

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ: ОТ ОБЩИНЫ К ФИРМЕ

**Е. М. СКАРЖИНСКАЯ**

*Институт управления, экономики и финансов, Костромской государственный университет, Россия<sup>а</sup>*

**В. И. ЦУРИКОВ**

*Архитектурно-строительный факультет, Костромская государственная сельскохозяйственная академия, Россия<sup>б</sup>*

В статье в рамках математического моделирования рассматривается самоуправляемый коллектив, члены которого своими индивидуальными усилиями создают общий доход, распределяемый между ними в заранее установленных относительных долях. Стремление каждого агента к максимуму собственного индивидуального выигрыша приводит коллектив к неэффективному равновесию Нэша. Для достижения равновесия в доминирующем по Парето исходе необходима координация усилий. Предполагается, что некоторые члены коллектива, сплотившиеся в коалицию, координируют свои усилия на основе взаимного доверия. Показано, что реализация коалиционной стратегии, направленной на максимизацию коалиционного выигрыша, приводит к увеличению выигрышей всех членов коллектива. Но при этом для каждого некооперированного агента его доля в доходе по-прежнему играет роль сдерживающего фактора при выборе объема прилагаемых им усилий. В целях дальнейшего повышения своего выигрыша коалиция предлагает каждому некооперированному агенту контракт, которым предусматривается его отказ от доли в доходе в пользу коалиции в обмен на вознаграждение, зависящее от размера его усилий. При вступлении контракта в силу происходят фундаментальные организационные изменения, состоящие в преобразовании коллектива равноправных индивидов в иерархическую экономическую организацию. Предложены модели, описывающие изменения на стадиях заключения контракта и его исполнения. Найдены условия, при которых на первой стадии каждому агенту выгоднее заключить контракт, чем отказаться от него, а на второй — равновесные значения усилий каждого агента и всех членов коалиции принимают общественно оптимальные значения.

*Ключевые слова:* коллективные действия, равновесие Нэша, доминирование по Парето, стимулирующий контракт, коалиция.

*JEL:* C31, D23, D61, D62.

Адрес организации: <sup>а</sup> Институт управления, экономики и финансов, Костромской государственный университет, Дзержинского ул., д. 17, Кострома, 156005, Россия; <sup>б</sup> Архитектурно-строительный факультет, Костромская государственная сельскохозяйственная академия, Учебный Городок ул., д. 34, пос. Каравеево, Костромская обл., 156530, Россия.

© Е. М. Скаржинская, В. И. Цуриков, 2021  
<https://doi.org/10.21638/spbu18.2021.303>

Для всех видов коллективных действий, несмотря на присущее им многообразие, характерны общие проблемы, создающие препятствия либо для их осуществления, либо для их эффективности. Источник этих проблем — несовпадение индивидуальных краткосрочных интересов участников коллективных действий с их общим коллективным интересом.

В статье рассматривается частный случай коллективных действий, представляющий собой взаимодействие индивидов, объединившихся в группу (команду, бригаду, общину, коллектив) с целью производства общего конкурентного и делимого блага, распределяемого между всеми ее членами. Например, пользователи природным или рукотворным ресурсом, находящимся в коллективной собственности (ирригационной системой, водоемом, пастбищем, лесом, охотничьими или прибрежными рыбными угодьями), безусловно, заинтересованы в его сохранении и воспроизводстве. Однако при этом каждый отдельный пользователь в стремлении увеличить собственный индивидуальный выигрыш экономит свои затраты на восстановление ресурса и/или эксплуатирует его излишне интенсивно. Массовое проявление такого поведения пользователей общим ресурсом приводит к его истощению и деградации, т. е. к эффекту, который получил название «трагедия общин»<sup>1</sup>.

Если коллективные действия состоят, как и в рассматриваемом случае, в совместном производстве общего блага, то рациональный экономический агент в стремлении снизить собственные индивидуальные затраты прилагает усилия в объеме, недостаточном для достижения оптимального по Парето исхода. Проявление такого поведе-

ния порождает «проблему безбилетника» (free rider problem). Следствием этого выступает производство общего блага в объеме, ниже оптимального.

В экономической литературе, посвященной данным проблемам, рассматриваются три возможности повышения эффективности коллективных действий. Первая возможность — кооперация участников и осуществление кооперативной стратегии с целью повышения общественного выигрыша. В предлагаемой авторской модели кооперация осуществляется в рамках коалиции, представляющей собой небольшую группу агентов, объединенных отношениями межличностного доверия.

Вторая возможность состоит в формировании в коллективе лидерства [Hermalin, 1998; Huck, Rey-Biel, 2006; Potters, Sefton, Vesterlund, 2007]. Если функция дохода такова, что усилия одного агента положительно влияют на эффективность усилий другого агента, то в последовательной игре лидер (игрок, первым делающий свой ход), зная реакцию последователей на свои действия, методом обратной индукции вычисляет оптимальный размер собственных усилий. Как показано в [Kim, 2012; Скаржинская, Цуриков, 2021], оптимальные значения усилий лидера и его последователей в таком случае оказываются выше, чем в равновесии Нэша в одновременной некооперативной игре. Но если усилия агентов не обладают свойством комплементарности (сепарабельная функция дохода), то формирование лидерства не стимулирует последователей к увеличению прилагаемых ими усилий.

Третья возможность, предполагающая изменение прав собственности с введением внешнего правообладателя на остаточный доход, была предложена в работе Б. Хольмстрема [Holmstrom, 1982]. В ней описано взаимодействие членов бригады (the team), производящих посредством индивидуальных усилий общий доход, который распределяется между ними пропорционально заранее установленным долям. Показано, что если все агенты стремятся максимизи-

<sup>1</sup> Это название статьи биолога Г. Хардина, посвященной обоснованию следующего тезиса: «В обществе, где свободная эксплуатация ресурсов общего пользования считается аксиомой, все его члены, действуя в собственных интересах, каждым шагом приближают разруху. Свободное пользование общими ресурсами оборачивается всеобщим разорением» [Hardin, 1968, p. 1244].

ровать свои индивидуальные выигрыши, то значение их усилий соответствует неэффективному по Парето равновесию Нэша. Для достижения общественного оптимума Б. Хольмстром предложил игру, в которой бюджетное условие (равенство суммы доходов участников общему доходу) выполняется только в точке общественного оптимума, которая в этом случае будет точкой равновесия. Для ее достижения в игру необходимо ввести внешнего агента, который несет риски при производстве дохода в объеме, ниже общественно оптимального значения, и присваивает излишки при производстве дохода в количестве, выше общественно оптимального.

Основное отличие авторского подхода от существующих в литературе состоит в том, что в статье рассматривается коллектив произвольной численности, деятельность которого базируется на принципах самоорганизации и самоуправления. В работе проводится сравнение трех его различных организационных состояний, для характеристики первого из которых лучше всего подходит понятие «община», второго — «гибридная форма экономической организации», а третьего — «иерархическая организация».

Методология исследования опирается на институциональную экономику, теорию менеджмента и математический аппарат теории игр.

Цель статьи заключается в исследовании возможностей повышения эффективности коллективных действий путем координации, достигаемой за счет преобразования коллектива равноправных партнеров в иерархическую организацию. Актуальность исследования обусловлена тем, что коллективные действия, совершаемые группой индивидов с целью получения недостижимого для одиночки результата, охватывают множество экономических и социальных явлений.

Статья имеет следующую структуру. В первом разделе рассматриваются препятствия на пути к достижению эффективного по Парето исхода. Во втором — демонстри-

руются преимущества коллектива со сложившейся в нем коалицией по сравнению с бесструктурным коллективом автономных агентов. В третьем — анализируются возможности коалиции для разработки и заключения между ней и всеми остальными членами коллектива такого контракта, дизайн которого стимулирует каждого из агентов к осуществлению усилий в оптимальных объемах. В четвертом разделе сформулированы выводы исследования. В заключении подводятся итоги работы и указываются направления дальнейшего анализа.

## 1. ПРЕПЯТСТВИЯ К ДОСТИЖЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОГО ИСХОДА

Остановимся подробнее на возможностях сотрудничества между участниками коллективных действий. Исследуя проблемы, возникающие в обеспечении общественным или коллективным благом, М.Олсон пришел к выводу, что сотрудничество в малых группах достигается легче, чем в больших [Olson, 1965]. Чем больше группа, тем менее значим вклад ее отдельного участника и тем острее «проблема безбилетника». Дальнейшие исследования показали, что склонность к сотрудничеству между участниками коллективных действий зависит не только от размера, но и от состава группы, в частности от степени ее социальной однородности, определяющей общие нормы, которым добровольно следуют участники [Diederich, Goeschl, Waichman, 2016; Esteban, Ray, 2001; Nosenzo, Quercia, Sefton, 2015; Weimann et al., 2019].

