Аистов А.В., Рассадовская А.В.
Нижний Новгород, НИУ ВШЭ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВНУТРИ СОЦИАЛЬНЫХ ГРУПП КАК ФАКТОР ВЛИЯНИЯ НА УРОВЕНЬ КОРРУПЦИИ В МОДЕЛЯХ ОЧЕРЕДЕЙ

Математическое моделирование коррупции, в зависимости от рассматриваемой характеристики феномена, затрагивает как вопросы экономического роста и ограничения конкуренции ([1], [2]), так и возможные положительные последствия данного явления – как, например, оптимизацию экономических взаимодействий в результате дополнения и замещения несовершенных институтов ([3], [4]). С этой точки зрения можно говорить о неком равновесном значении коррупции, при котором объем взяток оптимален при соотнесении с преодолеваемыми с их помощью издержками – например, издержками ожидания. С точки зрения общества рассматривают системы, наносящие наименьший ущерб (или приносящие наибольшую выгоду) с точки зрения общественного благосостояния. Построение микроэкономических теоретико-игровых моделей позволяет прогнозировать поведение экономических агентов, например, в качестве реакции на ужесточение наказаний, а также оценивать общественные потери ([5], [6], [7]).

Выделяется также направление, рассматривающее коррупцию как явление, возникающее в системе массового обслуживания, обладающей возможностью изменения порядка доступа посетителей к распределяемому благу. В таких моделях изначальный принцип обслуживания посетителей, например FIFS (first-in-first-served, первым получает доступ к услуге тот посетитель, который первым оказался в очереди) заменяется принципом, когда посетители ранжируются в очереди согласно осуществляемым ставкам относительно платы за продвижение в очереди. Именно эти ставки и могут рассматриваться в качестве взяток, поскольку посетители получают доступ исключительно на основании этих перечислений обслуживающему механизму (бюрократу).

Независимо от типа модели, взятка имеет смысл только при снятии неоклассической предпосылки о совершенстве информации на рынке. Отсутствие части информации делает осуществимым процесс продвижения в очереди, а также приводит к тому, что в экономике возникают внешние эффекты: в данном случае, меняя своё положение в очереди, экономический агент также оказывает влияние на издержки ожидания других посетителей. В моделях очередей несовершенство информации может распространяться на различные параметры гетерогенности системы. Так, в работах ([8], [9], [10]). вводится гетерогенность по ценности услуги для потребителя, времени обслуживания, издержкам в единицу времени и неопределенность относительно данных величин, в работах ([11]; [12]) – неопределенность длины очереди и положения агента в ней и т.д., что оказывает различное влияние на равновесия в системе.

В литературе, посвященной коррупции в системах массового обслуживания, наблюдаются следующие основные тенденции. Как правило, внимание уделяется некооперативным играм, то есть не предусмотрено стратегическое взаимодействие между игроками-взяткодателями, нацеленное на максимизацию общей выгоды. Кроме того, при снятии предположения о совершенной информации все посетители попадают в одинаковые условия, то есть указанной частью информации перестают обладать сразу все участники очереди. В то же время, в реальности информация обычно распространяется неоднородно, и взаимодействия, для моделирования для которых пригодны системы массового обслуживания, не являются исключением. Целью данного исследования является рассмотрение случая, когда распределение информации в системе является неоднородным – в частности, из-за наличия взаимодействия между отдельными посетителями, в ходе которого они обмениваются доступной им информацией. Данный подход позволяет уделить внимание как кооперативным, так и некооперативным моделям.

Рассмотрим идею введения взаимодействия между агентами на простейшем, статическом примере некооперативной игры. В очереди имеется фиксированное количество посетителей, которое не увеличивается, они одновременно и независимо принимают решение относительно оплаты своего продвижения в очереди.

Положим, следуя Hassin (1995), что полезность нейтрального к риску экономического агента (посетителя) с линейными по времени затратами на ожидание в очереди имеет вид $U_i= R\text{-}c_i\tau_i\text{-}\ x_i$, где

R – ценность получаемой услуги (ресурса),

c_i – издержки, связанные с единицей времени ожидания,

τ_i – время ожидания,

x_i – плата за возможность продвижения в очереди (взятка).

