

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Механико-математический факультет

**Всероссийская молодежная
научная конференция
«Все грани математики и
механики»**

(24–28 апреля 2018 г.)

Сборник статей

Под редакцией
д-ра физ.-мат. наук, профессора А.В. Старченко

Томск
Издательский Дом Томского государственного университета
2018

Исследование вовлеченности школьников и студентов в учебную деятельность на занятиях по математике с применением геймификации

Ли О. И., Лазарева Е. Г.

Национальный исследовательский
Томский государственный университет, Томск
e-mail: o.lee.k@mail.ru, lazareva@math.tsu.ru

Аннотация

Геймификация – особая организация учебной деятельности с использованием игровых элементов, таких как правила игры, игроки, уровни, награды, рейтинги и т.д. Одна из потенциальных возможностей геймификации в образовании – повышение вовлеченности обучающихся в образовательный процесс. Авторы разработали схемы геймификации уроков математики в средней школе и практических занятий по математическому анализу в ВУЗе. Внедрив эти схемы, авторы изучили, как изменились активность учащихся на занятиях. Исследование показало значимое повышение вовлеченности учащихся в учебный процесс, что, однако, не всегда гарантирует повышение уровня знаний.

Ключевые слова: геймификация, преподавание математики, применение критерия знаков, применение критерия Уилкоксона.

Геймификация – одно из актуальных направлений педагогических технологий. Одна из целей геймификации учебного процесса – повысить вовлеченность обучающихся в деятельность на занятиях, стимулировать интерес к достижению успехов в обучении [1].

Изучение математики предполагает получение новых знаний и их использование в дальнейшем обучении, то есть «освоение пространства» и переходы на «новые уровни», поэтому этот процесс можно удачно геймифицировать, не уходя от математического содержания.

Во время педагогической практики в лицее № 1 г. Томска на уроках математики 5-ого класса мы геймифицировали 2 темы: «Порядок действий в вычислениях» (4 урока), «Степень числа» (4 урока). Целью этого эксперимента было повышение активности учащихся

на занятиях по математике. После каждой темы проводилась самостоятельная работа. Для сравнения активности учащихся на классических уроках математики (по теме «Сложение и вычитание») и на уроках с применением геймификации велось наблюдение за устными ответами и решением примеров, задач на доске.

Для каждой из геймифицированных тем были созданы 3 уровня:

1) Для прохождения на первый уровень учащийся должен был правильно выполнить одно задание на доске либо на своем месте в тетради раньше, чем будет получено решение на доске.

2) Чтобы пройти на второй уровень, учащийся должен был сначала правильно решить все задания из учебника, которые записаны на доске в течение урока; затем он получает карточку с более сложными заданиями и если получает оценку «5», то проходит на второй уровень.

3) На последний третий уровень могли пройти только те, кто помог своему однокласснику пройти на первый или второй уровень. Помощь происходила во время решения примеров на доске.

На этих трех уровнях у учеников были разные игровые роли: на первом - специалисты, на втором - магистры и на третьем - профессора. Для каждого ученика были приготовлены именные карточки, на которых отмечались полученные роли. Переход от предыдущего уровня к следующему происходил во время уроков на одну тему. Ученики видели свой прогресс в освоении темы и старались его форсировать. В конце изучения темы определялось, кто кем стал: специалист, либо магистр, либо профессор.

Для того, чтобы определить, повысилась ли активность учащихся на уроках с применением геймификации, мы воспользовались критерием Уилкоксона ([2], с.122). Он применяется для случайной выборки, состоящей из наблюдаемых числовых значений $x_1, x_2, \dots, x_n$ случайной величины X с неизвестной непрерывной функцией распределения $F(x)$.

Для использования критерия Уилкоксона нужно:

1. Вычислить все разности между индивидуальными значениями показателя после проведения эксперимента и до него. Удалить нулевые значения из выборки. Получим значения $x_1, x_2, \dots, x_n$.

2. Модули $|x_1|, |x_2|, \dots, |x_n|$ ранжировать в порядке возрастания, выравнивая ранги одинаковых значений модулей.

3. Отметить ранги $|x_i|$, соответствующие сдвигам в нетипичном направлении. Например, если в большинстве случаев после про-

ведения эксперимента наблюдалось увеличение измеряемого параметра, то его уменьшение следует считать нетипичным сдвигом.

Эмпирическое значение критерия Уилкоксона определяется как сумма рангов x_i , соответствующих нетипичным сдвигам. Критическое значение критерия можно найти по таблицам, например, [3].

В качестве нулевой гипотезы примем $H_0 = \{m = 0\}$, то есть отсутствие неслучайного сдвига, медиана m распределения $F(x)$ равна 0. Альтернативная гипотеза $H_1 = \{m > 0\}$, имеется неслучайный положительный сдвиг.