Селективные стимулы<sup>2</sup>, концепцию которых предложил М.Олсон [Olson, 1965], способ-

<sup>2</sup> Селективные стимулы могут быть как положительными, так и отрицательными. Примером положительного стимула служит плакат «Пиво отпускается только членам профсоюза», заставивший Шуру Балаганова сказать: «Удовлетворимся квасом». В качестве отрицательных селективных стимулов, побуждавших вступать в профсоюз и придерживаться его стратегии, можно привести

ны в той или иной степени понизить остроту проблемы оппортунистического поведения. Однако сопутствующие применению негативных селективных стимулов ошибки, в том числе ошибки первого рода (наказание невиновного), и оппортунизм со стороны контролирующих лиц (организаций) не позволяют надеяться на достижение Парето-предпочтительного исхода [Walker, Halloran, 2004; Sefton, Shupp, Walker, 2007; Скаржинская, Цуриков, 2017; 2019а].

Для случая, когда коллективные действия повторяются в неограниченном количестве, сотрудничество между участниками может быть обеспечено, если каждый игрок использует стратегию «зуб за зуб»<sup>3</sup> и оценивает свой выигрыш как дисконтированную сумму выигрышей в каждом раунде игры. В качестве поддержки сотрудничества между участниками коллективных действий может выступить механизм страхования. Например, при дефиците доверия его заменителем способна стать выплата со стороны внешнего лица, компенсирующая игроку его потери в ситуации, когда он выберет стратегию сотрудничества, а все или несколько его партнеров откажутся от этого<sup>4</sup>.

В целом можно предположить, что для всех случаев не существует универсального механизма по обеспечению в многочисленной группе индивидов такого уровня взаимного сотрудничества, который необходим для достижения Парето-предпочтительного исхода. Вместе с тем такого рода сотрудничество вполне может сложиться в малой группе, в которой существует взаимное до-

верие и применяются модулированные санкции [Olson, 1965].

В данной статье исследуется модель, близкая по сути к исходной модели Б. Хольмстрема [Holmstrom, 1982]. Рассматривается большая группа агентов (коллектив, команда, община и т. п.), создающих своими индивидуальными усилиями стоимость для получения общего дохода, который распределяется между ними в заданных пропорциях. В представленной модели нет внешнего агента. Предполагается, что кооперация между агентами не охватывает всю большую группу, а сложилась между агентами, входящими в сравнительно небольшую группу — коалицию.

Проблемы формирования и устойчивости коалиции в статье не затрагиваются. Подразумевается, что они решены, как и проблема оппортунизма внутри коалиции. Согласно теореме 1, доказанной в Приложении, реализация коалиционной стратегии уже приводит к Парето-улучшению по сравнению с равновесием Нэша в бескоалиционной игре. Однако в отличие от членов коалиции, стремящихся к максимальному значению коалиционного выигрыша, каждый из числа не вошедших в коалицию агентов по-прежнему осуществляет выбор размера прилагаемых им усилий, ориентируясь исключительно на максимум собственного индивидуального выигрыша. В результате значения дохода и общего коллективного выигрыша оказываются гораздо ниже оптимальных.

Как вариант дальнейшего Парето-улучшения рассматривается контракт между коалицией и не вошедшими в нее агентами, стимулирующий их усилия. Необходимо отметить, что в [Скаржинская, Цуриков, 2019б] анализируется эта же проблема, однако в настоящей статье рассматривается гораздо более общий случай, а реализация контракта приводит не просто к равновесию в исходе, доминирующем по Парето равновесие Нэша, а к равновесию в точке общественного оптимума.

Математические модели контрактов, предусматривающих стимулирование уси-

не предусмотренное спортивными правилами применение бейсбольных бит к штрейкбрехерам [Olson, 1965].

<sup>3</sup> Стратегия «зуб за зуб» впервые описана в [Axelrod, Hamilton, 1981].

<sup>4</sup> В [Tabarrok, 1998] предложен механизм страхования, восполняющий дефицит доверия между участниками коллективных действий. Внешним агентом (страховщиком) выступает мэр города, стремящийся к тому, чтобы горожане инвестировали строительство дамбы, которая защитит город от наводнения.

лий работников, подробно описаны в экономических исследованиях<sup>5</sup>. Одно из отличий авторской модели состоит в том, что коалиция как инициатор заключения стимулирующего контракта является одновременно и центральным агентом, заключающим контракт с агентами, и лицом, осуществляющим усилия, которые влияют на величину общего дохода. Так как усилия членов коалиции положительно зависят от ее доли в общем доходе, а реализация контракта дает коалиции право на весь остаточный доход, то контракт стимулирует усилия всех членов коллектива.

Как видно, использование стимулирующего контракта связано с переходом от неиерархической формы экономической организации к иерархической, что требует принципиальных организационных изменений<sup>6</sup>. Отметим, что Парето-улучшение в модели Б. Хольмстрема [Holmstrom, 1982] также основано на организационном изменении, которым является передача прав на остаточный доход внешнему собственнику.

Основное отличие авторской модели от модели Б. Хольмстрема состоит в том, что в результате организационных изменений происходит перераспределение не только прав собственности, но и прав контроля, причем принципалом становится не внешний агент, а члены коллектива, вошедшие в коалицию. По сути, в качестве пути повышения эффективности коллективных действий предлагается эндогенный переход от неиерархической организации к фирме, права собственности и контроля в которой принадлежат коалиции. Такой переход можно пояснить на историческом примере русской земледельческой общины.

Размер земельного надела каждой семьи устанавливался в зависимости от количества в ней мужчин, а участки перераспределялись по решению схода. Такая исторически

сложившаяся практика приводила к ряду негативных последствий. Одно из них заключалось в том, что крестьяне не испытывали заинтересованности в сохранении и повышении плодородия почвы и прилагали для этого мало усилий. Почва истощалась, урожаи снижались, проявлялся эффект «трагедии общин». По мере проникновения в деревню капиталистических отношений некоторые члены общины стали скупать земельные паи у других и нанимать прежних собственников в батраки. При этом увеличивались инвестиции в плодородие почвы, но община разрушалась, происходило социальное расслоение, положение бедных членов общины ухудшалось. Отличие предлагаемой модели организационных изменений от описанного драматического сюжета состоит в том, что изменения не только увеличивают стимулы для инвестиций в общий доход, но и приводят к повышению выигрыша каждого участника.

В теории менеджмента организационные изменения рассматриваются как формирование нового организационного устройства с целью повышения эффективности деятельности организации. В литературе, посвященной организационным изменениям (см., напр.: [Камерон, Грин, 2006; Коттер, 2008; Сенге, 2017]), подчеркивается роль лидера, иницирующего изменения, и воздействие его стратегии на процесс изменений. Лидером изменений выступает отдельное лицо или группа лиц, наиболее заинтересованная в изменениях либо осознавшая их необходимость и выработавшая стратегию изменений [Коттер, 2008]. В представленной модели инициатором и лидером изменений является коалиция.

Стратегия лидера организационных изменений предусматривает не только постановку цели, задач и определение технологии их осуществления, но и преодоление сопротивления членов организации, проявляющих склонность к рутине, страх перед переменами, отсутствие осознания в необходимости изменений [Коттер, 2008]. В стратегии лидера должны быть учтены психологические аспекты — вербовка сторонни-

<sup>5</sup> См., напр.: [Губко, Новиков, 2002; Salanie, 1997; Milgrom, Roberts, 1992].

<sup>6</sup> Эти изменения относятся к типу трансформационных, так как они коренным образом меняют структуру управления и оказывают принципиальное влияние на функционирование организации.

ков изменений, формирование убеждения в их необходимости<sup>7</sup>.

Предполагается, что участники коллективных действий рациональны, и поэтому задача коалиции как инициатора организационных изменений состоит в том, чтобы предложить такие изменения, с которыми добровольно согласятся все члены коллектива. Рассматриваемые организационные изменения носят исключительно эндогенный характер. Их результатом является сосредоточение в руках коалиции права на остаточный доход и прав контроля над усилиями агентов, которые вследствие заключения контракта с коалицией превращаются в ее наемных работников. Задача коалиции — разработка таких условий контракта, при которых каждому некооперированному агенту выгоднее заключить стимулирующий контракт, чем отказаться от него. В статье представлена модель стимулирующего контракта, отвечающего сформулированным требованиям.

