

УДК 159.9

Гнедых Д.С.^а, Голубева А.О.^б

^аСанкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

^бЧОУ Санкт-Петербургская гимназия «АЛЬМА МАТЕР», Санкт-Петербург, Россия

Влияние геймификации на уровень математической тревожности у младших школьников

The Impact of Gamification on the Level of Mathematical Anxiety among Primary School Students

Аннотация

Исследование посвящено изучению влияния геймификации на уровень тревожности детей младшего школьного возраста на уроках математики. В результате проведенного эксперимента было выявлено, что использование геймификации на занятиях и в самостоятельной работе способствует снижению у учащихся математической тревожности, школьной тревожности в целом, а также повышает внутреннюю мотивацию к изучению математики. Были определены особенности расположения конструкторов, связанных с математикой, в семантическом пространстве респондентов до и после изучения предмета с помощью геймификации.

Ключевые слова: геймификация, математическая тревожность, младший школьный возраст

Abstract

The purpose of the study is to identify the influence of gamification on the level of mathematical anxiety in primary school-aged children. As a result of the experiment, it was revealed that the gamification of lessons and students' independent work provides the decrease of mathematical and school anxiety, and increases the intrinsic motivation to study mathematics. The location of mental representations related to mathematics in the students' semantic space before and after lessons with gamification were revealed.

Keywords: gamification, mathematical anxiety, primary school age

Введение

Исследование эмоционального состояния детей в процессе предметного обучения вызывает значительный интерес со стороны современной педагогики и психологии. Одним из рассматриваемых конструкторов выступает тревожность, которую учащиеся могут испытывать в процессе обучения. При этом ученые выделяют различные ее виды, которые отличаются от общей тревожности в зависимости от контекста. Одним из

таких видов является математическая тревожность, под которой понимается чувство напряжения, связанное с операциями с числами и решением математических заданий в широком спектре повседневных и академических ситуаций (Richardson, Suinn, 1972). По мнению D.M. Kagan (1987) математическая тревожность представляет собой сочетание «тестовой тревожности» (mathematic test anxiety) и «числовой тревожности» (numerical anxiety). Первый компонент связан с ситуацией проверки знаний в рамках занятия математикой, второй проявляется вне ситуации тестирования или изучения математической дисциплины. Среди причин развития математической тревожности ученые называют предшествующий негативный образовательный опыт, необходимость решать математические задания у доски (Martinez, 1987), наличие предубеждений, предвзятого отношения к математике (Erdem, Kouncu, 2016) и определенных стереотипов (например, мальчики более способны к математике, чем девочки) (Maloney et al., 2013).

Согласно данным некоторых исследований, чем выше уровень математической тревожности, тем хуже выполнение не только сложных (Ashcraft, Faust, 1994), но и простых (Тестов, 2014) математических заданий, так как сам процесс решения связан с чувством напряжения и беспокойства. Таким образом, возникающее чувство тревоги влияет на снижение продуктивности, и ситуация решения математической задачи становится для учащегося априори связанной с переживанием напряжения и неудачи (Vukovic et al., 2013). Взаимосвязь между математической тревожностью и самооценкой способностей в математике была подтверждена в нескольких исследованиях (Jameson, 2014; Lee, 2009). Однако нельзя уверенно говорить о том, что является первопричиной. С одной стороны, низкая самооценка и неуверенность в собственных силах могут приводить к возникновению тревоги. Это было доказано в исследовании W. Ahmed с коллегами (2012) – влияние низкой самооценки на математическую тревожность было в два раза

сильнее, чем влияние математической тревожности на самооценку. С другой, сама ситуация, связанная с математикой и воспринимаемая обучающимся как стрессовая, может вызывать страх и тревогу. На фоне переживаний этих эмоций обучающийся, не получив верный ответ, попадает в ситуацию неудачи, что, в свою очередь, способствует снижению его самооценки и самоуверенности. В связи с вышесказанным возникает необходимость поиска и разработки педагогических и психологических средств, которые бы способствовали снижению уровня математической тревожности учащихся на занятиях.

Одним из таких способов может являться геймификация. Под геймификацией понимается внедрение игровых механик в неигровые процессы, в том числе в образование (Абрамова, 2015) с целью вовлечения учащихся в учебную деятельность, повышения мотивации к обучению, коррекции эмоционального состояния и отношения к учебному процессу. Сам по себе игровой метод, включенный в процесс обучения и направленный на решение тех или иных психолого-педагогических задач, не является новшеством. Однако когда речь идет об электронном обучении, он имеет особую специфику. В настоящее время достаточно много внимания уделяется формированию информационно-образовательной среды школы, в частности, электронным образовательным ресурсам, обладающим потенциалом для развития и повышения качества образования. Геймификация активно используется в цифровой среде в процессе обучения, при этом являясь не просто вспомогательным средством, применяемым в рамках урока, но и методом управления процессом обучения и достижения определенных целей. Интерес и положительные эмоции, вызванные у учащихся самим процессом игры, не только приводят к лучшему усвоению знаний, но и стимулируют мотивацию учения (Sheldon, 2012).

Опыт исследований показывает, что геймификация успешно применяется на разных ступенях образования и способствует повышению

внутренней мотивации (Абрамова, 2015) к освоению знаний благодаря вовлеченности в игру и желанию умножить свои достижения. Учащиеся легче относятся к собственным ошибкам, так как процесс игры не вызывает эмоционального напряжения. Поскольку было доказано, что наличие внутренней мотивации препятствует возникновению математической тревожности учащихся (Водяха, 2017), а геймификация выступает одним из способов повышения данной мотивации, можно предположить ее эффективность в снижении интенсивности негативных переживаний на занятиях по математике.