Для применения критерия подсчитаем количество устных ответов и у доски каждого ученика на классических уроках математики и отдельно на геймифицированных уроках. Заметим, что ученики выходили к доске по своему желанию. Следуя алгоритму использования критерия Уилкоксона, проведем расчеты (таблица 1).

Таблица 1. Применение критерия Уилкоксона для сравнения активности учеников 5-го класса на классических и геймифицированных уроках математики

Ученики	Уроки класс. Кол-во ответов	Уроки гейм. Кол-во ответов	Разн.	Модули разност.	Модули упоряд.	Ранги
1	1	1	0	0	0	
2	1	1	0	0	0	
3	0	2	2	2	0	
4	1	0	-1	1	0	
5	1	2	1	1	0	
6	1	3	2	2	1	4
7	1	0	-1	1	1	4
8	4	2	-2	2	1	4
9	0	0	0	0	1	4
10	1	5	4	4	1	4
11	0	2	2	2	1	4
12	0	1	1	1	1	4
13	1	2	1	1	2	11
14	0	1	1	1	2	11
15	0	0	0	0	2	11
16	1	1	0	0	2	11
17	3	1	-2	2	2	11
18	1	3	2	2	2	11
19	2	1	-1	1	2	11
20	0	2	2	2	4	15

Получены следующие результаты. Нетипичны отрицательные сдвиги, число ненулевых сдвигов $n = 15$.

$$T_{\text{эмп}} = 34, T_{\text{крит}}(\alpha = 0, 05) = 30, T_{\text{крит}}(\alpha = 0, 1) = 36.$$

Так как $T_{\text{ЭМП}} = 34 < 36$, гипотезу о случайности типичных сдвигов можно отвергнуть с уровнем значимости $\alpha = 0,1$. Таким образом, имеется положительный сдвиг активности обучающихся на уроках с применением геймификации.

С помощью критерия знаков ([2], с.120) мы исследовали, наблюдается ли значимое повышение успеваемости учащихся 5-го класса по темам «Порядок действий в вычислениях», «Степень числа», усвоенным на уроках с применением геймификации, по сравнению с темой «Сложение и вычитание», изученной на обычных уроках. Критерий знаков применяется, когда сдвиг невозможно измерить численно, например, он выражается качественной оценкой: «стало лучше» или «стало хуже», что соответствует сравнению оценок за самостоятельные работы школьников по двум темам.

Для проверки нулевой гипотезы $H_0 = \{m = 0\}$ определяют типичный сдвиг («+» или «-») и считают количество типичных и нетипичных сдвигов. Эмпирическое значение критерия определяется как число нетипичных сдвигов. Критическое значение критерия $G_{\text{кр}}(\alpha; n)$ определяется по таблице для биномиального распределения с вероятностью успеха $p = 1/2$, где n – общее число ненулевых сдвигов, то есть объем выборки. Можно уточнить уровень значимости, используя точное определение:

$$\alpha = p(k \leq 5) = \sum_{k=0}^{G_{\text{ЭМП}}} C_n^k (0,5)^n.$$

Сравнивая оценки по самостоятельным работам двух тем «Сложение и вычитание» (с.р.1) и «Порядок действий в вычислениях» (с.р.2) (см. таблицу 2), мы увидели, что положительных сдвигов 10, а отрицательных 5. Количество положительных сдвигов превосходит количество сдвигов в отрицательном направлении, то есть $G_{\text{ЭМП}} = 5$. Типичным является положительный сдвиг, можно проверять H_0 против альтернативы $H_1 = \{m > 0\}$. Пусть уровень значимости $\alpha = 0,05$. Тогда $G_{\text{кр}}(\alpha = 0,05; n = 15) = 4$, $G_{\text{ЭМП}} \geq G_{\text{кр}}$. Типичный сдвиг является случайным, нужно принять гипотезу H_0 на уровне значимости 0,05.

Уточним, с каким уровнем α гипотезу H_0 можно отвергнуть. Для этого найдем $\alpha = p(k \leq 5) = \sum_{k=0}^5 C_{15}^k (0,5)^{15} \approx 0,15$. Эта вероятность слишком велика, чтобы отвергать H_0 .

Изменение оценок от темы «Сложение и вычитание» к теме «Степень числа» (с.р.3, табл. 2) также произошло в лучшую сто-

рону. Здесь положительных сдвигов 7, отрицательных 0, то есть $G_{\text{эмп}} = 0, n = 7$. Нулевая гипотеза отвергается, имеется неслучайный положительный сдвиг, достигаемый уровень значимости при этом равен $\alpha = p(k = 0) = (0, 5)^7 \approx 0, 0078$.

Теперь сравним оценки за самостоятельные работы по темам «Порядок действий в вычислениях» и «Степень числа» (две темы, освоенные с применением геймификации). Получилось 7 положительных сдвигов и 5 отрицательных ($G_{\text{эмп}} = 5, n = 12$). При этом $G_{\text{кр}}(\alpha = 0, 1; 12) = 3$. Значит, $G_{\text{эмп}} > G_{\text{кр}}$, сдвиги являются случайными.