Издержки по входу в очередь и по оплате самой услуги предполагаются равными для всех, поэтому игнорируются. Агенты ранжируются в соответствии со ставками.

Следовательно, после осуществления ставки агент получает полезность:

$U_i= R\text{-}c_i\tau_i\text{-}x_i$, если $x_i < x_j$;

$U_i= R\text{-}c_i\tau_j\text{-}x_i$, если $x_i > x_j$, где

$i>j$, индексы указывают на номер агента в очереди.

Иными словами, если агент i предлагает ставку, большую, чем ставка агента j, то он получает новое место в очереди и новое (меньшее) время ожидания, а если нет, то он остается на своем месте. Аналогично, если есть агенты, стоящие следом и предложившие большую ставку, время ожидания агента увеличивается.

Рассмотрим влияние разного качества информации на такую систему с учетом возможной гетерогенности потребителей. Без потери общности положим, что очередь состоит из трех агентов, где агент №1 стоит первым, агент №2 вторым, агент №3 третьим, то есть $\tau_1 < \tau_2 < \tau_3$. Данная предпосылка соответствует предположению, что для агента №2 вся очередь перед ним является неким агрегированным агентом, и аналогично, неким агрегированным агентом выступает вся очередь за ним. Внутри этих агрегированных агентов происходят взаимодействия как в очереди, аналогичные рассматриваемым в данной работе. Эта предпосылка также позволяет считать модель статической с точки зрения онтологии самой очереди, поскольку появление новых агентов и уход агентов, покидающих очередь после завершения обслуживания, не сказываются на взаимодействии между рассматриваемым агентом №2 и двумя его соседями до тех пор, пока он продолжает находиться в очереди.

Будем рассматривать систему, где гетерогенность агентов заключается в разных издержках ожидания в единицу времени, в то время как ценность получаемой услуги для всех одинакова.

1. Предположим, что все **агенты идентичные**, то есть издержки ожидания c для всех одинаковы.

1.1. Если **информация совершенная**, то есть все агенты обладают полной информацией друг о друге и могут наблюдать ставки друг друга, то каждый будет стремиться заплатить как можно большую цену за продвижение, руководствуясь при этом предельным значением ставки, которое бы покрывалось полезностью при получении услуги. В результате равновесным значением будет $U_i = 0$. Тогда резервная стоимость продвижения для каждого агента будет равна $x_i = R - c\tau_i$, при которой плата за получение услуги равна ценности услуги. Это максимальная ставка, которая покроется выгодой от получения услуги.

Поскольку $\tau_1 < \tau_2 < \tau_3$, в результате $x_1 > x_2 > x_3$, то есть агенты, независимо от того, есть ли у них возможность менять свой приоритет в очереди, будут обслуживаться в исходном порядке.

1.2. Если **информация несовершенна**, то есть агенты не могут наблюдать поведение других, оптимальной стратегией также будет заплатить наибольшую цену за продвижение, равную резервной ставке, поскольку в противном случае существует риск оказаться последним. Равновесия с нулевыми ставками или с равными ставками не являются устойчивыми, потому что в них у каждого игрока есть стимул заплатить больше других и оказаться первым в очереди. В результате резервная стоимость продвижения снова будет равна $x_i = R\text{-}c\tau_i$.

Таким образом, при идентичных игроках независимо от информации равновесие будет совершенно-конкурентным и агенты будут получать нулевую полезность, обслуживаясь в порядке, в котором они изначально находились в очереди.

2. Предположим **гетерогенность агентов** по издержкам в единицу времени ожидания. То есть теперь полезность агента имеет вид

$$U_i\ (R,\tau_i,c_i,\ x_i)=R\text{-}c_i\tau_i\text{-}x_i.$$

2.1. При **совершенной информации**, аналогично случаю гомогенных агентов, будет выполняться условие, когда ставки увеличиваются до тех пор, пока не станут равны резервным. Для продвижения в очереди нужно, чтобы $x_i > x_j$, то есть $R\text{-}c_i\tau_i > R\text{-}c_j\tau_j$, что будет выполняться при $c_i / c_j < \tau_j / \tau_i$. В результате в равновесии положение агентов в очереди будет зависеть от соотношения всех возможных c_i / c_j по отношению к τ_j / τ_i. В частном случае, при $c_1 < c_2 < c_3$, в силу $\tau_1 < \tau_2 < \tau_3$ будет выполняться $x_1 > x_2 > x_3$.