Целью исследования являлось выявление влияния геймификации на уровень тревожности у детей младшего школьного возраста в процессе обучения математике.

Гипотеза исследования: применение геймификации на занятиях и при самостоятельной работе снижает уровень математической тревожности у учащихся.

Методы и выборка исследования

При проведении исследования были использованы следующие методы.

- 1) Разработанная на основе опросника «Short Math Anxiety rating Scale» (Alexander, Martray, 1989) анкета для выявления уровня математической тревожности. Анкета ориентирована на изучение таких компонентов математической тревожности, как числовая тревожность и отношение к математике (симпатия / антипатия) как к учебному предмету. Надежность анкеты была проверена с помощью коэффициента α -Кронбаха ($\alpha=0,816$).
- 2) Психодиагностические методики: тест школьной тревожности Филлипса, «Изучение отношения к учению и учебным предметам» (Г.Н. Казанцева), Цвето-ассоциативная методика А.М. Парачева.

3) Метод семантического дифференциала. Предметом оценки выступали такие понятия, как «работа на платформе», «математика», «счет», «математические задания» и «контрольная работа». Критерии оценки: обычный-необычный, сложный-легкий, плохой-хороший, медленный-быстрый, скучный-увлекательный, пассивный-активный, слабый-сильный, тревожный-спокойный. Данный метод позволил определить, какое место в семантическом пространстве занимает каждое конкретное понятие и как оно соотносится с остальными оцениваемыми компонентами.

4) Эксперимент.

Исследование проводилось на базе детского центра в рамках посещения детьми дополнительных занятий по математике с целью закрепления и отработки математических навыков (счёт, решение задач, выполнение логических операций и т.д.) во внеурочное время. В исследовании приняли участие 40 детей в возрасте от 8 до 9 лет; 13 девочек и 7 мальчиков вошли в экспериментальную группу, 16 девочек и 4 мальчика – в контрольную. Обе группы до начала эксперимента не отличались по уровню проявления как математической тревожности, так и школьной тревожности в целом (U-Манна-Уитни: $Z=-1,032$, $p\leq 0,302$ и $Z=-0,642$, $p\leq 0,521$ соответственно).

Процедура проведения экспериментального исследования включала в себя следующие этапы.

- 1) Первичная диагностика до начала эксперимента с целью определения психологических особенностей респондентов (уровня школьной тревожности, уровня математической тревожности, внутренних и внешних мотивов изучения математики, восприятия различных компонентов занятий по математике).
- 2) Проведение эксперимента, подразумевающего геймификацию учебного процесса в экспериментальной группе на электронной

образовательной платформе (<https://platform-amakids.ru>) и отсутствие таковой в контрольной группе. Платформа позволяет разместить на ней задания, направленные на развитие математических навыков (логика, счёт и т.д.). Работа на платформе осуществлялась как на занятиях – при изучении и закреплении новой темы, так и во время выполнения учениками домашних заданий. В контрольной группе уроки проводились в традиционном формате. При этом тематическое планирование занятий было одинаковым для обеих групп. Занятия у каждой группы проходили 1 раз в неделю и по длительности соответствовали двум академическим часам (1,5 часа) с перерывом в 10 минут. Продолжительность учебного курса составила 15 недель. При проведении занятий в экспериментальной группе использовались следующие игровые механики: рейтинг (возможность увидеть свое место по группе в зависимости от достижений), уровни (возможность переходить от уровня «Новичок» до уровня «Знаток»), прогресс пользователя (возможность отследить, какой объем работы выполнен и сколько заданий осталось до следующего уровня), вознаграждение (зарабатывание очков за выполнение заданий, которые можно потратить на развитие своего персонажа), распределение реальных призов, механика повторяющихся действий (выполнение простых заданий на закрепление материала, выполнение которых гарантированно приводит к успеху) и мета-игра (дополнительные игры по теме урока в виде цифровых квестов, онлайн-баттлов и т.д.).

3) Контрольный замер по окончании эксперимента с целью выявления изменений диагностируемых показателей и определения наличия или отсутствия влияния геймификации на уровень математической тревожности у детей.

Математико-статистическими методами обработки данных выступали критерий U-Манна-Уитни, критерий Вилкоксона, факторный анализ.

Результаты исследования

В экспериментальной группе по окончании исследования произошло значимое снижение в значениях по обоим компонентам математической тревожности – «Отношение к математике» и «Числовая тревожность», а также по интегральному показателю анкеты («Математическая тревожность») (критерий Вилкоксона: уровень значимости по всем трем показателям не превышает $p \leq 0,001$). В контрольной группе также были выявлены изменения в показателях «Математическая тревожность» ($p \leq 0,005$) и «Отношение к математике» ($p \leq 0,002$) в виде снижения их значений, однако показатель компонента «Числовая тревожность» остался на прежнем уровне. Так как оперирование числовым материалом является одной из ключевых задач на занятиях по математике, можно сделать вывод о том, что, несмотря на положительные изменения в восприятии предмета, у учащихся из контрольной группы все еще может возникать чувство тревоги в процессе работы с большими числами или при решении сложных заданий.

Также в экспериментальной группе на завершающем этапе эксперимента наблюдалось снижение значений по шкалам «Общая тревожность» ($p \leq 0,001$) и «Страх ситуации проверки знаний» ($p \leq 0,002$) (методика Филлипса). В контрольной группе тоже наблюдалось снижение общей тревожности ($p \leq 0,03$), однако значение шкалы «Страх ситуации проверки знаний» осталось прежним (критерий Вилкоксона).