## 2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОЛЛЕКТИВНЫХ ДЕЙСТВИЙ С УЧАСТИЕМ КОАЛИЦИИ

Проведем сравнение двух исходов, один из которых достигается неструктурированным коллективом в бескоалиционной игре автономных агентов, а второй — коллективом со сложившейся среди его членов коалицией, преследующей цель максимизации коалиционного выигрыша.

Пусть коллектив состоит из  $n$  автономных индивидов, создающих общий доход, который распределяется между ними в за-

ранее установленных относительных долях  $\alpha_i$ ,  $i = 1, \dots, n$ . Величина дохода  $D$  зависит от объемов приложенных индивидуальных усилий, денежный эквивалент которых обозначим через  $\sigma_i$ . Функция  $D = D(\sigma_1, \dots, \sigma_n)$  является монотонно возрастающей и строго выпуклой вверх при всех  $\sigma_i \in (0, \infty)$ , т.е. удовлетворяет закону убывающей отдачи:

$$\frac{\partial D}{\partial \sigma_i} > 0, \quad \frac{\partial^2 D}{\partial \sigma_i^2} < 0. \quad (1)$$

Для того чтобы максимумы выигрышей не уходили в нуль или на бесконечность, функция дохода должна удовлетворять условиям:

$$\lim_{\sigma_i \rightarrow 0} \frac{\partial D}{\partial \sigma_i} = \infty, \quad \lim_{\sigma_i \rightarrow \infty} \frac{\partial D}{\partial \sigma_i} = 0, \quad i = 1, \dots, n. \quad (2)$$

Будем считать, что усилия каждого участника не оказывают отрицательного влияния на эффективность усилий любого другого члена коллектива, т.е.:

$$\frac{\partial^2 D}{\partial \sigma_i \partial \sigma_k} \geq 0 \quad \text{при } i \neq k, \quad i, k = 1, \dots, n. \quad (3)$$

Величина выигрыша  $U_i$  агента  $i$  равна разности между причитающейся ему частью совокупного дохода и денежным эквивалентом приложенных им усилий:

$$U_i = \alpha_i D - \sigma_i, \quad i = 1, \dots, n. \quad (4)$$

Предполагается, что зависимость величины дохода от усилий агентов известна каждому члену коллектива, а все прилагаемые ими усилия являются неverifiedируемыми<sup>8</sup>, но наблюдаемыми при некоторых затратах.

Если каждый из членов коллектива выбирает размер собственных усилий независимо от других, преследуя цель максимизации своего индивидуального выигрыша, то объем его усилий удовлетворяет условию:

$$\alpha_i \frac{\partial D}{\partial \sigma_i} = 1, \quad i = 1, \dots, n. \quad (5)$$

<sup>8</sup> Неverifiedируемость усилий исключает обращение к третьему лицу для разрешения возможных конфликтов по поводу оценки усилий агента.

<sup>7</sup> В [Коттер, 2008] для описания проблем, возникающих при организационных изменениях, используется метафора: община пингинов живет на айсберге, который начинает таять, но никто из пингинов, за исключением лидера, не осознает опасности и не хочет принимать меры по собственному спасению. Первоочередная задача лидера — убедить пингинов в том, что существует серьезная угроза и для ее предотвращения необходимы изменения в организации общины.

Экономический смысл каждого из уравнений (5) очень простой: величина предельного индивидуального дохода равна величине предельных издержек. Так как каждая производная  $D'_{\sigma_i}$  является убывающей по  $\sigma_i$  функцией, то, согласно (5), с ростом значения  $\alpha_i$  (при прочих равных условиях) объем усилий, прилагаемых агентом  $i$ , возрастает<sup>9</sup>. Соответственно, величина доли в доходе играет роль фактора, регулирующего объем усилий агента при его независимом выборе.

В [Скаржинская, Цуриков, 2017] показано, что при любых фиксированных значениях относительных долей  $\alpha_i$  система (5) имеет единственное решение, отвечающее неэффективному по Парето равновесию Нэша. Там же доказано, что для достижения любого Парето-предпочтительного исхода необходим более высокий уровень прилагаемых членами коллектива усилий. Причина неэффективности, обусловленной недостаточным уровнем усилий, состоит в наличии положительных экстерналий, создаваемых усилиями каждого агента<sup>10</sup>.

Достижение Парето-предпочтительного исхода относительно равновесного по Нэшу требует координации усилий членов коллектива. Одним из путей координации служит полная или частичная кооперация с заменой целевых функций индивидов на целевую функцию участников кооперации.

Если предположить, что всем членам коллектива удалось сплотиться в такую команду, цель которой состоит в достижении максимального значения всего коллектив-

ного выигрыша, то целевой функцией становится разность между величиной общего дохода и суммой усилий всех членов коллектива:

$$U = D - \sum_i \sigma_i, \quad i = 1, \dots, n. \quad (6)$$

В этом случае все члены коллектива прилагают усилия в общественно оптимальных объемах, которые определяются системой уравнений, отвечающей максимуму коллективного выигрыша (6):

$$\frac{\partial D}{\partial \sigma_i} = 1, \quad i = 1, \dots, n. \quad (7)$$

Обозначим решение системы (7) через  $\sigma_i^{opt}$ . Тогда наибольшее значение совокупного выигрыша можно записать в виде:

$$U^{opt} = D^{opt} - \sum_i \sigma_i^{opt}, \quad i = 1, \dots, n. \quad (8)$$

Система (7) означает, что предельный совокупный (а не индивидуальный, как в системе (5)) доход по усилиям каждого члена коллектива равен величине предельных издержек.

Как видно, для достижения оптимума каждый член коллектива должен приложить усилия в объеме, превышающий тот, при котором его индивидуальный выигрыш достигает максимального значения. Иначе говоря, ради максимизации коллективного выигрыша агент должен отказаться от своего стремления к максимуму собственного индивидуального выигрыша. Такая кооперация в рамках всего коллектива требует высокого уровня взаимного доверия и готовности к сотрудничеству всех членов коллектива [Скаржинская, Цуриков, 2017; 2019a].

Очевидно, что в достаточно многочисленном коллективе достижение такого уровня межличностного доверия, при котором каждый член коллектива может не опасаться проявления оппортунистического поведения партнеров, чрезвычайно маловероятно. Однако успешная кооперация, основанная на межличностном доверии, вполне возможна в небольшой группе.

Предположим, что некоторые члены коллектива объединились в подобную малую

<sup>9</sup> Соответствующая теорема доказана в [Скаржинская, Цуриков, 2020].

<sup>10</sup> Здесь положительные внешние эффекты образуются вследствие того, что своими усилиями каждый агент увеличивает совокупный доход, а значит, и величину выигрыша любого другого члена коллектива. Положительные экстерналии снижают стимулы к соответствующей деятельности, в силу чего она осуществляется в объемах, ниже оптимальных. Проявляется полная аналогия с недоинвестированием в моделях неполного контракта (см., напр.: [Grossman, Hart, 1986; Hart, Moore, 1988; Тироль, 2000, с. 50–54; Фуруботн, Рихтер, 2005, с. 293–301]).

группу (коалицию  $C$ ) и осуществляют общую стратегию с целью максимизации общего выигрыша всей коалиции:

$$U_C = \alpha_C D - \sum_{i \in C} \sigma_i, \quad (9)$$

где  $\alpha_C$  — доля коалиции:  $\alpha_C = \sum_{i \in C} \alpha_i$ .

Будем считать, что в этой коалиции решена проблема оппортунизма между ее членами, и поэтому они без сколько-нибудь заметных транзакционных издержек координируют свои усилия, направленные на максимизацию коалиционного выигрыша. В этом случае размер усилий члена коалиции удовлетворяет уравнению:

$$\alpha_C \frac{\partial D}{\partial \sigma_i} = 1, \quad i \in C. \quad (10)$$

Члены коллектива, не вошедшие в коалицию  $C$ , образуют множество  $NC$  некооперированных игроков, каждый из которых выбирает свою стратегию автономно, по-прежнему стремясь к максимуму собственного индивидуального выигрыша. Оптимальный размер усилий некооперированного агента удовлетворяет условию максимума его выигрыша (4):

$$\alpha_j \frac{\partial D}{\partial \sigma_j} = 1, \quad j \in NC, \quad (11)$$

что совпадает с уравнением (5).