2.2. При **несовершенстве информации** агенты не могут знать ставок друг друга и параметров гетерогенности, то есть издержек, которыми обладают остальные агенты. Однако предположим, что агенты имеют представления относительно распределения издержек на основании исторической или статистической информации, которая является общедоступной.

В таком случае, ставка, которую будет осуществлять агент, будет основываться не только на собственной текущей резервной величине, но и на ожидании относительно своей позиции в очереди в соответствии с представлениями о ставках других агентов. Если при совершенстве информации агенты ограничивались своей резервной ставкой, поскольку точно знали резервные ставки других агентов, то теперь ожидания зависят от значения издержек. Фактически, продвижение при статическом взаимодействии будет касаться сравнения ставок с соседями по очереди (поскольку их поведение, в свою очередь, учитывает поведение соседей) в силу сохранения предпосылки о взаимодействии трех агентов.

Рассмотрим поведение агента, стоящего в очереди вторым. Для того чтобы продвинуться в очереди, ему нужно сделать ставку $x_2 > x_1$, что будет выполняться при $c_2/c_1 < \tau_1/\tau_2$. Информация о параметрах c_2, τ_2, τ_1 доступна агенту, в то время как величина c_1 является ненаблюдаемой, то есть агент принимает решение относительно ставки x_2, основываясь на ожидаемой величине Ec_1.

Аналогично, для того, чтобы не оказаться сдвинутым третьим агентом назад в очереди, ему нужно сделать ставку $x_2 > x_3$, что будет выполняться при $c_2/c_3 < \tau_3/\tau_2$. Величина c_3 не наблюдаема, то есть агент принимает решение относительно ставки x_2, основываясь на ожидаемой величине Ec_3.

В зависимости от того, какими ожиданиями характеризуются величины издержек первого и третьего агентов, рассматриваемый агент будет ожидать, что окажется на первом, втором или третьем месте в очереди. Однако, оказавшись на третьем месте, ему уже не выгодно делать ставку в размере $R\text{-}c_2\tau_2$, поскольку его время ожидания окажется больше, поэтому он осуществит ставку в размере $R\text{-}c_2\tau_3$, чтобы получить нулевую полезность вместо отрицательной. Также, ожидая оказаться первым в очереди, он осуществит ставку в размере $R\text{-}c_2\tau_1$, поскольку при любом снижении относительно неё он рискует вернуться на второе место.

Стратегии рассматриваемого агента в зависимости от ожиданий относительно издержек соседей по очереди (и, следовательно, их ставок) приведены в Таблице 1.

Таблица 1

Оптимальное поведение агента в зависимости от оценки издержек соседей в очереди

Соотношение между издержками агентов	$Ec_1 / c_2 > \tau_2 / \tau_1$ $Ec_3 / c_2 > \tau_2 / \tau_3$	$Ec_1 / c_2 > \tau_2 / \tau_1$ $Ec_3 / c_2 < \tau_2 / \tau_3$	$Ec_1 / c_2 < \tau_2 / \tau_1$ $Ec_3 / c_2 > \tau_2 / \tau_3$	$Ec_1 / c_2 < \tau_2 / \tau_1$ $Ec_3 / c_2 < \tau_2 / \tau_3$
Соотношение между ставками (взятками)	$Ex_1 < x_2$ $Ex_3 < x_2$	$Ex_1 < x_2$ $Ex_3 > x_2$	$Ex_1 > x_2$ $Ex_3 < x_2$	$Ex_1 > x_2$ $Ex_3 > x_2$
Ожидаемое положение в очереди (из трех рассматриваемых позиций, где изначально агент занимает позицию 2)	1	2	2	3
Оптимальная стратегия (размер взятки) x_2	$R\text{-}c_2\tau_1$	$R\text{-}c_2\tau_2$	$R\text{-}c_2\tau_2$	$R\text{-}c_2\tau_3$