Анализ результатов методик Г.Н. Казанцевой и А.М. Парачева выявил изменения, произошедшие в отношении к математике как к школьному предмету. На начальном этапе исследования 80% респондентов в экспериментальной группе и 75% в контрольной группе выделили математику как нелюбимый школьный предмет. На завершающем этапе

только 30% респондентов в экспериментальной и 60% в контрольной группе подтвердили свой выбор. Кроме того, среднее значение коэффициента комфортности (КК) в экспериментальной группе до начала эксперимента составляло 1,2 и снизилось до 0,42 по его завершении (критерий Вилкоксона: $p \leq 0,001$). В контрольной группе значимого снижения не произошло (среднее значение КК до – 1,4, после – 1,1; показатель, превышающий 1 балл, указывает на наличие значительного эмоционального напряжения).

Также была выявлена разница между преобладающими мотивами учения до и после эксперимента у учащихся, вошедших в экспериментальную группу (критерий Вилкоксона) (рисунок 1).

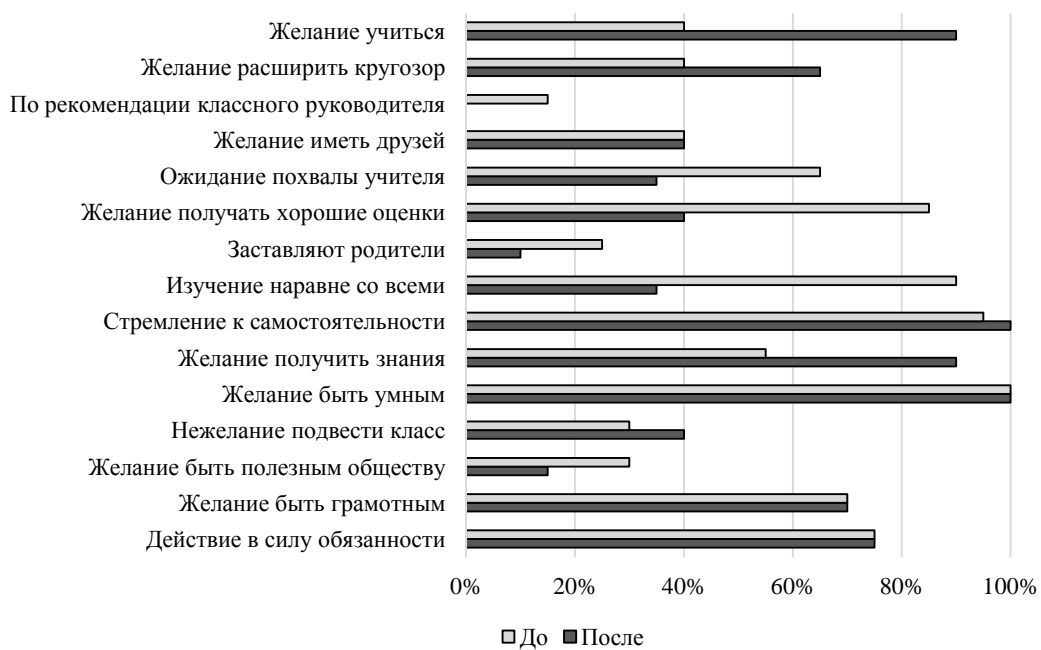


Рисунок 1 – Мотивы изучения математики до и после эксперимента; экспериментальная группа (количество учащихся, выбравших тот или иной мотив, %)

До начала обучения ведущими внешними мотивами выступали «Изучение наравне со всеми», «Желание получить хорошую оценку» и «Действие в силу обязанности». По завершению эксперимента остались высокими показатели мотива «Действие в силу обязанности», однако по двум другим шкалам произошли изменения в сторону уменьшения значимости

данных мотивов (уровень значимости не превышает $p \leq 0,01$), а также возросла значимость внутреннего мотива «Желание учиться» ($p \leq 0,002$). В целом было обнаружено снижение значимости внешних ($p \leq 0,001$) и повышение значимости внутренних ($p \leq 0,009$) мотивов изучения математики по окончании эксперимента.

В контрольной группе не произошло значимых изменений в степени выраженности внутренних и внешних мотивов (за исключением «Желание получать хорошие оценки» – его значимость снизилась; критерий Вилкоксона: $p \leq 0,014$) (рисунок 2).

