

**Автономная некоммерческая общеобразовательная  
организация "Физтех-лицей"  
(АНОО «Физтех-лицей» им. П.Л. Капицы)**

## **XX научно-практическая конференция**

**«Старт в инновации»**

### **Исследование игры Камень-Ножницы- Бумага и факторов влияющих на выбор игроков**

Выполнили:  
Аджима Д., Поляков М., Потапов С., Шабает К.  
Руководитель:  
Сидорова Елена Викторовна

Московская область, г. Долгопрудный

2021 г.

## Оглавление

Введение.....	3
История.....	4
Теоретическая часть.....	5
1.1. Теория игр.....	5
1.2. Психологическая часть.....	7
Практическая часть.....	9
Заключение.....	11
Список литературы.....	12
Приложения.....	13

## Введение

Камень-ножницы-бумага – одна из самых популярных и известных во всем мире игр на руках. Она понятная, лёгкая и не занимает много времени, благодаря чему игра приобрела известность. В КНБ люди играют в любое время и в любом месте, используют для жеребьевки и даже решения небольших разногласий. В различных культурах существуют различные вариации и интерпретации игры, в которых вместо привычных нам «камня», «ножниц» и «бумаги» могут использоваться другие символы, но суть игры остается прежней: «Бумага побеждает камень, камень побеждает ножницы, ножницы побеждают бумагу». Даже существует международная федерация, которая проводит ежегодные чемпионаты мира, в которых участвуют профессиональные игроки с большим опытом. Но, несмотря на свою простоту, выбор символа в КНБ зависит от множества психологических факторов, таких как предыдущий опыт, предсказания стратегий, манипуляции со стороны соперников.

**Гипотеза:** Мы предполагаем, что человек способен адаптироваться к внешним условиям ради победы и придумывать стратегии, приносящие ему успех.

**Цель:** Найти и описать зависимость символа, выбираемого игроком от внешних факторов. Подтвердить полученные результаты с помощью теории и описать поведение людей в данной игре.

### **Задачи:**

- Исследовать игру КНБ с теоретической точки зрения, используя исследования психологов и математиков.
- Изучить существующие стратегии, широко используемые профессиональными игроками.
- Проанализировать поведение игроков под воздействием различных обстоятельств.
- Провести эксперимент с помощью учащихся с целью выявления характерного поведения
- Проанализировать результаты эксперимента и сделать соответствующие выводы

**Методы исследования:** анализ, сравнение, социальный эксперимент.

**Сравнительный метод исследования** - метод сопоставления двух и более объектов (явлений, идей, результатов исследований и т. п.), выделение в них общего и различного с целью классификации и типологии. В работе мы сравнили поведение игроков в зависимости от ситуаций.

**Анализ** - метод исследования, характеризующийся выделением и изучением отдельных частей объектов исследования. Мы анализировали поведение игроков под воздействием различных обстоятельств.

**Социальный эксперимент** - метод изучения социальных явлений и процессов, осуществляемый путём наблюдения за изменением социального объекта под воздействием факторов, которые контролируют и направляют его развитие. Мы провели игры между учениками, используя внешние факторы.

## История

Камень-ножницы-бумага зародилась в Китае. Первое упоминание об игре зафиксировано в книге “Wuzazu”, написанной Сё Чжаочжи. Игра, в которую играли представители династии Хан, называлась Шоушилинь. Забава стала популярна в Китае, и, впоследствии, перебралась в Японию. Там игру называли «Сансукуми-кен». «Кен» - означает игры на руках, «сан» - трехсторонний и «сукуми» - тупик. В данной версии КНБ «слизень», обозначаемый мизинцем, побеждает «лягушку», обозначаемую большим пальцем, которая, в свою очередь, побеждает «змею», обозначаемую указательным пальцем. «Змея» же побеждала «слизня».

Современная и более знакомая нам версия появилась в Японии в 19 веке между периодами Эдо и Мейдзи. Именно в этой интерпретации игры впервые были использованы символы «камня», «ножниц» и «бумаги».