Таблица 2. Успеваемость учащихся 5-го класса по результатам самостоятельных работ

Ученики	С.р.1 «Сложение и вычитание»	С.р.2 «Порядок действий в вычислениях»	С.р.3 «Степень числа»
1	3	4	4
2	3	4	3
3	5	4	5
4	5	5	5
5	3	5	3
6	4	5	5
7	5	4	5
8	4	5	4
9	5	5	5
10	3	5	5
11	4	4	5
12	4	3	5
13	5	4	5
14	3	4	5
15	5	5	5
16	3	5	5
17	4	4	4
18	3	5	3
19	4	5	4
20	5	4	5

В целом, можно сказать, что внедрение геймификации в процесс обучения математике в 5-м классе оказалось достаточно удачным способом для повышения активности учащихся, но не очень значительно повлияло на уровень их успехов.

Мы попробовали применить аналогичную технологию в обучении студентов 1 курса по дисциплине «Математический анализ». Основная наша цель при внедрении геймификации – повышение уровня посещаемости и активности студентов на практических за-

нениях. Было проведено 7 практических занятий по теме «Неопределенный интеграл» с использованием элементов геймификации в одной группе первого курса физического факультета (20 человек). Было создано игровое пространство: введены знаки отличия игроков («Знаток» и «Эксперт»), сформулированы правила, по которым присуждаются эти знаки, составлена таблица достижений с открытым доступом для всех студентов группы. Аналогичные эксперименты в ВУЗовском образовании в настоящее время проводятся достаточно часто, см., например, [4].

После проведения занятий с элементами геймификации мы сравнили посещаемость студентов во время этих занятий и их активность на занятиях с посещаемостью и активностью на классических практических занятиях, которые были проведены ранее. Для сравнения были выбраны 7 занятий по теме «Пределы последовательностей и функций». Исходные данные приведены в таблице 3. Получили следующие результаты: среднее число занятий, которые посетил студент, снизилось с 6,4 до 6,1. Среднее число выходов к доске за 7 занятий (активность на занятиях) возросло с 1,4 до 2,1.

Таблица 3. Данные о посещаемости и активности на занятиях без геймификации и с геймификацией для группы студентов 1 курса физического факультета ТГУ

Студенты	Посещено занятий без гейм.	Посещено занятий с гейм.	Выходы к доске без гейм.	Выходы к доске с гейм.
1	7	7	1	4
2	7	7	0	5
3	6	7	1	3
4	7	5	0	1
5	6	6	1	1
6	6	6	4	0
7	7	5	0	0
8	7	6	1	0
9	7	7	3	5
10	7	7	7	7
11	7	7	5	6
12	7	5	0	0
13	7	7	1	1
14	7	7	3	5
15	7	7	0	2
16	7	7	0	0
17	7	5	0	0
18	4	7	1	2
19	4	5	0	0
20	4	2	0	0

Мы воспользовались критерием Уилкоксона, чтобы выяснить, случайны ли изменения, произошедшие в активности и посещаемости занятий.

Получены следующие результаты. Для посещаемости (нетипичны положительные сдвиги, число ненулевых сдвигов $n = 9$):

$$T_{\text{эмп}} = 12, T_{\text{крит}}(\alpha = 0, 1) = 10, T_{\text{эмп}} > T_{\text{крит}},$$

гипотеза H_0 о случайности сдвигов принимается.

Для активности на занятиях (нетипичны отрицательные сдвиги, число ненулевых сдвигов $n = 11$):

$$T_{\text{эмп}} = 11, T_{\text{крит}}(\alpha = 0, 05) = 13, T_{\text{эмп}} < T_{\text{крит}},$$

имеется неслучайный положительный сдвиг.

Внедрение геймификации в обучение студентов показало, что не все обучающиеся заинтересованы в такой форме учебы, о чем говорит некоторое снижение посещаемости (статистически не значимое). С другой стороны, статистически значимое повышение активности на занятиях свидетельствует о том, что имеет смысл применять эту технологию в обучении. Возможно, необходимы более продуманные и разнообразные игровые правила, активизирующие не только внешнюю, но и внутреннюю мотивацию для изучения математики.

Литература

1. Орлова О.В., Титова В.Н. Геймификация как способ организации обучения // Вестник ТГПУ (TSPU Bulletin). – 2015. 9(162) – С. 60–64.
2. Ллойд Э., Ледерман У. Справочник по прикладной статистике. Т.2. М: Финансы и статистика, 1990, 526 с.
3. Ликеш И., Ляга Й. Основные таблицы математической статистики. – М.: Финансы и статистика, 1985, 356 с.
4. Томилова О.В. Опыт применения концепции геймификации для повышения эффективности учебных занятий // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации. Т. 1, 2015г. – С. 376–389.