Согласно условиям (1)–(2), система из (10) и (11) имеет единственное решение [Скаржинская, Цуриков, 2017], для которого используются обозначения:  $\sigma_j = \sigma_j^{NC}$  — усилия некооперированных агентов,  $j \in NC$  и  $\sigma_i = \sigma_i^C$  — усилия членов коалиции,  $i \in C$ . Этим решением определяется равновесие Нэша уже в коалиционной игре, участниками которой являются коалиция  $C$  в роли консолидированного игрока и некооперированные агенты,  $j \in NC$ . Далее это равновесие названо ситуацией статус-кво<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> В [Скаржинская, Цуриков, 2020] показано, что при любом уровне доверия (или недоверия), сложившемся между членами коалиции и некооперированными агентами, в результате многократ-

Необходимо обратить внимание на то, что любой член коллектива  $i$  осуществит в роли некооперированного агента усилия в объеме  $\sigma_i^{NC}$ , величина которых отвечает уравнению (11), а в роли члена коалиции — в объеме  $\sigma_i^C$ , отвечающем уравнению (10). Так как  $\alpha_C > \alpha_i$  (считаем, что агент  $i$  не единственный член коалиции  $C$ ), то  $\sigma_i^C > \sigma_i^{NC}$ . Иными словами, любой агент, вступив в коалицию, увеличивает равновесное значение прилагаемых им усилий. Обозначим величину совокупного дохода в ситуации статус-кво через  $D^E$ . Тогда выражения для выигрышей коалиции  $U_C^E$  и некооперированных агентов  $U_j^E$  принимают вид:

$$U_C^E = \alpha_C D^E - \sum_{i \in C} \sigma_i^C, \quad U_j^E = \alpha_j D^E - \sigma_j^{NC}, \quad j \in NC. \quad (12)$$

Из теоремы 1, доказанной в Приложении, следует, что в коалиционной игре равновесное значение коалиционного выигрыша превосходит сумму максимальных индивидуальных выигрышей всех членов коалиции в бескоалиционной игре. Соответственно, коалиция всегда может распределить коалиционный выигрыш  $U_C^E$  между своими членами так, чтобы выигрыш каждого члена коалиции превышал его же выигрыш в равновесии Нэша, достигаемом в бескоалиционной игре. В результате, как следует из доказанных в Приложении теорем 1 и 2, реализация коалиционной стратегии приводит к увеличению выигрыша каждого члена коллектива<sup>12</sup>.

В Приложении представлено доказательство утверждения о том, что расширение коалиции за счет присоединения к ней новых членов из числа некооперированных агентов также приводит (при соответствующем повторении игры уровни усилий всех агентов становятся сколь угодно близкими к значениям, отвечающим системе (10)–(11).

<sup>12</sup> Численные характеристики различных ситуаций, полученные в качестве примеров для конкретных функций дохода, приведены в [Скаржинская, Цуриков, 2019а; 2019б].



ющем распределении выигрыша между членами «расширенной» коалиции) к увеличению выигрышей всех членов коллектива. Ответ на вопрос о том, что же мешает членам коалицию принять в нее всех членов коллектива и достичь оптимума, достаточно очевиден: «старые» члены коалиции имеют опыт сотрудничества, основанного на взаимном доверии, но могут опасаться, что новые члены коалиции окажутся недобросовестными партнерами. Расширение коалиции, как видно, ограничено распространением отношений доверия между членами коллектива. Поэтому коалиция расширяется до тех пор, пока среди некооперированных агентов находятся индивиды, пользующиеся доверием среди всех членов коалиции.

Рассмотрим ситуацию, когда расширение коалиции достигло «потолка», потому что агенты, оставшиеся некооперированными, не пользуются достаточным доверием со стороны членов коалиции. Тогда, как будет показано далее, коалиция может увеличить свой выигрыш, принимая некооперированных агентов не в роли партнеров, а в качестве наемных работников, связанных условиями стимулирующего контракта.

Добровольное согласие некооперированных агентов на переход к стимулирующему контракту достигается, если коалиция на стадии его заключения использует стратегию, при осуществлении которой каждому агенту выгоднее заключить контракт, чем отказаться от него.

### **3. СТРУКТУРА СТИМУЛИРУЮЩЕГО КОНТРАКТА И УСЛОВИЯ ЕГО ЗАКЛЮЧЕНИЯ**

Предположим, что коалиция, обладающая организационным опытом и объединяющая интеллектуальные и материальные ресурсы своих членов, выступает инициатором организационных изменений с целью увеличения своего выигрыша. Для осуществления изменений коалиция предлагает некооперированным игрокам контракт, условия

которого создают стимулы к повышению усилий и некооперированных агентов и членов коалиции. В результате увеличения усилий со стороны как членов коалиции, так и агентов, заключивших с ней контракт, возрастает общий выигрыш. Чем больше некооперированных агентов заключат контракт с коалицией, тем сильнее проявится положительный эффект стимулирующего контракта. Поэтому стимулирующее воздействие контракта будет наиболее сильным, если контракт с коалицией заключат все некооперированные агенты.

Покажем, что эти цели будут достигнуты, если условиями контракта предусмотрено, что в течение срока его действия:

- а) агент отказывается от своей доли в доходе в пользу коалиции;
- б) агент получает вознаграждение, положительно зависящее от размера прилагаемых им усилий;
- в) агент дает коалиции право осуществлять мониторинг прилагаемых им усилий;
- г) контракт имеет силу только в том случае, если его заключают все некооперированные агенты.

Как видно, агент, заключивший такой контракт, превращается в наемного работника, по отношению к которому коалиция является принципалом. Вместе с тем члены коалиции тоже прилагают усилия для создания общего дохода, и, так как доля коалиции в общем доходе увеличивается при заключении контракта с каждым агентом, контракт создает стимулы для повышения усилий не только некооперированных агентов, но и членов коалиции.

Ограниченный срок действия контракта означает, что по его окончании некооперированные агенты вновь становятся автономными и получают права на часть общего дохода в соответствии с их относительными долями. Необходимо отметить, что желание некооперированных агентов заключить контракт зависит от риска, что коалиция как принципал не выполнит своих обещаний. Если организационные изменения имеют необратимый характер, то риски агентов возрастают и, как следствие, агенты могут

Таблица 1

## Платежная матрица игры

Выбор некооперированного агента $k$	Равновесные значения выигрыша некооперированного агента $k$	
	Все некооперированные агенты заключили контракт*	Хотя бы один из некооперированных агентов не заключил контракт**
Заключать контракт	$U_k^*$	$U_k^E$
Не заключать контракт	$U_k^E$	$U_k^E$

Примечания:  $U_k^*$  и  $U_k^E$  — значения выигрыша агента  $k$  в случае заключения контракта и в ситуации статус-кво соответственно; \* —  $j \in NC$ ,  $j \neq k$ ; \*\* —  $j \neq k$ .

опасаться заключать контракт с коалицией. Обратимость организационных изменений снижает для агентов риски контрактации, и агенты, при прочих равных условиях, будут охотнее соглашаться на заключение контракта.

Для того чтобы некооперированный агент  $k$  добровольно заключил стимулирующий контракт, необходимо выполнение условия участия: выигрыш агента в результате исполнения контракта должен быть не ниже того, который данный агент получает в ситуации статус-кво. Отсюда следует, что условия участия всех некооперированных агентов имеют вид системы неравенств:

$$U_k^* \geq U_k^E, \quad k \in NC, \quad (13)$$

где  $U_k^*$  — равновесное значение выигрыша агента  $k$  в случае заключения контракта.

Каждый некооперированный агент принимает решение о заключении контракта, не имея точной информации о том, заключат ли контракт все остальные агенты. Решения, принимаемые независимо всеми некооперированными агентами, могут, согласно условию контракта, привести к одному из двух результатов — он либо заключается всеми агентами, либо считается недействительным. Модель принятия решений на этой стадии заключения контракта можно представить как игру, состоящую из двух этапов.

На первом этапе коалиция предлагает каждому некооперированному агенту контракт, в котором задана функция вознаграждения и выполняется условие участия. Агент либо заключает, либо не заключает контракт. На втором этапе игры всем участникам становится известно, кто из агентов на первом этапе заключил контракт. Если контракт с коалицией заключили все некооперированные агенты, то он вступает в силу. В противном случае все заключенные на первом этапе контракты считаются недействительными.