В Европу КНБ пришла в начале 20 века. В 1924 году в британской газете была описана игра под названием «жот», фактически являющаяся эквивалентом японского варианта. В 1927 во Франции в детском журнале в деталях описали принцип игры КНБ, назвав ее «чи-фу-ми». Название было основано на старо-японских словах: «один-два-три». В 1933 журнал New York Times рассказал о способе, с помощью которого японские дети решают небольшие разногласия, предположив, что американским детям также может понравиться подобная игра. [5]

## Теоретическая часть

### 1.1. Теория игр

С точки зрения теории игр, КНБ представляет собой игру с нулевой суммой, то есть в игре участвуют два или более человек, выигрыши которых противоположны. В простейшей модели матрица выплат имеет лишь один параметр  $a$  (приложение 1). Правила игры известны всем: “Камень бьет ножницы, ножницы бьют бумагу, бумага бьет камень”. Следовательно, не существует хода, который имеет абсолютное преимущество над остальными. Считая, что все агенты действуют рационально, классическая теория игр предполагает, что игроки выбрасывают символы с равной вероятностью, чтобы их поведение было максимально непредсказуемо и не было использовано другими игроками против них. Такая стратегия называется смешанной стратегией. Для КНБ равновесие по Нэшу – ситуация, когда все символы показываются игроком с вероятностью  $1/3$ . Эволюционная теория игр же рассматривает КНБ с точки зрения адаптации, представляя модели, основанные на различных правилах обучения.

В [1] было оценено, насколько случайно люди играют в КНБ. В этом эксперименте 360 студентов Чжэцзянского университета играли друг с другом на протяжении 300 раундов с константным значением параметра  $a$  (игроки были разделены на 5 равных по числу человек групп, для каждой из которых использовалось разное значение  $a$  (1.1, 2, 4, 9, 100)). Усреднив результаты по всем 360 участникам, исследователи заметили, что вероятность выбора игроком камня, ножниц и бумаги соответственно равны  $0.36 \pm 0.08$ ,  $0.33 \pm 0.07$  и  $0.32 \pm 0.06$ , что показывает, что смешанная стратегия хорошо подходит для описания ходов. Однако, исследования также показали, что вероятность повторения предыдущего хода превосходит вероятности смены знака против часовой стрелки (К  $\rightarrow$  Б, Б  $\rightarrow$  Н, Н  $\rightarrow$  К) и по часовой стрелке (К  $\rightarrow$  Н, Н  $\rightarrow$  Б, Б  $\rightarrow$  К). Особенно этот эффект заметен при  $a = 1.1$  и растет по мере увеличения  $a$ . Также, в работе описана следующая модель: функция  $O$  описывает производительность игрока в данном раунде.  $O \in \{W(\text{победа}), T(\text{ничья}), L(\text{поражение})\}$ . Вероятность смены хода по часовой, против часовой стрелки или повторения описываются  $O_-, O_+$  и  $O_0$  соответственно. Ученые заметили, что, если игрок побеждает в одном раунде, вероятность повторения выбора ( $W_0$ ) значительно выше, чем  $W_-$  и  $W_+$ . (приложение 2) Также, игрок скорее повторит свой ход после ничьей, и сменит символ по часовой стрелке в случае поражения.

Другая группа ученых [2] проанализировала как люди учатся в играх. Для этого в основу был положен уже известный нам факт: Выборы, которые привели к положительному результату в прошлом, скорее будут использованы в будущем. Функция  $q_{nk}(t)$  описывает склонность игрока  $n$  к использованию хода  $k$  в момент времени  $t$ . Изначально ее значение равно  $1/3$ . Также была введена функция подкрепления  $R(X)$ , где  $X$  – выплата. В системе с одним параметром, коим и является КНБ,  $R(X) = X - X_{\min}$ , где  $X_{\min}$  – это минимальная возможная выплата. Обновление склонностей ученые описали следующим образом:

$$q_{nk}(t + 1) = q_{nk}(t) + R(X)$$

Вероятность выбора символа  $p_{nk}(t)$  такая, что игрок выберет ход  $k$  в момент времени  $t$  равна:  $p_{nk}(t) = q_{nk}(t) / S$ , где  $S$  – кол-во всех возможных стратегий игрока  $n$ , то есть,

в нашей игре  $S = 3$ . Ученые пришли к выводу, что влияние прошлого поведения других игроков на поведение игрока  $n$  в момент времени  $t$  – это влияние, которое их поведение оказало на прошлые выплаты игрока  $n$ . А также, что самая оптимальная стратегия против конкретного оппонента не обязательно должна быть равновесной.

