.P. Astafyev], 3(53), 54–61.
5. Larin, S.V., & Chilbak-ool, S.V. (2018, September 25–28). The use of computer animation in school algebra of numbers and polynomials. In *Informatization of Education and Methods of E-learning* (pp. 144–148). The 2nd International scientific conference. Part 1. Krasnoyarsk.
6. Makarychev, Yu.N., Mindyuk, N.G., Neshkov, K.I., & Suvorova, S.B. (2023). *7th Grade Algebra* (Edited by Telyakovskiy S.A.). Moscow.

7. Mayer, V.R., & Semina, E.A. (2014). *Information Technologies in Teaching Geometry Bachelors – Future Teachers of Mathematics*. Monograph. Krasnoyarsk.
8. Merzlyak, A.G., Polonsky, V.B., & Yakir, M.S. (2015). *7th Grade Algebra*. Moscow.
9. Saryglar, S.V. (2022). Computer animated drawings in the GeoGebra environment at algebra lessons in the seventh grade. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* [Bulletin of the Tomsk State Pedagogical University], 5(223), 116–122. DOI: <https://doi.org/10.23951/1609-624X-2022-5-116-122>
10. Saryglar, S.V. (2021). Computer animation in 7th grade algebra lessons: results of experimental work. *Vestnik KGPU im. V.P. Astafyeva* [Bulletin of the KSPU named after V.P. Astafyev], 4(58), 126–131. DOI: <https://doi.org/10.25146/1995-0861-2021-58-4-310>
11. Saryglar, S.V. (2021, November 11–12). Computer animation in the GeoGebra environment at algebra lessons of the 7th grade. In *Information Technologies in Mathematics and in Mathematical Education* (pp. 126–131). The 10th All-Russian scientific and methodical conference with international participation devoted to the 100th anniversary of Professor Robert A. Mayer. Krasnoyarsk.
12. Tanzy, M.V., Saaya, S.K., Shershneva, V.A., Vainshtein, Y.V., & Ondar, Ch.M. (2020). Yurt as a geometric model in teaching mathematics in Tuva. *Novye issledovaniya Tuvy* [New Studies of Tuva], 4, 80–91. DOI: www.doi.org/10.25178/nit.2020.4.6
13. Abboud, E. (2023). Minimizing inside a triangle with GeoGebra. *International Journal of Mathematical Education in Science & Technology*, 54, 913–923. DOI: <https://doi.org/10.1080/0020739X.2022.2067789>
14. Abebayehu, Y., & Hsiu-Ling, C. (2023). GeoGebra in mathematics education: a systematic review of journal articles published from 2010 to 2020. *Interactive Learning Environments*, 31(2), 5682–5697. DOI: <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2016861>
15. GeoGebra.URL: <https://www.geogebra.org/>
16. Hai, T.N., Van, Q.N., & Thi Tuyet, M.N. (2021). Digital transformation: Opportunities and challenges for leaders in the emerging countries in response to COVID-19 pandemic. *Emerg. Sci. J.*, 5, 21–36. DOI: 10.28991/esj-2021-SPER-03.
17. Hdez, A., Perdomo-Díaz, J., & Camacho, M. (2020). Mathematical understanding in problem solving with GeoGebra: a case study in initial teacher education. *International Journal of Mathematical Education in Science & Technology*, 51(1), 208–223. DOI: <https://doi.org/10.1080/0020739X.2019.1587022>
18. Radović, S., Radojičić, M., Veljković, K., & Marić, M. (2020). Examining the effects of Geogebra applets on mathematics learning using interactive mathematics textbook. *Interactive Learning Environments*, 28(1), 32–49. DOI: <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1512001>
19. Safonov, V.I., Bakaeva, O.A., & Tagaeva, E.A. (2019). Potential capabilities of the Geogebra interactive environment during the implementation of the continuity of the “school-university” mathematical education. *Perspectives of Science and Education*, 1(37), 431–444. DOI: 10.32744/pse.2019.1.32
20. Shabanova, M., Udovenko, L., & Nimatuliev, M. (2019). Experimental mathematics as environment for preparation of students for research in the form “Science 2.0”. *Mathematics and Informatics*, 2(62), 168–179.
21. Taryma, A.K. (2019). Formation of information and communication competence of the future teacher of the Republic of Tyva in conditions of bilingualism. *Prospects of Science and Education*, 4(40), 77–90. DOI: <https://doi.org/10.32744/pse.2019.4.7>
22. Vainshtein, Y.V., Esin, R.V., & Shershneva, V.A. (2020). Individualization of teaching mathematical logic in the electronic environment. *Prospects of Science and Education*, 47(5), 147–159. DOI: 10.32744/pse.2020.5.10
23. Vainshtein, Y.V., Shershneva, V.A., Esin, R.V., & Noskov, M.V. (2019). Individualisation of education in terms of e-learning: Experience and prospects. *Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences*, 12(9), 1753–1770. DOI: 10.17516/1997-1370-0481
24. Zehavit, K., Meirav, A., Miriam, D., & Tali, M. (2022). Self-efficacy and problem-solving skills in mathematics: the effect of instruction-based dynamic versus static visualization. *Interactive Learning Environments*, 30(4), 759–778. DOI: 10.1080/10494820.2019.1683588