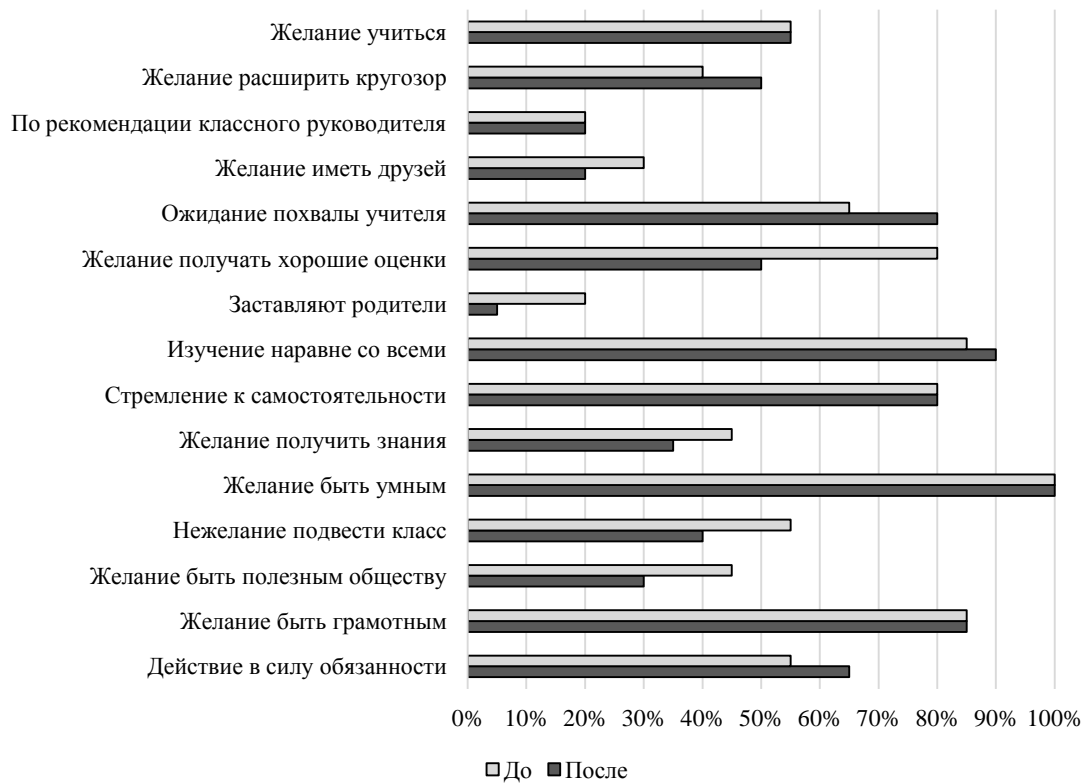


Рисунок 2 – Мотивы изучения математики до и после эксперимента; контрольная группа (количество учащихся, выбравших тот или иной мотив, %)

С помощью метода семантического дифференциала были выявлены изменения в восприятии учащимися различных компонентов занятий по математике.

В результате обработки данных, полученных до начала эксперимента в экспериментальной группе, посредством факторного анализа были выявлены два фактора – «Вовлеченность» и «Толерантность» ($\chi^2(20)=25,041$; $p=0,218$) (рисунок 3).

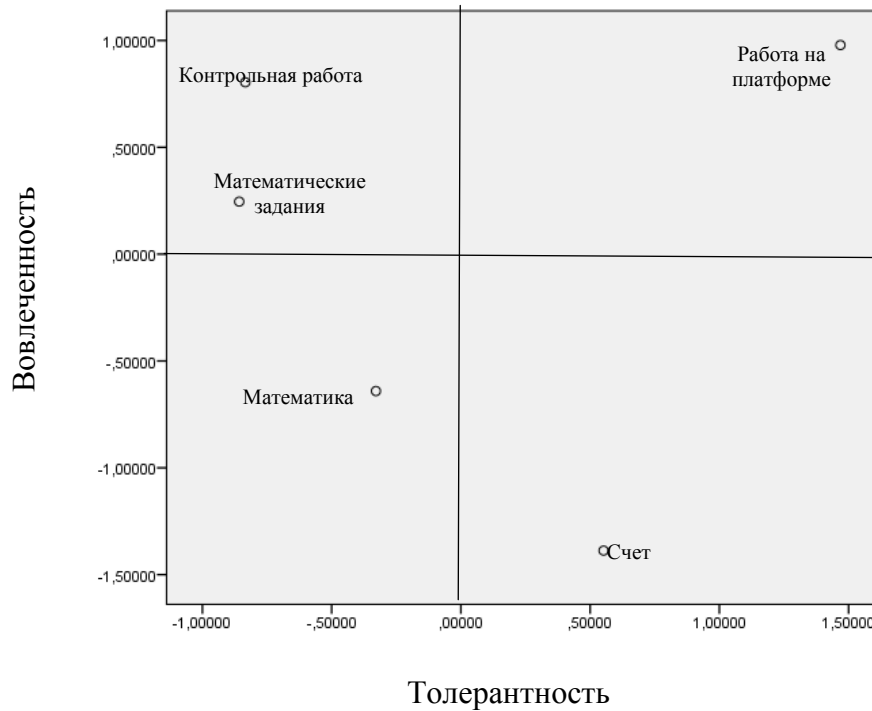


Рисунок 3 – Размещение объектов оценивания в семантическом пространстве факторов «Вовлеченность» – «Толерантность» (начальный этап эксперимента; экспериментальная группа)

Название каждого фактора формулировалось на основе обобщения вошедших в него критериев, а также переменных, имеющих более высокий показатель в факторе.

Контрольные работы и математические задания воспринимались учащимися как активность, сопровождающаяся низкой терпимостью с их стороны. Такое отношение может говорить о преобладании внешних мотивов в обучении и отсутствии интереса к предмету. Работа на электронной платформе находится обособленно и воспринимается как активный, увлекательный процесс, что на начальном этапе, скорее, обусловлено новизной данной деятельности. Таким образом, до начала эксперимента респонденты не соотносили игровой и учебный процессы друг с другом.

При повторном замере на заключительном этапе эксперимента были выявлены изменения в расположении компонентов в семантическом пространстве, обусловленные изменениями в группировке критериев, что отразилось в названии факторов ($\chi^2(20)=19,337$; $p=0,5$) (рисунок 4).