Из данных работ понятно, что несмотря на свою простоту, КНБ – это очень сложная игра, в которой выбор символа зависит не от простой случайности. Человек подсознательно воспринимает информацию из прошлых раундов и использует ее для выстраивания своей будущей стратегии. Но не каждая стратегия приведет к успеху. Например, из [3] следует, что стратегия повтора ходов оппонента, если те успешны, скорее не даст игроку положительного результата. Именно поэтому, существует понятие «обучение с подкреплением», суть которого заключается в том, что человек может адаптироваться к условиям игры на основе прошлого опыта.

## 1.2 Психологическая часть

Помимо прошлого опыта, человек может предугадывать стратегии оппонента, выстраивая свою стратегию. На этом принципе основано большое количество игр, в том числе и камень-ножницы-бумага. Многие из нас пытались угадать, что же следующим покажет противник, особенно, если этим противником являлся один из наших друзей или знакомых. И успешное предсказание приносило нам удовольствие и мотивировало побеждать и в следующих раундах.

Исследователи из ВШЭ [4] провели эксперимент в целях распознавания эвристик в игре камень-ножницы-бумага. Они утверждают, что «в конечной повторяющейся игре у каждого участника найдется множество стратегий, которые могут быть наилучшим ответом на те, или иные стратегии оппонента, будь эти последние реальными или мнимыми». В работе отмечается, что игроки опираются на собственное представление о поведении оппонента, свои ожидания относительно его стратегического ответа, на свои решения и др. Также сказано, что большинство игроков следовало «павловской эвристике». Это понятие будет ещё встречаться в нашей работе, так что мы его опишем.

В [4] павловской эвристике дано следующее определение: «Павловская эвристика – принцип формирования условного рефлекса: если действие получает позитивное подкрепление, оно повторяется чаще, если негативное – повторяется реже и заменяется другим действием». Применяя данное определение на КНБ, получается, что при положительном результате выбора того, или иного символа игрок склонен к более частому использованию этого символа в будущем. Если же игрок часто проигрывал, показывая конкретный символ, то в следующих раундах он будет остерегаться его повторного использования и заменит на тот, который побеждает выбранный. Фактически, это эквивалент перехода против часовой стрелки, описанный в [1].

Для доказательства данной теории были проведены игры в режиме Человек против Машины. Участники эксперимента сыграли 100 раундов против компьютерного алгоритма. Этот алгоритм заключался в том, что компьютер с вероятностью  $\beta$  показывал случайный символ, а с вероятностью  $1-\beta$  играл специально против павловской эвристики, то есть следовал смещению по часовой стрелке. По результатам исследования выяснилось, что большинство участников, для которых коэффициент  $\beta$  был не слишком велик, замечали стратегию компьютера спустя некоторое количество раундов и подстраивали свою стратегию под него, выигрывая большинство раундов.

Это говорит нам о том, что люди действительно способны замечать стратегии своего оппонента и предсказывать их следующие ходы.

Мировая ассоциация по игре камень-ножницы-бумага (WRPSA) [5] – это организация, которая занимается проведением официальных профессиональных соревнований по КНБ. Ассоциация предлагает новичкам различные стратегии, которые используются даже профессионалами. Мы проанализировали некоторые из них.

Помимо уже известных нам стратегий, направленных против смещения против часовой стрелки (павловская эвристика) и по часовой стрелке (контр-павловская эвристика), описаны тактики, основанные на психологических манипуляциях.

Например, если быстро начать раунд, что будет неожиданным для соперника, у него не будет времени подумать, какой символ показать. Согласно описанной тактике, когда люди удивлены, их мышцы зажимаются, и как только человек попадает в эту ситуацию, он практически всегда автоматически бросает камень. Также отмечено, что 50-60% людей используют камень, как их выбор в первом раунде.

Другая стратегия заключается в том, что игроки редко бросают один и тот же символ трижды подряд, так как они не хотят показаться предсказуемыми, и многие считают, что признак предсказуемости – это сделать один и тот же бросок три раза к ряду.