Таким образом, оптимальное поведение агента, то есть оптимальный размер его ставки, складывается из четырех видов ставок, перечисленных в Таблице 1, с учетом вероятностей реализации соответствующих соотношений между издержками агентов. Эти вероятности, в свою очередь, зависят от ожиданий, которыми обладает агент относительно размера издержек своих соседей. При несовершенстве информации резонно предположить, что агент не обладает информацией о величине издержек, но на основании неких исторических данных может иметь представление об их распределении. Следовательно, оптимальный размер его ставки зависит от ожидаемой величины издержек соседей. Положим, что издержки агентов одинаково и независимо распределены с функцией плотности вероятности $f(c_i)$. Полагаем также, что $c_2=c$, поскольку собственные издержки являются известными.

Ставка впередистоящего агента окажется меньше ставки рассматриваемого агента, стоящего в очереди вторым ($Ex_1 < x_2$) с той же вероятностью, что $Ec_1 / c_2 > \tau_2 / \tau_1$, то есть $Ec_1 > c_2\tau_2 / \tau_1$. Вероятность этого события составит $1-F(c_2\tau_2 / \tau_1)$, где $F(c_i)$ – кумулятивная функция распределения издержек. Аналогично, его ставка окажется меньше ($Ex_1 > x_2$) с вероятностью $F(c_2\tau_2 / \tau_1)$.

Поскольку издержки распределены одинаково и независимо, $Ec_1 = Ec_3$, то есть рассуждения справедливы и для третьего агента: $Ex_3 < x_2$ с вероятностью $1-F(c_2\tau_2 / \tau_3)$ и $Ex_3 > x_2$ с вероятностью $F(c_2\tau_2 / \tau_3)$.

Таким образом, оптимальная стратегия ставки второго агента составит

$$\begin{gathered}x_2 = [1-F(c_2\tau_2 / \tau_1)]*[1-F(c_2\tau_2 / \tau_3)]*(R-c_2\tau_1)+\\ +[1-F(c_2\tau_2 / \tau_1)]*[F(c_2\tau_2 / \tau_3)]*(R-c_2\tau_2)+\\ +[F(c_2\tau_2 / \tau_1)]*[1-F(c_2\tau_2 / \tau_3)]*(R-c_2\tau_2)+\\ +[F(c_2\tau_2 / \tau_1)]*[F(c_2\tau_2 / \tau_3)]*(R-c_2\tau_3).\end{gathered}$$

В результате, если при совершенстве информации посетитель, ограничиваясь своей резервной ставкой, гарантированно получал нулевую полезность, то руководствуясь ожиданиями, он с некоторой вероятностью предложит сумму, превышающую его резервную величину. Таким образом, общий объем коррупции на рынке может быть завышен по сравнению с оптимумом. Аналогично, сумма может быть занижена, и агент получит положительную полезность. Отклонение размера взятки от оптимального будет зависеть как от распределения издержек, так и от соотношения времени ожидания τ_1, τ_2 и τ_3.

Положим, что время ожидания складывается из времени обслуживания и времени, которое агент проводит в очереди до тех пор, пока не оказывается первым и не начинает обслуживание. Допустим, время обслуживания всех агентов одинаково и составляет μ. Тогда время ожидания первого агента составит $\tau_1= \mu$, время ожидания второго агента составит $\tau_2 = \tau_1+\mu=2\mu$, время ожидания третьего агента составит $\tau_3= \tau_2+\mu=3\mu$. Соответственно, соотношения между временем ожидания второго и первого агента составит $\tau_2/ \tau_1=2$, а соотношение между временем ожидания второго и третьего агента составит $\tau_2/ \tau_3=2/3$.

В таком случае, функцию ставки второго агента преобразуем в следующий вид:

$$\begin{gathered}x_2 = [1-F(2c_2)]*[1-F(2/3c_2)]*(R-c_2\mu)+\\ +[1-F(2c_2)]*[F(2/3c_2)]*(R-c_22\mu)+\end{gathered}$$

$$+[F(2c_2)]*[1\text{-}F(2/3c_2)]*(R\text{-}c_2 2\mu)+$$
$$+[F(2c_2)]*[F(2/3c_2)]*(R\text{-}c_2 3\mu).$$

Поскольку сумма четырех совместных вероятностей равна 1, можно переписать функцию ставки в виде:

$$x_2 = R\text{-}c_2\mu*\{[1\text{-}F(2c_2)]*[1\text{-}F(2/3c_2)]+$$
$$+2[1\text{-}F(2c_2)]*[F(2/3c_2)]+$$
$$+2[F(2c_2)]*[1\text{-}F(2/3c_2)]+$$
$$+3[F(2c_2)]*[F(2/3c_2)]\}=$$
$$= R\text{-}c_2\mu P_w,$$

где P_w – сумма вероятностей каждого соотношения издержек, взвешенная на коэффициенты при μ.