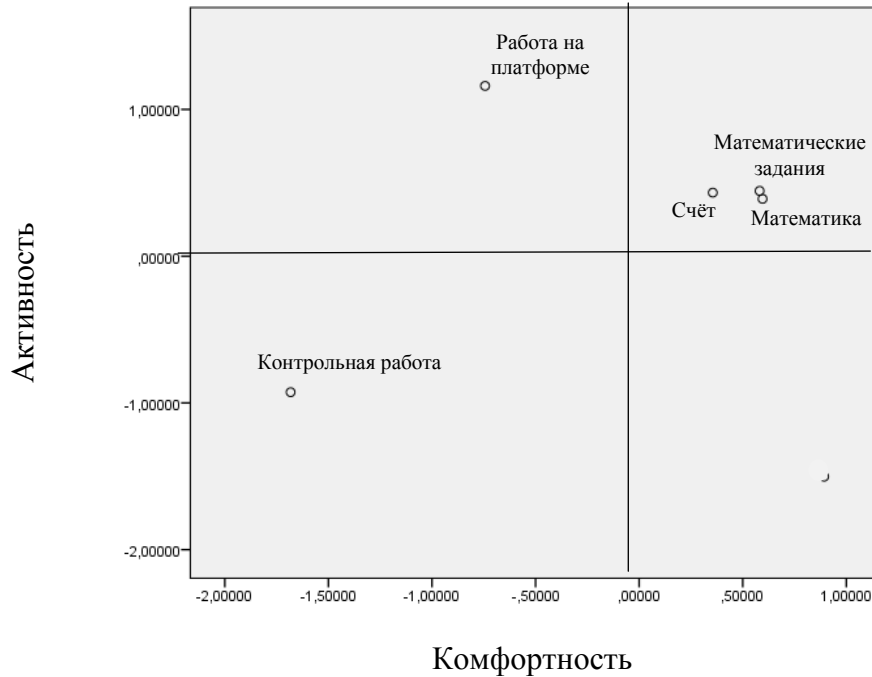


Рисунок 4 – Размещение объектов оценивания в семантическом пространстве факторов «Активность» – «Комфортность» (заключительный этап эксперимента; экспериментальная группа)

Низкие показатели по обоим факторам имеет понятие «Контрольная работа». Это значит, что она оценивается как деятельность, вызывающая дискомфорт и низкую активность. Примечательно, что на данном этапе исследования эта категория располагается в семантическом пространстве автономно от остальных понятий. «Математика», «Счет», «Математические задания» ассоциируются у респондентов с комфортом и активностью и представляют собой обособленную семантическую группу. «Работа на платформе» также получает положительную оценку.

В контрольной группе до начала эксперимента были выделены два фактора – «Активность» и «Заинтересованность» ($\chi^2(20)=20,038$; $p=0,481$) (рисунок 5).

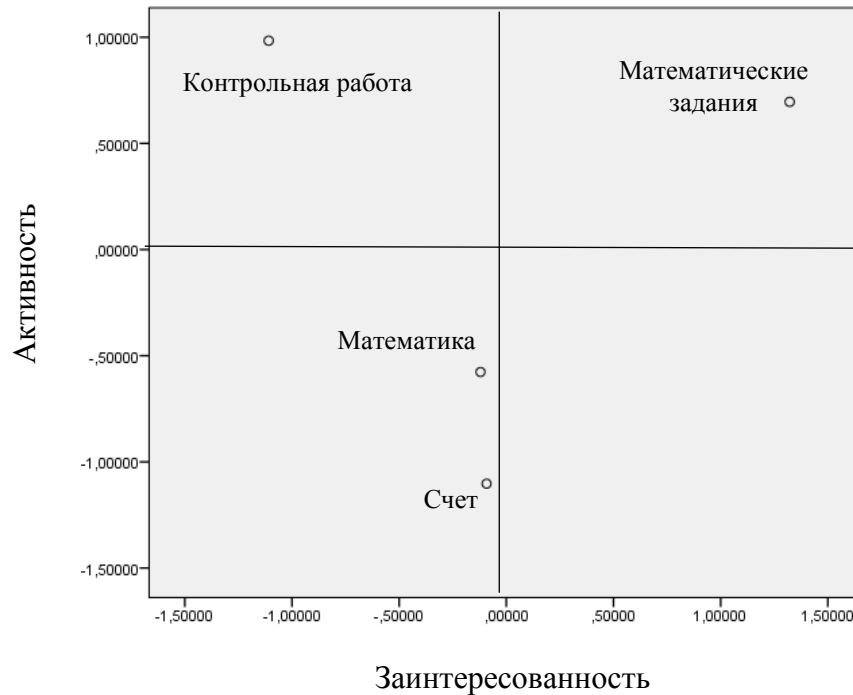


Рисунок 5 – Размещение объектов оценивания в семантическом пространстве факторов «Активность» – «Заинтересованность» (начальный этап эксперимента; контрольная группа)

При повторном замере были выявлены факторы «Активность» и «Уверенность» ($\chi^2(20)=27,903$; $p=0,13$) (рисунок 6).