Это далеко не все способы, как повлиять на решение соперника, большое количество профессиональных игроков имеют свои способы манипуляций, о которых они никому не рассказывают. Все подобные тактики используются, чтобы сбить противника с толку, вынудить его сделать конкретный бросок, заставить нервничать и допускать ошибки.



## Практическая часть

С целью выявления поведения игроков в различных ситуациях в декабре 2020 г. мы провели серию экспериментов с помощью учащихся «Физтех-лицея». Всего в исследовании приняли участие 32 школьника 9-11 классов.

Был проведен турнир по игре КНБ по олимпийской системе. Для этого 32 участника были разбиты на 16 пар. Внутри каждой пары участники играли в КНБ, пока один из игроков не набирал 3 победы. Победитель проходил в следующий раунд, где встречался с победителем из другой пары и т.д. Победителю турнира был предложен приз, для того, чтобы у всех участников была мотивация побеждать в каждом раунде. Таблица с результатами всех раундов, начиная с четвертьфинала представлена в приложении 3. У некоторых игроков замечался одинаковый выбор для первого броска во всех раундах. Можно заметить, что многие игроки по прошествии нескольких бросков уже замечали некую стратегию или закономерность и чаще выбирали тот, или иной символ. Часто, такие игроки проходили в следующий раунд, так как у их соперника не хватало времени адаптироваться к новой стратегии их оппонента.

Далее, те же 32 участника были разбиты на 2 группы по 16 человек. В свою очередь внутри каждой группы игроки были разделены на пары. Все пары первой группы играли 50 раундов друг против друга без каких либо дополнительных условия. Пары второй группы же играли 106 раундов по следующим правилам:

1. Перед началом каждого из первых 53 раундов первый игрок каждой пары говорил тот символ, который он собирается выбросить. Участник мог обманывать или говорить правду, но о том, что на самом деле выберет игрок, знал только он сам. Эта манипуляция заставляла второго игрока задуматься, говорит ли он правду или лжет.
2. В следующих 53 раундах игроки менялись ролями. Тот, кто до этого пытался сбить оппонента с толку, становился объектом манипуляции.

В приложении 4 представлены фрагмент таблицы 50 раундов (первые 25) одной из пар первой группы и таблица первых 53 раундов одной из пар второй группы.

Для начала, можно заметить, что по сравнению с первой парой, игроки второй пары реже следуют павловской или контр-павловской эвристикам. В игре без манипуляций игроки меняли выбор символа после поражения в 24 из 29 случаев (82%), а в игре с манипуляцией в 18 из 32 случаев (56%). А также в первой паре игроки повторяли ход после победы в 11 из 29 случаев (38%), а во второй паре лишь в 4 из 32 случаев (12%). Это можно объяснить тем, что человек больше фокусировался на том, что сказал его оппонент перед данным и предыдущими раундами, чем на том, какой выбор символа приводил к успеху или неудаче в прошлом.

Также, можно заметить тот факт, что в начале партии Игрок 1 чаще говорил правду, нежели лгал и часто повторял свое предсказание, пытаясь заставить соперника сомневаться. И, получив негативные результаты в первых раундах, он стал чаще врать с продвижением партии, что все таки принесло ему успех.

Мы опросили участников из второй пары насчет их партии, и наши предположения подтвердились. Игрок 1 сказал, что по началу придерживался следующей стратегии: выбрасывать то, что сказал, в надежде на то, что соперник не будет ему доверять. Но затем, он заметил, что такая тактика не приносит ему особого успеха и он решил ее изменить. Игрок 2 же сказал, что заметил тенденцию Игрока 1 к выбрасыванию того символа, который тот назвал и начал бросать тот символ, который бьет предсказание Игрока 1. Также Игрок 2 отметил, что в случаях, когда его оппонент предсказывал один и тот же символ несколько раз подряд, то он старался не менять выбор своего символа, так как считал, что в этом и заключается стратегия Игрока 1.

Полученные нами результаты показывают, что игроки действительно адаптируются к стратегиям противников по ходу партии. Они замечают различные последовательности и закономерности в игре оппонента и пытаются подобрать наилучший ход. Также, различного рода манипуляции и внешние воздействия действительно влияют на игру манипулируемого. Людям приходится адаптироваться к новым появившимся условиям и выбираться из ситуации, подстроившись под эти условия. Не всем это дается так легко, поэтому умение манипулировать в играх – это очень полезный навык для победы. Но, как показали наши исследования, и манипуляции – это не самое легкое дело. Надо уметь концентрироваться на ходе игры и самому не попадаться в собственные ловушки.