Как видно, второй этап является следствием игры, происходящей на первом этапе. Платежная матрица этой игры для произвольного некооперированного агента  $k$  приведена в табл. 1.

Как видно из табл. 1, если условие участия (13) для агента  $k$  выполняется в виде равенства  $U_k^* = U_k^E$ , то при любых решениях, принятых другими агентами, контракт ему безразличен. Если условие участия выполняется как строгое неравенство  $U_k^* > U_k^E$ , то агенту  $k$  принять условия контракта выгоднее, чем отказаться от него, только в том случае, в котором контракт окажется действительным, т.е. когда все остальные некооперированные агенты  $j \neq k$  также примут условия контракта. Но если хотя бы один из них откажется от контракта, то агенту  $k$  опять же безразлично, заключать или не заключать контракт. Поэтому для того, чтобы любому некоопериро-

Таблица 2

Платежная матрица игры с условием выплаты бонуса

Выбор некооперированного агента $k$	Значения выигрыша некооперированного агента $k$	
	Все некооперированные агенты заключили контракт*	Хотя бы один из некооперированных агентов не заключил контракт**
Заключать контракт	$U_k^* > U_k^E$	$U_k^E + b$
Не заключать контракт	$U_k^E$	$U_k^E$

Примечания:  $U_k^*$  и  $U_k^E$  — значения выигрыша агента  $k$  в случае заключения контракта и в ситуации статус-кво соответственно; \* —  $j \in NC, j \neq k$ ; \*\* —  $j = k$ .

ванному агенту  $k$  заключение контракта всегда было выгоднее отказа от него, достаточно предусмотреть поощрение агента, согласившегося на контракт, неким бонусом  $b > 0$ .

При этих условиях платежная матрица игры примет вид, представленный в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что при любом значении  $b > 0$  игра имеет равновесие в доминирующих стратегиях. Отсюда следует, что на первом этапе игры контракт заключают все некооперированные агенты, оптимизирующие свои выигрыши.

При  $b = 0$  стратегия «заключать контракт» для любого агента выгоднее стратегии «не заключать контракт» только при условии, что все другие некооперированные агенты заключат контракт. Следовательно, мотивация некооперированных агентов зависит от их взаимных ожиданий. Если, например, агент предполагает, что кто-либо из агентов откажется от контракта, то ему безразлично заключение контракта или отказ от него. Стратегия «заключать контракт» будет в этом случае слабо доминирующей, что приводит к множественности равновесных исходов. Отсюда следует, что для привлечения к участию в контракте всех некооперированных агентов целесообразно уточнить его условия: во-первых, заменить нестрогое неравенство (13) на строгое; во-вторых, ввести следующее дополнительное условие (д): если в соответствии с пунктом (г) контракт не вступает в силу, то каждый

согласившийся на его заключение агент получает дополнительную фиксированную выплату (бонус) в размере  $b > 0$ .

Для того чтобы агенту, согласившемуся на заключение контракта, было выгодно аналогичное согласие со стороны всех остальных некооперированных агентов, величина бонуса должна иметь ограничение сверху:  $0 < b < \min(U_k^* - U_k^E), k \in NC$ .

В этом случае первый этап игры имеет единственный равновесный исход, в котором все агенты из множества  $NC$  заключают контракт с коалицией, и, следовательно, на втором этапе контракт вступает в силу.

Целесообразно рассмотреть стадию исполнения контракта. На этой стадии равновесные исходы соответствуют выбору всеми участниками игры своих оптимальных стратегий: некооперированные агенты основываются на своих усилиях, максимизируя индивидуальные выигрыши при заданной функции вознаграждения, а коалиция максимизирует свой выигрыш с учетом оптимальных стратегий этих агентов.

Оптимальные стратегии агентов зависят от указанных в контракте функций вознаграждения, которые обозначены как  $w_k(\sigma_k), k \in NC$ . Условия, которым должны соответствовать эти функции, будут уточняться в ходе построения модели контракта. Пока следует ограничиться условием, что эти функции дважды дифференцируемы при  $\sigma_k > 0$  и обеспечивают выполнение неравенств:  $U_k^* > U_k^E$ .

Выигрыш агента  $k$  по условиям контракта определяется так:

$$U_k = w_k(\sigma_k) - \sigma_k, \quad k \in NC. \quad (14)$$

Рациональный агент выбирает уровень своих усилий из условия максимума своего выигрыша:

$$w'_k = 1, \quad k \in NC. \quad (15)$$

Коалиция строит функцию вознаграждения таким образом, чтобы условие (15) выполнялось в выбираемой ею точке  $\sigma_k^* > 0$ . Тогда некооперированный агент  $k$ , максимизируя собственный индивидуальный выигрыш (14), осуществляет усилия в выбранном коалицией объеме  $\sigma_k^*$ :

$$w'_k(\sigma_k^*) = 1, \quad k \in NC. \quad (16)$$

Максимальный выигрыш агента будет удовлетворять строгому неравенству (13), если справедливы уравнения:

$$U_k^* = w_k(\sigma_k^*) - \sigma_k^* = U_k^E + e, \quad k \in NC, \quad (17)$$

где  $e > 0$  представляет собой фиксированную доплату, обеспечивающую выполнение неравенств (13).

Значение параметра  $e$  ограничено снизу той пороговой величиной, которая воспринимается агентами как значимая для них величина. При этом размер доплаты  $e$  ограничивает сверху значение параметра  $b$ :  $0 < b < e$ . Из (17) получим выражение для величины вознаграждения в точке  $\sigma_k^*$ :

$$w_k(\sigma_k^*) = U_k^E + \sigma_k^* + e, \quad k \in NC. \quad (18)$$

Обратим внимание на то, что, согласно (17), максимальная величина выигрыша некооперированного агента не зависит от выбираемого коалицией значения  $\sigma_k^*$ . Однако величина вознаграждения (18), а значит, и коалиционный выигрыш определяются объемами прилагаемых некооперированными агентами усилий.

Выигрыш коалиции — это разность между величиной совокупного дохода и за-

трат, складывающихся из усилий членов коалиции, вознаграждений агентам  $k \in NC$  и транзакционных издержек  $C_{tr}$ , необходимых для осуществления контроля над усилиями этих агентов:

$$U_C = D - \sum_{i \in C} \sigma_i - \sum_{k \in NC} w_k(\sigma_k) - C_{tr}. \quad (19)$$

Если исходить из того, что при любом выбранном коалицией значении  $\sigma_k = \sigma_k^* > 0$  каждый некооперированный агент  $k \in NC$  максимизирует свой индивидуальный выигрыш (14), осуществляя усилия именно в этом объеме и получая вознаграждение (18), то и величина совокупного дохода, и размер вознаграждений, и величина коалиционного выигрыша (19) определяются усилиями, объем которых  $\sigma_i^*$  с  $i = 1, \dots, n$  выбирает только коалиция.

Иными словами, в целях максимизации коалиционного выигрыша коалиция выбирает значения усилий как своих членов, так и некооперированных агентов. Следовательно, коалиционный выигрыш можно представить как функцию переменных  $\sigma_i^*$ ,  $i = 1, \dots, n$ :

$$\begin{aligned} J_C = D(\sigma_1^*, \dots, \sigma_n^*) - \sum_{i \in C} \sigma_i^* - \\ - \sum_{k \in NC} (U_k^E + \sigma_k^* + e) - C_{tr}. \end{aligned} \quad (20)$$

Коалиция определяет значения оптимальных для нее объемов усилий, которые предстоит приложить всем членам коллектива, из условий максимума первого порядка:

$$\frac{\partial D}{\partial \sigma_i^*} = 1, \quad i \in C, \quad (21)$$

$$\frac{\partial D}{\partial \sigma_k^*} = 1, \quad k \in NC. \quad (22)$$

Как видно, система (21)–(22) тождественна системе (7), отвечающей общественно оптимальному уровню усилий  $\sigma_i^* = \sigma_i^{opt}$ ,  $i = 1, \dots, n$ .

Теперь можно сформулировать все условия, которым должны удовлетворять функции  $w_k(\sigma_k)$ ,  $k \in NC$ . Каждая функция воз-

награждения должна соответствовать неравенству (13), иметь равной 1 первую производную в точке оптимума, и для единственности решения уравнения (15) она должна быть строго выпуклой вверх.