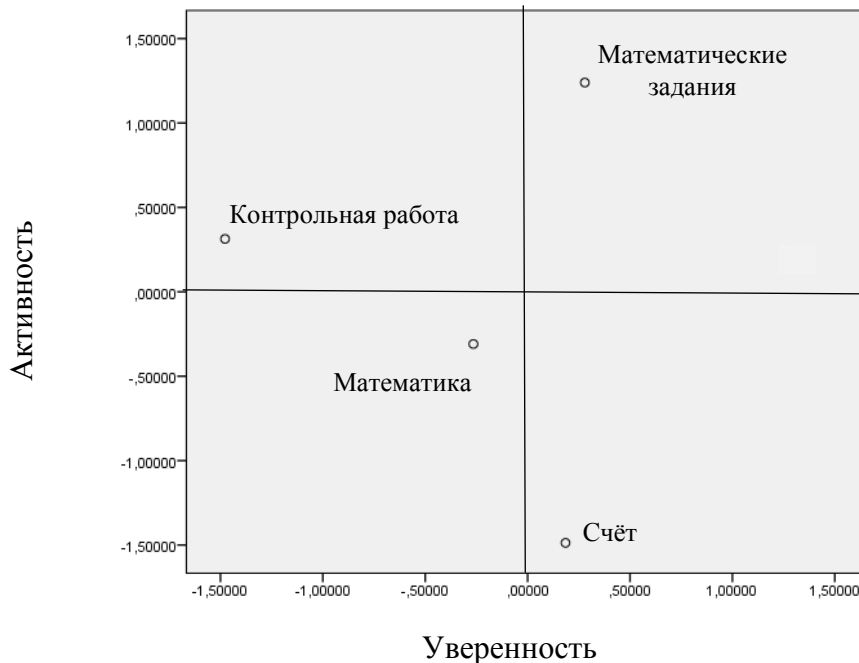


Рисунок 6 – Размещение объектов оценивания в семантическом пространстве факторов «Активность» – «Уверенность» (заключительный этап эксперимента; контрольная группа)

При этом изменения в расположении объектов в семантическом пространстве практически отсутствуют. Математика и счет ассоциируются у учеников с низкой активностью и вовлеченностью в начале обучения и не вызывают высокой степени уверенности на завершающем этапе. Контрольная работа и до, и после проведения эксперимента воспринимается как активная деятельность, но не вызывающая ни интереса, ни уверенности у респондентов.

Таким образом, в экспериментальной группе произошли изменения в оценке респондентами таких понятий, как «Математика», «Счет», «Математические задания» в положительную сторону. В контрольной группе выраженных изменений в оценке данных понятий нет.

Обсуждение результатов исследования

В результате исследования было выявлено, что как в экспериментальной, так и в контрольной группе произошли значимые изменения в уровне проявления математической тревожности. При этом причины таких изменений могут быть различными. В обеих группах учащиеся к концу эксперимента стали чувствовать себя на занятиях увереннее благодаря подробному разбору тем, углублению своих знаний и возможности диалога с учителем. Однако хотелось бы подчеркнуть, что в экспериментальной группе изменения произошли в отношении всех компонентов математической тревожности (в отличие от контрольной группы), что, на наш взгляд, подтверждает положительное влияние геймификации, выражающееся в снижении уровня математической тревожности.

Изменения в эмоциональном состоянии и отношении к математике в экспериментальной группе могут быть связаны с динамикой, произошедшей в мотивационной сфере учащихся: к концу эксперимента ведущими стали внутренние мотивы изучения математики. В контрольной группе изменений

нет, ведущими остались внешние мотивы. Это соотносится с результатами предыдущих исследований, в которых была выявлена предикторная функция внутренней мотивации в отношении снижения тревожности учащихся на занятиях по математике (Водяха, 2017). Следовательно, формирование внутренней мотивации учения становится важным условием для снижения уровня математической тревожности у школьников, и это условие может быть обеспечено геймификацией в учебном процессе. Мотивация повышается за счет того, что каждый из учеников ощущает себя максимально включенным в игровой процесс, видит свое влияние на него, преодолевает страх перед неуспешностью выполнения задания, поскольку сам характер деятельности не воспринимается как оценивание. Повышению мотивации также могут способствовать стремление учащихся к личным достижениям, желание испытать собственные силы на уровне игры. Однако стоит отметить, что в результате некоторых исследований наблюдалось негативное влияние геймификации на мотивацию. Так, M.D. Hanus и J. Fox (2015) выявили, что учащиеся класса, в котором применялись элементы игры, имели более низкий уровень мотивации и балл на итоговом тестировании по сравнению с контрольной группой. Такие результаты, скорее всего, могут указывать на невнимательное отношение к организации игрового процесса (например, избыток вознаграждения), что существенно вредит внутренней мотивации учеников. Поэтому при выборе игровых механик преподавателю необходимо учитывать потенциальное проявление как их положительных, так и отрицательных эффектов, которые могут наблюдаться в процессе обучения.

Изменения в восприятии учениками предмета и самого урока по математике могут являться результатом применения геймификации в процессе обучения также за счет повышения вовлеченности и усиления положительных эмоций у учащихся (Караваев, 2019). Такие изменения наблюдались и в нашем исследовании (по результатам методик

Г.Н. Казанцевой, А.М. Парачева) – в экспериментальной группе по завершении эксперимента математика указывалась как нелюбимый предмет меньшим количеством учащихся, чем до его начала; эмоциональное напряжение, испытываемое на занятиях, также значимо снизилось (в контрольной группе данных изменений не произошло). Так как математическая тревожность у данных учащихся также снизилась в конце эксперимента, можно предположить наличие взаимосвязи (или даже взаимовлияния) отношения к учебному предмету и эмоционального состояния во время урока. Это предположение подтверждают результаты корреляционного анализа, проводимого в рамках исследования математической тревожности в образовании О.Е. Богдановой с коллегами (2013): чем предпочтительнее для ученика предмет, тем ниже уровень математической тревожности.

Особый интерес представляет выявленная в семантическом пространстве обособленность «контрольной работы» от компонентов, непосредственно связанных с математическим знанием («счёт», «математические задания»). Это может указывать на то, что учащиеся дифференцируют собственное отношение к контролю знаний от содержания предмета, и позволяет предположить, что тревожность, связанная с ситуацией контроля, отличается от тревожности, связанной со спецификой научного знания. В некоторой степени полученный результат противоречит представлению D.M. Kagan (1987) о компонентах математической тревожности, среди которых он выделяет тревожность во время проверки знаний по математике (mathematic test anxiety). Таким образом, данное противоречие, на наш взгляд, позволяет в дальнейшем более четко различать виды тревожности, которые возникают в процессе обучения, и проводить их целенаправленную коррекцию.