Теперь можно сопоставить размер ставки с размером выигрыша при каждом возможном соотношении издержек. Результирующее положение агента в очереди будет зависеть от соотношения между его ставкой и ставками соседей. В частности, ставка первого агента будет меньше его ставки, если $R\text{-}c_1\mu$ окажется меньше $R\text{-}c_2\mu P_w$, то есть при $c_1/ c_2 > P_w$. Ставка третьего агента будет меньше ставки второго при $R\text{-}c_1 3\mu < R\text{-}c_2\mu P_w$, то есть при $c_3/ c_2 > P_w/3$. Четыре возможных исхода, два из которых будут давать одинаковую полезность представлены в Таблице 2.

Таблица 2

Полезность агента в зависимости от соотношения издержек при несовершенной информации

Соотношение между издержками агентов	$c_1 / c_2 > P_w$ $c_3 / c_2 > P_w/3$	$c_1 / c_2 > P_w$ $c_3 / c_2 < P_w/3$	$c_1 / c_2 < P_w$ $c_3 / c_2 > P_w/3$	$c_1 / c_2 < P_w$ $c_3 / c_2 < P_w/3$
Соотношение между ставками (взятками)	$x_1 < x_2$ $x_3 < x_2$	$x_1 < x_2$ $x_3 > x_2$	$x_1 > x_2$ $x_3 < x_2$	$x_1 > x_2$ $x_3 > x_2$
Положение в очереди (из трех рассматриваемых позиций, где изначально агент занимает позицию 2)	1	2	2	3
Размер выигрыша без учета ставки	$R\text{-}c_2\mu$	$R\text{-}c_2 2\mu$	$R\text{-}c_2 2\mu$	$R\text{-}c_2 3\mu$
Размер ставки	$R\text{-}c_2\mu P_w$	$R\text{-}c_2\mu P_w$	$R\text{-}c_2\mu P_w$	$R\text{-}c_2\mu P_w$
Полезность	$c_2\mu(P_w\text{-}1)$	$c_2\mu(P_w\text{-}2)$	$c_2\mu(P_w\text{-}2)$	$c_2\mu(P_w\text{-}3)$

Поскольку $P_w = *\{[1\text{-}F(2c_2)]*[1\text{-}F(2/3c_2)] + 2[1\text{-}F(2c_2)]*[F(2/3c_2)] + 2[F(2c_2)]*[1\text{-}F(2/3c_2)] + 3[F(2c_2)]*[F(2/3c_2)]\}$, взвешенная вероятность изменяется в пределах от 1 до 3, в зависимости от величины c_2. Чем больше величина издержек агента, тем больше взвешенная вероятность, следовательно полезность, которую будет получать агент в итоге может оказаться положительной. Чем выше издержки ожидания агента, тем меньше размер его ставки, но тем больше будет его выигрыш в случае благоприятного фактического соотношения издержек. Тем не менее, в зависимости от вида функции распределения $f(c_i)$, может оказаться так, что случаи, когда полезность будет отрицательной, будут иметь существенно большую вероятность реализации по сравнению с теми, когда агент поставит меньше, чем выиграет.

3. Предположим теперь, что между некоторыми агентами существует связь, которая представляет собой **канал передачи информации**, определяемый некоторой сетью, описывающей взаимодействие игроков в очереди. Тогда для агентов, вовлеченных во взаимодействие с соседями, величина их издержек становится наблюдаемой величиной.