Значит, достаточно выполнения условий:

$$w_k(\sigma_k^{opt}) > U_k^E + \sigma_k^{opt}, w'_k(\sigma_k^{opt}) = 1, \\ w''_k(\sigma_k) < 0, \sigma_k > 0, k \in NC. \quad (23)$$

Все условия (23) будут соблюдены, если определить функции вознаграждения следующим образом:

$$w_k(\sigma_k) = U_k^E + \sigma_k + f(\sigma_k) + e, k \in NC, \quad (24)$$

где  $f(\sigma_k)$  — любые функции, удовлетворяющие условиям:  $f(\sigma_k^{opt}) = 0, f'(\sigma_k^{opt}) = 0, f''(\sigma_k) < 0.$

Необходимо отметить, что равновесные значения усилий не зависят от спецификации функций вознаграждения, если только они удовлетворяют условиям (23). В частности, роль функций вознаграждения могут играть функции вида:

$$w_k(\sigma_k) = U_k^E + \sigma_k - (\sigma_k - \sigma_k^{opt})^2 + e, \\ k \in NC.$$

Далее следует найти условия, при которых реализация стимулирующего контракта приводит к Парето-улучшению по сравнению с ситуацией статус-кво. Необходимым условием Парето-улучшения является увеличение коллективного выигрыша по сравнению с ситуацией статус-кво. В равновесии величина коллективного выигрыша принимает значение:

$$U^* = D^{opt} - \sum_{i=1}^n \sigma_i^{opt} - C_{tr} = U^{opt} - C_{tr}, \quad (25)$$

поэтому для Парето-улучшения, по сравнению с ситуацией статус-кво, необходимо выполнение неравенства:

$$U^{opt} - C_{tr} > U^E, \quad (26)$$

где  $U^E$  — совокупный выигрыш всех членов коллектива в статус-кво.

Выполнение неравенства (26) еще не обеспечивает Парето-улучшения, так как равновесное значение коалиционного выигрыша  $U_C^*$  зависит от распределения коллективного выигрыша между коалицией и некооперированными агентами. Используя уравнение (20), получим неравенство:

$$U_C^* = U^{opt} - \sum_{k \in NC} U_k^E - e(n - m) - C_{tr} \geq U_C^E, \quad (27)$$

из которого следует ограничение сверху на размер доплаты некооперированным агентам:

$$e \leq \frac{1}{n - m} (U^{opt} - U^E - C_{tr}), \quad (28)$$

где  $m$  — численность коалиции.

Нестрогое неравенство (28) в виде равенства означает, что в результате выполнения контракта коалиционный выигрыш не изменился, а выигрыш каждого некооперированного агента увеличился на величину доплаты  $e$ . Таким образом, при любом положительном значении доплаты  $e$ , удовлетворяющем неравенству (28), переход к стимулирующему контракту приводит к Парето-улучшению по сравнению с ситуацией статус-кво.

Важно подчеркнуть, что неравенства (27) и (28) выполняются для положительных значений доплаты  $e$  только в случае, если величина транзакционных издержек, необходимых на стадии заключения контракта и для контроля усилий некооперированных агентов на стадии его исполнения, ограничена сверху, согласно условию (26):  $C_{tr} < U^{opt} - U^E$ . Если это неравенство не выполняется, то организационные изменения, состоящие в переходе к стимулирующему контракту, не приводят к Парето-улучшению по сравнению с ситуацией статус-кво.

#### 4. ВЫВОДЫ

В статье рассмотрены три организационных состояния самоуправляемого коллектива.

В первом из них каждый член коллектива стремится максимизировать собственный индивидуальный выигрыш и определяет размер своих усилий в соответствии с этой целью. В результате каждый агент прилагает усилия в размере, ниже общественно оптимального, и коллектив попадает в ловушку неэффективного равновесия Нэша.

Второе состояние (ситуация статус-кво) возникает в процессе самоорганизации, когда небольшая часть агентов, связанных отношениями межличностного доверия, объединяется в коалицию для максимизации ее общего выигрыша. Кооперативная стратегия членов коалиции приводит к увеличению их усилий, в результате чего индивидуальные выигрыши всех членов коллектива увеличиваются по сравнению с их равновесными значениями в бескоалиционной игре.

Присоединение к коалиции новых членов из числа некооперированных агентов приводит, как доказано в теоремах 1 и 2 Приложения, к возрастанию индивидуальных выигрышей всех членов коллектива. Однако расширение коалиции ограничено экзогенно заданными отношениями доверия, отсутствие которого создает угрозы и для стабильности коалиции, и для успешного осуществления ею коалиционной стратегии. Поэтому в статье рассматривается процесс достижения Парето-улучшения без расширения коалиции.

В ситуации статус-кво коалиция с целью дальнейшего увеличения своего выигрыша выступает инициатором организационных изменений, приводящих коллектив к третьему состоянию. В этом состоянии коалиция получает право собственности на остаточный доход и права контроля над усилиями некооперированных агентов, которые с вступлением контракта в силу превращаются в ее наемных работников. Переход от ситуации статус-кво к новому состоянию — процесс преобразования коллектива с рассредоточенным управлением (образно говоря, общины) в экономическую организацию со специфицированными функциями управления, т. е. в фирму.

Институциональную основу третьего состояния коллектива составляет стимулирующий контракт, который коалиция заключает с каждым некооперированным агентом. Необходимое условие реализации — наблюдаемость усилий всех членов коллектива. Согласно предложенной в статье математической модели стимулирующего контракта, его исполнение приводит к тому, что равновесные значения усилий всех членов коллектива, а не только некооперированных агентов достигают своих общественно оптимальных размеров.

Важное отличие авторской модели от моделей контрактов, описанных в экономической литературе, заключается в том, что в ситуации статус-кво все некооперированные агенты, как и члены коалиции, обладают правами на свои доли дохода. Соответственно, коалиция не является принципалом. Процесс перехода к третьему состоянию, в котором коалиция становится принципалом по отношению к некооперированным агентам, осуществляется на стадии заключения контракта. На этой стадии коалиция как лидер организационных изменений должна предложить такие условия, при которых каждому некооперированному агенту вне зависимости от решений остальных агентов выгоднее заключить контракт, чем отказаться от него. Необходимо подчеркнуть, что достижение этих условий возможно только в том случае, если трансакционные издержки достаточно малы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье предложена не только авторская модель стимулирующего контракта, но и модель процесса его заключения, предусматривающая те условия, под влиянием которых каждый рациональный некооперированный агент добровольно заключает контракт с коалицией. В рассмотренном случае условия участия агентов обеспечиваются одинаковой для всех величиной оплаты  $e$ . Возможен также вариант, пред-

усматривающий для разных агентов различные размеры доплат, устанавливаемые с учетом их субъективной значимости. Следует отметить, что величина доплаты, согласно (28), ограничена сверху и отрицательно зависит от размера трансакционных издержек. Поэтому вполне возможен случай, при котором высокие трансакционные издержки не позволяют назначить доплату в размере, превышающем порог их значимости для каждого из агентов.

На стадии исполнения стимулирующего контракта равновесие достигается в том же самом исходе, который реализуется в результате объединения в единой коалиции всех членов коллектива. Несмотря на тождество исходов, стимулы и мотивация агентов, в результате которых они достигаются, различаются кардинально. В рамках стимулирующего контракта каждый некооперированный агент стремится к максимуму своего индивидуального выигрыша, зависящего от его усилий и вознаграждения, заданного условиями контракта, а члены коалиции, нацеленные на остаточный доход, настроены на получение максимума коалиционного выигрыша. Если же коалиция объединяет всех членов коллектива, то успешная реализация ее коалиционной стратегии возможна, когда каждый его член стремится максимизировать совокупный выигрыш всего коллектива.

Кроме того, при исполнении контракта риск случайных отклонений общего дохода от его равновесного значения распределяется не между всеми членами коллектива, а только между членами коалиции как партнерами. Различными являются и механизмы координации усилий членов коалиции и агентов, заключивших с ней стимулирующий контракт. Координация усилий внутри коалиции основана на сотрудничестве, взаимном доверии и партнерских отношениях. Координация усилий агентов, заключивших контракт с коалицией, осуществляется с помощью механизма контроля со стороны коалиции.

Важно подчеркнуть, что организационные изменения «от общины к фирме» мож-

но осуществить из первого состояния, в котором все агенты автономны. Инициатором организационных изменений в этом случае будет не коалиция, а отдельный индивид. Модель стимулирующего контракта, в котором инициатором организационных изменений и принципалом на стадии исполнения контракта является отдельный индивид, представляет собой частный случай предложенной модели, в которой численность коалиции равна единице.