Выводы

Проведение экспериментального исследования позволило выявить различия в уровне тревожности у младших школьников в зависимости от наличия или отсутствия геймификации в процессе обучения математике.

- 1) Применение геймификации на занятиях по математике способствует снижению уровня математической и школьной тревожности. Проведение занятий в традиционном формате не влияет на уровень числовой тревожности (не снижает интенсивность переживаний).
- 2) Геймификация способствует формированию у учащихся внутренних мотивов обучения, а также положительного отношения к математике как к учебному предмету; на занятиях, содержащих элементы геймификации, школьники чувствовали себя более комфортно по сравнению с занятиями, проходящими в традиционном формате.
- 3) Учащиеся по-разному воспринимают компоненты предметного знания и урока в зависимости от наличия или отсутствия геймификации в учебном процессе. До начала обучения с элементами геймификации дети воспринимали математику как скучную и неприятную деятельность, после ассоциировали с комфортом и активностью. В отсутствии же геймификации на занятиях учащиеся воспринимали данный предмет как требующую активности, но не вызывающую уверенность деятельность в течение всего периода обучения.

Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии геймификации на эмоциональное состояние детей младшего школьного возраста в процессе изучения математики.

Заключение

Математическая тревожность является специфическим видом тревожности, негативно влияющей на процесс усвоения учебного материала. Геймификация как метод повышения вовлеченности обучающихся в учебную деятельность может выступать способом снижения эмоционального напряжения и тревожности у младших школьников на занятиях. Этому способствуют как специфика игрового процесса, так и возрастные особенности учащихся – к младшему школьному возрасту ведущей деятельностью становится обучение, однако по-прежнему также ярко проявляются и игровые мотивы деятельности.

Анализ результатов исследования позволяет говорить о положительном влиянии геймификации на эмоциональное состояние учащихся в процессе изучения математики. Внедрение игровых механик в учебный процесс способствует снижению уровня математической тревожности, влияет на восприятие учащимися отдельных компонентов предмета (счёт, математические задания) и урока (контрольная работа). Повышение динамичности занятия способствует более высокой вовлеченности учеников, формирует положительное отношение к математике.

Теоретическая значимость полученных результатов заключается в расширении представлений о феномене математической тревожности, а также возможностей геймификации как средства снижения предметной тревожности. Полученные результаты могут быть использованы в образовательном процессе с целью коррекции эмоционального состояния учащихся на занятиях по математике.

Однако следует указать на ряд ограничений, связанных с их применением. Обращает на себя внимание небольшой объем выборки исследования, поэтому не исключено получение несколько иных данных при ее расширении за счет большей вариативности. В связи с этим, педагогу необходимо с осторожностью применять полученные результаты на группе,

превышающей 20 человек. Еще одно ограничение связано с тем, что в выборке преобладают испытуемые женского пола. Изучение роли гендера в степени проявления математической тревожности не являлось целью нашего исследования, однако не исключено, что такая специфика выборки могла отразиться на его результатах.

Важно также учесть, что положительное влияние геймификации было выявлено при комплексном использовании определенного набора игровых механик (рейтинг, уровни, прогресс пользователя, вознаграждение, распределение реальных призов, механика повторяющихся действий, мета-игра), поэтому при применении других механик или при ином их сочетании эффекты могут быть отличными от полученных нами.

В заключение следует отметить, что математическая тревожность представляет собой многогранный феномен, требующий дальнейшего изучения. Понимание особенностей компонентов математической тревожности, определение их взаимосвязи с мотивами обучения и выявление способов ее снижения расширяет возможности педагога в организации эффективного учебного процесса.

Список использованных источников

- Абрамова А.В., Басов В.А., Карпенко О.М., Лукьянова А.В. Геймификация в электронном обучении // Дистанционное и виртуальное обучение, 2015. № 4. С.28-43.
- Богданова О.Е., Ковас Ю.В., Богданова Е.Л., Акимова К.К., Гынку Е.И. Феномен математической тревожности в образовании // Теоретическая и экспериментальная психология, 2013. № 4. С. 6-17.
- Водяха С.А. Математическая тревожность и внутренняя мотивация учебной деятельности подростков // Педагогическое образование в России, 2017. С. 60-63.
- Караваев Н.Л., Соболева Е.В. Совершенствование методологии геймификации учебного процесса в цифровой образовательной среде. Киров, Вятский государственный университет, 2019. С. 105.
- Тестов В.А. Основные задачи развития математического образования // Образование и наука, 2014. № 1. С. 3-17.