## Заключение

Камень-ножницы-бумага – простейшая игра на руках, знакомая каждому с раннего детства. Это одна из самых популярных забав в мире, имеющая свою историю во многих культурах. Игра легка и понятна, тем и привлекательна.

Но за простотой игры скрывается ее истинная сложность. Вопреки популярному мнению, что все в ней зависит от чистой случайности и везения, КНБ представляет собой сложный комплекс теории игр и психологии. В течение многих лет ученые со всей планеты изучали, анализировали и исследовали эту игру, и все еще есть множество интересных аспектов, которые раскрывают понимание о КНБ. Помимо этого, КНБ является отличным примером простейшей модели, на основе которой можно изучать психологические воздействия на людей и обучение в играх.

В нашей работе мы решили узнать, каким образом люди выбирают символы в зависимости от внешних факторов. Для этого мы провели серию экспериментов в Лицее. Для их проведения мы попросили помощи участников нашей школы и создали для них мотивацию в виде приза за победу. После проведения экспериментов мы пришли к выводу, что человек способен адаптироваться к внешним условиям ради победы и придумывать стратегии, приносящие ему успех в игре камень-ножницы-бумага.

## Список литературы

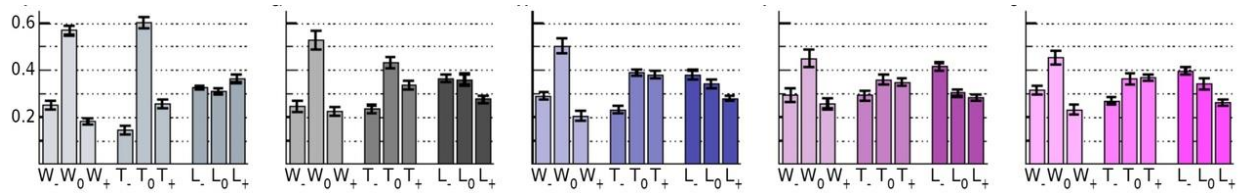
- [1] Wang Z., Xu B., Zhou H-J. Social cycling and conditional responses in the Rock-Paper-Scissors game, 2014
- [2] Erev I., Roth A.E. Predicting How People Play Games: Reinforcement Learning in Experimental Games with Unique, Mixed Strategy Equilibria, 1998
- [3] Dyson, B.J., Wilbiks, J.M.P., Sandhu, R., Papanicolaou, G. and Lintag, J. Negative outcomes evoke cyclic irrational decisions in Rock, Paper, Scissors. Scientific reports, 2016
- [4] Сусин И., Чернов Г. Распознавание Эвристик и Обучение в Игре «Камень-Ножницы-Бумага»: Экспериментальный Подход
- [5] World Rock Paper Scissors Association. The history of Rock-Paper-Scissors / RPS strategies / режим доступа: <https://www.wrpsa.com> (Дата последнего обращения 26.02.2021)