С экономической точки зрения, обмен информацией может быть следствием того, что, например, некоторые фирмы функционируют в рамках общего рыночного сектора и поэтому обладают большей информацией друг о друге – что, следовательно, не обязательно означает кооперацию между ними. С этой точки зрения имеет смысл рассматривать как кооперативное поведение, так и конкурентное. Тем не менее, и в том, и в другом случае, частичное преодоление неполноты информации может привести к тому, что коррупция как естественный экономический процесс, ведущий к улучшению работы системы массового обслуживания, будет стремиться к своей оптимальной величине.

Пусть рассматриваемый игрок информирован об издержках впередистоящего агента, то есть c_1 является наблюдаемой величиной. Возможны два случая: $x_1 > x_2$ и $x_1 < x_2$.

1) Если $x_1 > x_2$, то

а) с вероятностью $F(c_2\tau_2 / \tau_3)$ будет $Ex_3 > x_2$ и оптимальная ставка составит $R\text{-}c_2\tau_3$;

б) с вероятностью $1\text{-}F(c_2\tau_2 / \tau_3)$ будет $Ex_3 < x_2$, и оптимальная ставка составит $R\text{-}c_2\tau_2$.

Тогда равновесная ставка составит

$$x_2 = [F(c_2\tau_2 / \tau_3)]*(R\text{-}c_2\tau_3)+ [1\text{-}F(c_2\tau_2 / \tau_3)]*(R\text{-}c_2\tau_2)$$

или, с учетом предположения относительно τ_1, τ_2 и τ_3, принятого в предыдущем параграфе,

$$\begin{aligned} x_2 &= [F(2/3c_2)]*(R\text{-}c_2 3\mu)+ [1\text{-}F(2/3c_2)]*(R\text{-}c_2 2\mu) = \\ &= R\text{-}c_2\mu[3F(2/3c_2)+2(1\text{-}F(2/3c_2))] = \\ &= R\text{-}c_2\mu P_{w1}, \end{aligned}$$

где P_{w1} – взвешенная вероятность для случая, когда $x_1 > x_2$.

2) Аналогично, если $x_1 < x_2$, то

в) с вероятностью $F(c_2\tau_2 / \tau_3)$ будет $Ex_3 > x_2$ и оптимальная ставка составит $R\text{-}c_2\tau_2$;

г) с вероятностью $1\text{-}F(c_2\tau_2 / \tau_3)$ будет $Ex_3 < x_2$, и оптимальная ставка составит $R\text{-}c_2\tau_1$.

Равновесная ставка составит

$$x_2 = [F(c_2\tau_2 / \tau_3)]*(R\text{-}c_2\tau_2)+ [1\text{-}F(c_2\tau_2 / \tau_3)]*(R\text{-}c_2\tau_1)$$

или

$$x_2 = [F(2/3c_2)]*(R\text{-} c_2 2\mu)+ [1\text{-}F(2/3c_2)]*(R\text{-} c_2\mu) =$$
$$= R\text{-}c_2\mu[2 F(2/3c_2)+(1\text{-}F(2/3c_2))]=$$
$$= R\text{-}c_2\mu P_{w2},$$

где P_{w2} – взвешенная вероятность для случая, когда $x_1 < x_2$.

Рассуждения в случае, когда рассматриваемый игрок информирован об издержках агента, стоящего за ним, аналогичны с точностью до индексов при τ_1, τ_3, c_1 и c_3.

Сравним полезность агента, получаемую в зависимости о реализации его ожиданий аналогично случаю несовершенной информации без взаимодействия с одним из соседей. Теперь положение агента в очереди будет зависеть от того, какую ставку сделает стоящий за ним: в частности, если $x_1 > x_2$, то при $R\text{-}c_1 3\mu < R\text{-}c_2\mu P_{w1}$ ставка третьего агента будет меньше, и рассматриваемый игрок окажется на втором месте в очереди и получит полезность в размере $U = R\text{-}c_2 2\mu\text{-}(R\text{-}c_2\mu P_{w1}) = c_2\mu(P_{w1}\text{-}2)$. Все возможные реализации показаны в Таблице 3.

Как и в случае несовершенной информации без взаимодействия агентов, второй игрок, в зависимости от фактической реализации соотношения издержек может получить полезность как большую, так и меньшую, чем нулевая полезность при совершенной информации. Однако, теперь количество возможных вариантов реализации сокращается, и выигрыш может оказаться более вероятен, чем при несовершенной информации – в зависимости от характеристик распределения издержек.