- Ahmed W., Minnaert A., Kuyper H., van der Werf G. Reciprocal relationships between math self-concept and math anxiety // *Learning and Individual Differences*, 2012. Vol. 22. Pp. 385–389. doi:10.1016/j.lindif.2011.12.004
- Alexander L., Martray C. The Development of an Abbreviated Version of the Mathematics Anxiety Rating Scale // *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 1989. Vol. 22. Pp. 143-150.
- Ashcraft M.H., Faust M.W. Mathematics anxiety and mental arithmetic performance: An exploratory investigation // *Cognition and Emotion*, 1994. Vol. 8. Pp. 97-125.
- Erdem E., Koyuncu I. Determining reasons for math anxiety through paired comparison scaling // *Journal of Cognitive and Education Research*, 2016. Vol. 2(1). Pp. 32-45.
- Hanus M., Fox J. Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance // *Computers & Education*, 2015. Vol. 80. Pp. 152-161.
- Jameson M. M. Contextual factors related to math anxiety in sec-ond-grade children // *Journal of Experimental*, 2014. Vol. 82. Pp. 518-536.
- Kagan D.M. A search for the mathematical component of math anxiety // *Journal of Psychoeducational Assessment*, 1987. Vol. 5. Pp. 301-312.
- Lee J. Universals and specifics of math self-concept, math self-efficacy, and math anxiety across 41 PISA 2003 participating countries // *Learning and Individual Differences*, 2009. Vol. 19. Pp. 355-365. doi:10.1016/j.lindif.2008.10.009
- Maloney E.A., Schaeffer M.W., Beilock S.L. Mathematics anxiety and stereotype threat: shared mechanisms, negative consequences and promising interventions // *Research in Mathematics Education*, 2013. Vol. 15(2). P. 115-128. doi:10.1080/14794802.2013.797744
- Martinez J.G.R. Preventing math anxiety: A prescription // *Intervention in School and Clinic*, 1987. Vol. 23. Pp. 117-125.
- Richardson F.C., Suinn R.M. The mathematics anxiety rating scale: Psychometric data // *Journal of Counseling Psychology*, 1972. Vol. 18. Pp. 551-554.
- Sheldon L. The multiplayer classroom: designing coursework as a game. Course Technology. Cengage Learning, 2012. P. 304.
- Vukovic R.K., Kieffer M.J., Bailey S.P., Harari R.R. Mathematics anxiety in young children: concurrent and longitudinal associations with mathematical performance // *Contemporary Educational Psychology*, 2013. No. 38. Pp. 1-10.

References

- Abramova A.V., Basov V.A., Karpenko O.M., Luk'ianova A.V. Geimifikatsiia v elektronnom obuchenii [Gamification in e-learning] // *Distantionnoe i virtual'noe obuchenie*, 2015. No. 4. Pp.28-43. (In Russian)
- Bogdanova O.E., Kovas Iu.V., Bogdanova E.L., Akimova K.K., Gynku E.I. Fenomen matematicheskoi trevozhnosti v obrazovanii [Phenomenon of mathematical anxiety in education] // *Teoreticheskaja i eksperimental'naia psikhologija*, 2013. No. 4. Pp. 6-17. (In Russian)

- Vodiakha S.A. Matematicheskaia trevozhnost' i vnutrenniaia motivatsiia uchebnoi deiatel'nosti podrostkov [Mathematical anxiety and internal motivation of educational activity of adolescents] // *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii*, 2017. Pp. 60-63. (In Russian)
- Karavaev N.L., Soboleva E.V. Sovershenstvovanie metodologii geimifikatsii uchebnogo protsessa v tsifrovoi obrazovatel'noi srede [Improving the methodology of gamification of the educational process in the digital educational environment]. Kirov, Viatskii gosudarstvennyi universitet, 2019. P. 105. (In Russian)
- Testov V.A. Osnovnye zadachi razvitiia matematicheskogo obrazovaniia [The main tasks of the development of mathematical education] // *Obrazovanie i nauka*, 2014. No. 1. Pp. 3-17. (In Russian)
- Ahmed W., Minnaert A., Kuyper H., van der Werf G. Reciprocal relationships between math self-concept and math anxiety // *Learning and Individual Differences*, 2012. Vol. 22. Pp. 385–389. doi:10.1016/j.lindif.2011.12.004
- Alexander L., Martray C. The Development of an Abbreviated Version of the Mathematics Anxiety Rating Scale // *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 1989. Vol. 22. Pp. 143-150.
- Ashcraft M.H., Faust M.W. Mathematics anxiety and mental arithmetic performance: An exploratory investigation // *Cognition and Emotion*, 1994. Vol. 8. Pp. 97-125.
- Erdem E., Koyuncu I. Determining reasons for math anxiety through paired comparison scaling // *Journal of Cognitive and Education Research*, 2016. Vol. 2(1). Pp. 32-45.
- Hanus M., Fox J. Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance // *Computers & Education*, 2015. Vol. 80. Pp. 152-161.
- Jameson M. M. Contextual factors related to math anxiety in sec-ond-grade children // *Journal of Experimental*, 2014. Vol. 82. Pp. 518-536.
- Kagan D.M. A search for the mathematical component of math anxiety // *Journal of Psychoeducational Assessment*, 1987. Vol. 5. Pp. 301-312.
- Lee J. Universals and specifics of math self-concept, math self-efficacy, and math anxiety across 41 PISA 2003 participating countries // *Learning and Individual Differences*, 2009. Vol. 19. Pp. 355-365. doi:10.1016/j.lindif.2008.10.009
- Maloney E.A., Schaeffer M.W., Beilock S.L. Mathematics anxiety and stereotype threat: shared mechanisms, negative consequences and promising interventions // *Research in Mathematics Education*, 2013. Vol. 15(2). P. 115-128. doi:10.1080/14794802.2013.797744
- Martinez J.G.R. Preventing math anxiety: A prescription // *Intervention in School and Clinic*, 1987. Vol. 23. Pp. 117-125.
- Richardson F.C., Suinn R.M. The mathematics anxiety rating scale: Psychometric data // *Journal of Counseling Psychology*, 1972. Vol. 18. Pp. 551-554.
- Sheldon L. The multiplayer classroom: designing coursework as a game. Course Technology. Cengage Learning, 2012. P. 304.
- Vukovic R.K., Kieffer M.J., Bailey S.P., Harari R.R. Mathematics anxiety in young children: concurrent and longitudinal associations with mathematical performance // *Contemporary Educational Psychology*, 2013. No. 38. Pp. 1-10.