# Приложения

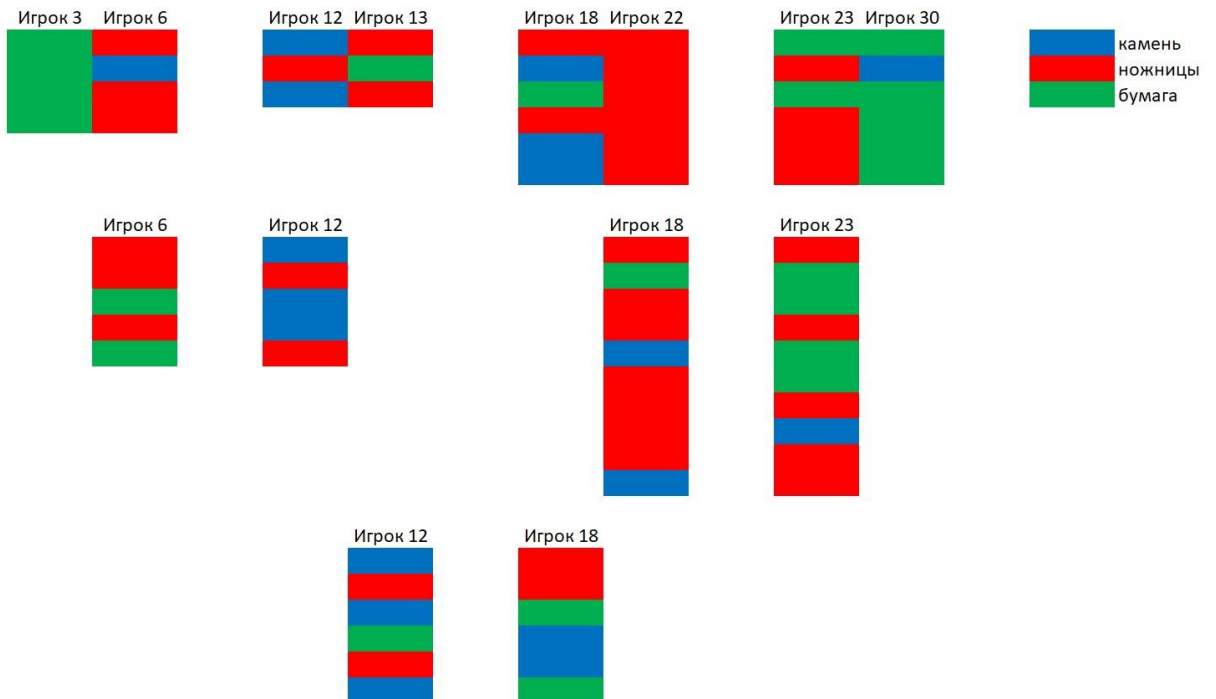
## Приложение 1

-	R	P	S
R	1	0	a
P	a	1	0
S	0	a	1

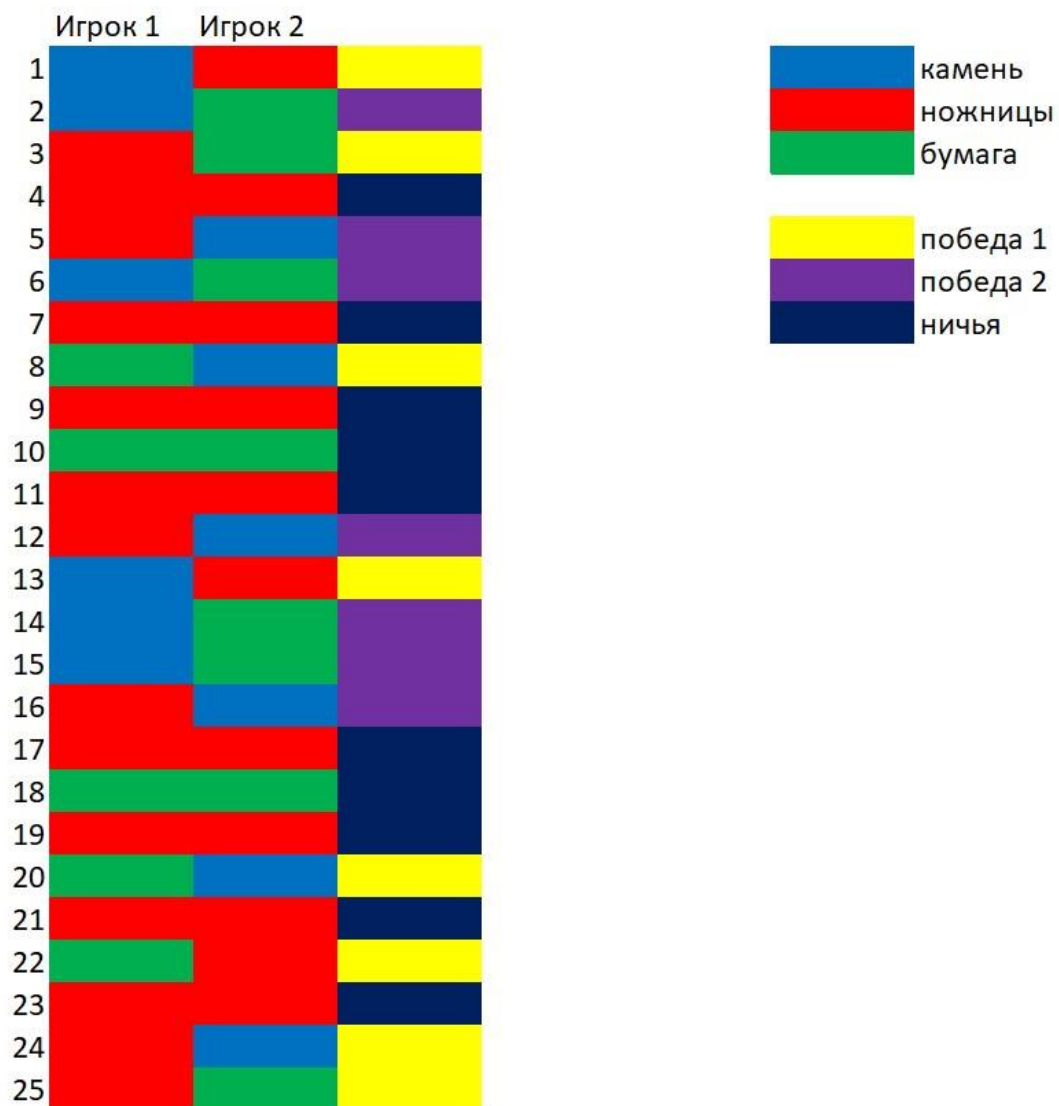
## Приложение 2



## Приложение 3



Приложение 4



	Предсказание	Игрок 1	Игрок 2	Результат
1	камень	камень	ножницы	Ничья
2	камень	камень	камень	Ничья
3	ножницы	ножницы	ножницы	Ничья
4	ножницы	ножницы	бумага	1 игрок
5	ножницы	бумага	бумага	Ничья
6	ножницы	бумага	камень	1 игрок
7	бумага	ножницы	бумага	1 игрок
8	бумага	бумага	ножницы	2 игрок
9	бумага	бумага	бумага	Ничья
10	бумага	камень	бумага	2 игрок
11	камень	камень	камень	Ничья
12	камень	камень	бумага	2 игрок
13	камень	ножницы	камень	2 игрок
14	ножницы	бумага	бумага	Ничья
15	ножницы	ножницы	ножницы	Ничья
16	бумага	бумага	бумага	Ничья
17	бумага	камень	ножницы	1 игрок
18	бумага	бумага	ножницы	2 игрок
19	ножницы	камень	бумага	2 игрок
20	ножницы	камень	бумага	2 игрок
21	ножницы	камень	бумага	2 игрок
22	ножницы	ножницы	ножницы	Ничья
23	ножницы	ножницы	бумага	1 игрок
24	бумага	ножницы	бумага	1 игрок