Таблица 3

Полезность агента
в зависимости от соотношения издержек
при частично несовершенной информации

Соотношение между ставками 1 и 2 агентов	$x_1 < x_2$		$x_1 > x_2$	
Соотношение между издержками агентов	$c_3 / c_2 > P_{w2}/3$	$c_3 / c_2 < P_{w2}/3$	$c_3 / c_2 > P_{w1}/3$	$c_3 / c_2 < P_{w1}/3$
Соотношение между ставками (взятками) 2 и 3 агентов	$x_3 < x_2$	$x_3 > x_2$	$x_3 < x_2$	$x_3 > x_2$
Положение в очереди (из трех рассматриваемых позиций, где изначально агент занимает позицию 2)	1	2	2	3
Размер выигрыша без учета ставки	$R\text{-}c_2\mu$	$R\text{-}c_2 2\mu$	$R\text{-}c_2 2\mu$	$R\text{-}c_2 3\mu$
Размер ставки	$R\text{-}c_2\mu P_{w2}$	$R\text{-}c_2\mu P_{w2}$	$R\text{-}c_2\mu P_{w1}$	$R\text{-}c_2\mu P_{w1}$
Полезность	$c_2\mu(P_{w2}\text{-}1)$	$c_2\mu(P_{w2}\text{-}2)$	$c_2\mu(P_{w1}\text{-}2)$	$c_2\mu(P_{w1}\text{-}3)$

Задача, которая поставлена перед дальнейшим исследованием описанного взаимодействия игроков в очереди, заключается в том, чтобы проанализировать, как вид функции распределения $f(c_i)$ и реализация издержек c_2 будет влиять на полезность, которую получит игрок. Основным вопросом является поиск граничных условий, при которых рост объема доступной информации (то есть возникновение информационной связи с одним из соседей) перестанет приводить к росту выгоды по сравнению с полным отсутствием данных об издержках других игроков. Таким образом, конечной целью является выявление взаимосвязи между интенсивностью социальных взаимодействий и коррупционным поведением агентов в моделях очередей. Также целесообразно рассмотреть устойчивость этих закономерностей для агентов с различным отношением к риску.

Список использованной литературы:

1. Лопухин В.Ю. Инновационное общество и проблема коррупции // Проблемы Современной Экономики. 2010. № 4.

2. Mauro P. Corruption and growth // Q. J. Econ. 1995. Vol. 110, № 3. P. 681–712.

3. Левин М.И. Экономика коррупции // Научно-Практический Журнал Финансы И Бизнес. 2008. № 2. P. 52–71.

4. Ahlin C., Pang J. Are financial development and corruption control substitutes in promoting growth? // J. Dev. Econ. 2008. Vol. 86, № 2. P. 414–433.

5. Левин М.И., Цирик М.Л. Коррупция как объект математического моделирования // Экономика И Математические Методы. 1998. Vol. 34, № 3. P. 40–58.

6. Leff N.H. Economic development through bureaucratic corruption // Am. Behav. Sci. 1964. Vol. 8, № 3. P. 8–14.

7. Угольницкий Г. А., Усов А. Б. Управление устойчивым развитием иерархических систем в условиях коррупции //Проблемы управления. – 2010. – №. 6.

8. Hassin R. Decentralized regulation of a queue //Management Science. – 1995. – Т. 41. – №. 1. – С. 163-173.

9. Hassin R., Haviv M. Equilibrium threshold strategies: The case of queues with priorities //Operations Research. – 1997. – Т. 45. – №. 6. – С. 966-973.

10. Argon N. T., Ziya S. Priority assignment under imperfect information on customer type identities //Manufacturing & Service Operations Management. – 2009. – Т. 11. – №. 4. – С. 674-693.

11. Kittsteiner T., Moldovanu B. Priority auctions and queue disciplines that depend on processing time //Management Science. – 2005. – Т. 51. – №. 2. – С. 236-248.

12. Veeraraghavan S., Debo L. Joining longer queues: Information externalities in queue choice //Manufacturing & Service Operations Management. – 2009. – Т. 11. – №. 4. – С. 543-562.