Равновесный исход не зависит от численности коалиции, но тем не менее коалицию и отдельного индивида нельзя признать равноценными в роли лидера изменений. Во-первых, величина трансакционных издержек, положительно зависящая от численности агентов, с которыми заключен контракт, будет максимальной, когда в роли принципала выступает отдельный индивид. Во-вторых, лидер-одиночка будет один нести бремя трансакционных издержек и рисков. Следует полагать, что индивид может занять место коалиции в описанной модели, если обладает такими качествами, как нейтральность к риску и готовность к значительным трансакционным издержкам. В целом, на наш взгляд, кооперация агентов создает более сильные предпосылки для перехода к третьему состоянию.

Заслуживают внимания проблемы, связанные с заключением стимулирующего контракта, которые остались за рамками данной статьи. Одна из них — использование стимулирующего контракта в случае, когда в коллективе образовалось несколько коалиций. Другая проблема возникает, если некооперированные агенты действуют согласованно на стадии заключения контракта, добиваясь более выгодных условий. Отметим, что отдельные некооперированные агенты, сравнивая свой выигрыш с выигрышами других агентов или членов коалиции, могут требовать повышения своей доплаты. Подобные случаи, обусловленные психологическими особенностями агентов, предполагают изменение соответствующих функций полезности и могут стать объектом дальнейших исследований.

## ЛИТЕРАТУРА НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

- Губко М. В., Новиков Д. А. 2002. *Теория игр в управлении организационными системами*. М.: Синтег.
- Камерон Э., Грин М. 2006. *Управление изменениями*. Пер. с англ. М.: Хорошая книга.
- Коттер Дж. 2008. *Наш айсберг тает, или Как добиться результата в условиях изменений*. Пер. с англ. М.: Эксмо.
- Сенге П. 2017. *Танец перемен*. Пер. с англ. М.: Олимп-бизнес.
- Скаржинская Е. М., Цуриков В. И. 2017. Экономико-математический анализ эффективности принципа «От каждого — по способностям, каждому — по труду». *Журнал экономической теории* (2): 110–122.
- Скаржинская Е. М., Цуриков В. И. 2019а. Моделирование коллективных действий: значимость кооперативных соглашений. *Российский журнал менеджмента* (3): 337–366.
- Скаржинская Е. М., Цуриков В. И. 2019б. Теоретические проблемы коллективных действий. Трансформация правил. *Экономическая наука современной России* (3): 29–51.
- Скаржинская Е. М., Цуриков В. И. 2020. О возможности последовательного приближения к равновесию в коалиционной игре при повторении коллективных действий. *Экономика и математические методы* (4): 103–115.
- Скаржинская Е. М., Цуриков В. И. 2021. Эндеогенное формирование в команде лидерства по Штакельбергу. Эффект образования коалиции. *Журнал новой экономической ассоциации* 1 (49): 53–79.
- Тироль Ж. 2000. *Рынки и рыночная власть: теория организации промышленности*. Пер. с англ. СПб.: Экономическая школа.
- Фуруботн Э. Г., Рихтер Р. 2005. *Институты и экономическая теория: Достижения новой институциональной экономической теории*. Пер. с англ. СПб.: Издательский Дом СПбГУ.

## REFERENCES IN LATIN ALPHABET

- Axelrod R., Hamilton W. 1981. The Evolution of Cooperation. *Science* (4489): 1390–1396.
- Commons J. R. 1931. Institutional Economics. *American Economic Review* (21): 648–657.
- Diederich J., Goeschl T., Waichman I. 2016. Group size and the (in) efficiency of pure public good provision. *European Economic Review* (85): 272–287.
- Esteban J., Ray D. 2001. Collective Action and the Group Size Paradox. *The American Political Science Review* (3): 663–672.
- Grossman S., Hart O. 1986. The Cost and Benefits of Ownership: A Theory of Vertical and Lateral Integration. *Journal of Political Economy* (4): 691–719.
- Hardin G. 1968. The Tragedy of the Commons. *Science* (3859): 1243–1248.
- Hart O. D., Moore J. 1988. Incomplete Contracts and Renegotiation. *Econometrica* (4): 755–785.
- Hermalin B. 1998. Toward an Economic Theory of Leadership: Leading by Example. *The American Economic Review* (5): 1188–1206.
- Holmstrom B. 1982. Moral Hazard in Teams. *The Bell Journal of Economics* (2): 324–340.
- Huck S., Rey-Biel P. 2006. Endogenous leadership in teams. *Journal of Institutional and Theoretical Economics* (2): 253–261.
- Kim J. 2012. Endogenous leadership in incentive contracts. *Journal of Economic Behavior and Organization* (1): 256–266.
- Milgrom P., Roberts J. 1992. *Economics, Organization and Management*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall.
- Nosenzo D., Quercia S., Sefton M. 2015. Cooperation in small groups: the effect of group size. *Experimental Economics* (1): 4–14.
- Olson M. 1965. *The Logic of Collective Action. Public Goods and the Theory of Groups*.



- Harvard University Press: Cambridge, MA.
- Potters J., Sefton M., Vesterlund L. 2007. Leading-by-example and signaling in voluntary contribution games: an experimental study. *Economic Theory* (1): 169–182.
- Salanie B. 1997. *The Economics of Contracts*. Cambridge: MIT Press.
- Sefton M., Shupp R., Walker J. M. 2007. The effects of rewards and sanctions in provision of public goods. *Economic Inquiry* (4): 671–690.
- Tabarrok A. 1998. The private provision of public goods via dominant assurance contracts. *Public Choice* (3–4): 345–362.
- Walker J. M., Halloran W. A. 2004. Rewards and sanctions and the provision of public goods in one-shot settings. *Experimental Economics* (7): 235–247.
- Weimann J., Brosig-Koch J., Heinrich T., Hennig-Schmidt H., Keser C. 2019. Public good provision by large groups — the logic of collective action revisited. *European Economic Review* (118): 348–363.

### Translation of references in Russian into English

- Cameron E., Green M. 2006. *Change Management*. Russian translation. Moscow: Dobrya kniga Publ. (In Russian)
- Goubko M., Novikov D. 2002. *Game Theory for Control Mechanisms in Organizations*. Moscow: Syntag Publ. (In Russian)
- Kotter J. 2008. *Our Iceberg is Melting, or How to Achieve Results in the Context of Change*. Russian translation. Moscow: Eksmo Publ. (In Russian)
- Senge P. 2017. *Dance of Change*. Russian translation. Moscow: Olymp-business Publ. (In Russian)
- Skarzhinskaya E. M., Tsurikov V. I. 2017. Economic and mathematical modeling of compatibility conditions of the principles of equity and efficiency. *Zhurnal Ekonomicheskoy Teorii* (2): 110–122. (In Russian)
- Skarzhinskaya E. M., Tsurikov V. I. 2019a. On the Significance of Cooperative Agreements for the Efficiency of Collective Action. *Rossiiskii Zhurnal Menedzhmenta* 17 (3): 337–366. (In Russian)
- Skarzhinskaya E. M., Tsurikov V. I. 2019b. Theoretical problems of collective action: Rules transformation. *Ekonomicheskaya Nauka Sovremennoy Rossii* (3): 29–51. (In Russian)
- Skarzhinskaya E. M., Tsurikov V. I. 2020. On the Possibility of Successive Approximation towards an Equilibrium in a Coalition Game with Reiterating Collective Action. *Economics and Mathematical Methods* 56 (4): 103–115. (In Russian)
- Skarzhinskaya E. M., Tsurikov V. I. 2021. Endogenous Stackelberg leadership within a team. The coalition effect. *Journal of the New Economic Association* 1 (49): 53–79. (In Russian)
- Tirole J. 2000. *The Theory of Industrial Organization*. Russian translation. St. Petersburg: School of Economics Publ. (In Russian)
- Furubotn E. G., Richter R. 2005. *Institutions and Economic Theory: The Contribution of the New Institutional Economics*. Russian translation. St. Petersburg: St. Petersburg University Press. (In Russian)

Статья поступила в редакцию  
11 августа 2021 г.  
Принята к публикации  
18 февраля 2022 г.