25	камень	камень	камень	Ничья
26	камень	ножницы	бумага	1 игрок
27	бумага	бумага	бумага	Ничья
28	бумага	бумага	ножницы	2 игрок
29	бумага	камень	камень	Ничья
30	бумага	камень	камень	Ничья
31	ножницы	камень	ножницы	1 игрок
32	ножницы	ножницы	бумага	1 игрок
33	ножницы	камень	бумага	2 игрок
34	ножницы	ножницы	камень	2 игрок
35	камень	камень	бумага	2 игрок
36	камень	камень	камень	Ничья
37	камень	бумага	камень	1 игрок
38	ножницы	камень	ножницы	1 игрок
39	бумага	ножницы	бумага	1 игрок
40	камень	бумага	бумага	Ничья
41	камень	ножницы	камень	2 игрок
42	камень	бумага	бумага	Ничья
43	камень	бумага	камень	1 игрок
44	ножницы	бумага	ножницы	2 игрок
45	ножницы	камень	камень	Ничья
46	бумага	ножницы	ножницы	Ничья
47	камень	бумага	бумага	Ничья
48	камень	бумага	ножницы	2 игрок
49	камень	ножницы	бумага	1 игрок
50	ножницы	камень	ножницы	1 игрок
51	камень	ножницы	камень	2 игрок
52	бумага	бумага	бумага	Ничья
53	ножницы	ножницы	бумага	1 игрок

камень  
ножницы  
бумага

1 игрок  
2 игрок  
Ничья