---

***Organizational change: from community to firm******Ye. M. Skarzhinskaya***

Institute of Management, Economics and Finance, Kostroma State University, Russia

***V. I. Tsurikov***

Faculty of Architecture and Civil Engineering, Kostroma State Agricultural Academy, Russia

In the framework of mathematical modelling, we examine a self-governed collective whose members create aggregate income through individual effort, which income is then distributed between members per pre-negotiated relative shares. Each agent's seeking maximum individual gain leads the collective into a non-efficient Nash equilibrium. To achieve equilibrium in a Pareto-preferable outcome, coordination of efforts is required. In our article, certain members of the collective united by a coalition based on mutual trust coordinate their efforts. We show that under a coalitional strategy aimed at maximizing coalitional gain, individual gains are increased across the collective. However, for each non-cooperated agent the set share in the income still acts as a limiting factor in their choice of invested effort. To increase its efforts further, the coalition offers each non-cooperated agent a contract whereby the agent foregoes their share in the income for the benefit of the coalition, in exchange for a reward per their invested effort. As the contract takes effect, the organization undergoes fundamental change consisting in the transformation of a collective of individuals with equal rights into a hierarchical economic organization. We offer a set of models describing such organizational change at the stage of forming the contract and at the subsequent stage of implementation. For the contract formation stage, we identify the conditions under which each agent gains more by entering into the contract than by rejecting it. At the contract implementation stage, we identify the conditions wherein equilibrium values of each agent's efforts assume their communally-optimal value.

*Keywords:* collective action, Nash equilibrium, Pareto-improvement, stimulus contract, coalition.

*For citation:* Skarzhinskaya E.M., Tsurikov V.I. 2021. Organizational change: From community to firm. *Russian Management Journal* 19 (3): 315–335. (In Russian)

*Initial Submission: August 11, 2021*  
*Final Version Accepted: February 18, 2022*

Приложение

**Теорема 1.** Если функция дохода удовлетворяет условиям (1)–(3), то присоединение к коалиции нового члена приводит к увеличению суммы равновесных значений выигрышей всех членов коалиции и присоединившегося к коалиции агента.

*Доказательство.* Для доказательства рассмотрим равновесные исходы двух некооперативных игр.

В первой игре в коллективе, состоящем из  $n$  агентов, образовалась коалиция  $C$ , в которую вошли агенты с номерами  $i = 1, \dots, m$ , где  $1 < m < n$ . Остальные агенты с номерами  $i = m + 1, \dots, n$  остались некооперированными. Члены коалиции выбирают объемы своих усилий, следуя кооперативной стратегии с целью максимизация выигрыша коалиции  $C$ , равно сумме выигрышей ее членов и определяемого функцией:

$$U_C = \sum_{i=1}^m U_i = (\alpha_1 + \dots + \alpha_m)D - \sum_{i=1}^m \sigma_i. \tag{П.1}$$

Некооперированные агенты выбирают размеры своих усилий, максимизируя собственные индивидуальные выигрыши:

$$U_i = \alpha_i D - \sigma_i, \quad i = m + 1, \dots, n. \tag{П.2}$$

В равновесии Нэша значения усилий определяются из системы уравнений:

$$(\alpha_1 + \dots + \alpha_m) \frac{\partial D}{\partial \sigma_i} = 1, \quad i = 1, \dots, m, \tag{П.3}$$

$$\alpha_i \frac{\partial D}{\partial \sigma_i} = 1, \quad i = m + 1, \dots, n. \tag{П.4}$$

Решение системы (П.3)–(П.4) мы обозначим как точку  $P(\sigma_1^P, \dots, \sigma_n^P)$ . Равновесные значения выигрыша коалиции  $C$  и выигрышей некооперированных агентов в точке  $P$  — как  $U_C^P, U_i^P, i = m + 1, \dots, n$  соответственно. Члены коалиции  $C$  получают выигрыши, сумма которых равна выигрышу коалиции:

$$U_C^P = \sum_{i=1}^m U_i^P, \tag{П.5}$$

где  $U_i^P$  — значение выигрыша агента  $i$ , входящего в коалицию  $C$ , в точке  $P$ .

Во второй игре агент с номером  $i = m + 1$  присоединяется к коалиции  $C$ . В результате образуется коалиция  $K$ , состоящая из агентов  $i = 1, \dots, m, m + 1$ . Члены коалиции  $K$  выбирают свои усилия, максимизируя коалиционный выигрыш:

$$U_K = (\alpha_1 + \dots + \alpha_m + \alpha_{m+1})D - \sum_{i=1}^{m+1} \sigma_i. \tag{П.6}$$

В этой игре равновесие Нэша определяется системой уравнений:

$$(\alpha_1 + \dots + \alpha_m + \alpha_{m+1}) \frac{\partial D}{\partial \sigma_i} = 1, \quad i = 1, \dots, m, m + 1, \tag{П.7}$$

$$\alpha_i \frac{\partial D}{\partial \sigma_i} = 1, \quad i = m + 2, \dots, n. \tag{П.8}$$

Обозначим решение системы (П.7)–(П.8) как точку  $R(\sigma_1^R, \dots, \sigma_n^R)$ . Значение функции  $U_K$  в точке  $R$  обозначим как  $U_K^R$ . Выигрыш коалиции  $K$  в точке  $R$  равен сумме выигрышей ее членов:

$$U_K^R = U_1^R + \dots + U_m^R + U_{m+1}^R, \quad (\text{П.9})$$

где  $U_i^R$  — равновесное значение выигрыша агента с номером  $i$  как члена коалиции  $K$ . Так как функция  $D$  удовлетворяет условиям теоремы<sup>13</sup>, доказанной в [Скаржинская, Цуриков, 2020], то справедливы неравенства:

$$\sigma_i^R \geq \sigma_i^P, i = 1, \dots, n. \quad (\text{П.10})$$

Покажем, что справедливо неравенство  $U_K^R > U_C^P + U_{m+1}^P$ . Рассмотрим промежуточную точку  $S(\sigma_1^P, \dots, \sigma_{m+1}^P, \sigma_{m+2}^R, \dots, \sigma_n^R)$ . Так как в точке  $P$  достигается максимум суммы  $\sum_{i=1}^{m+1} U_i$  по переменным  $\sigma_i$ ,  $i = 1, \dots, m$ , а в точке  $R$  достигается максимум той же суммы по переменным  $\sigma_i$ ,  $i = 1, \dots, m, m+1$ , то при любых фиксированных значениях  $\sigma_i, i = m+2, \dots, n$  справедливо неравенство  $U_K(\sigma_1^R, \dots, \sigma_{m+1}^R, \sigma_{m+2}, \dots, \sigma_n) > U_K(\sigma_1^P, \dots, \sigma_{m+1}^P, \sigma_{m+2}, \dots, \sigma_n)$ , из которого следует:

$$U_K^R = U_K(\sigma_1^R, \dots, \sigma_{m+1}^R, \sigma_{m+2}^R, \dots, \sigma_n^R) > U_K(\sigma_1^P, \dots, \sigma_{m+1}^P, \sigma_{m+2}^R, \dots, \sigma_n^R). \quad (\text{П.11})$$

Сравним значения суммы выигрышей коалиции  $C$  и агента  $m+1$ , принимаемые в точках  $P$  и  $S$ . Так как функция общего дохода  $D$  возрастает по всем переменным  $\sigma_i, i = 1, \dots, n$ , то совокупный доход увеличивается при переходе от точки  $P(\sigma_1^P, \dots, \sigma_n^P)$  к точке  $S(\sigma_1^P, \dots, \sigma_{m+1}^P, \sigma_{m+2}^R, \dots, \sigma_n^R)$ . Поскольку усилия агентов  $i = 1, \dots, m+1$  принимают в точках  $P$  и  $S$  одинаковые значения  $\sigma_i^P$ , то выигрыши этих агентов  $i = 1, \dots, m+1$  увеличиваются при переходе от точки  $P$  к точке  $S$ . Следовательно, справедливо неравенство:

$$U_C^P + U_{m+1}^P = \sum_{i=1}^{m+1} U_i^P < \sum_{i=1}^{m+1} U_i^S = U_K(\sigma_1^P, \dots, \sigma_{m+1}^P, \sigma_{m+2}^R, \dots, \sigma_n^R). \quad (\text{П.12})$$

Из неравенств (П.11) и (П.12) следует неравенство  $U_K^R > U_C^P + U_{m+1}^P$ , что и требовалось доказать.

Следствие 1. Теорема верна и для случая  $m = 1$ .

Следствие 2. Объединение двух коалиций приводит к увеличению суммы выигрышей всех членов этих коалиций.

<sup>13</sup> Применительно к данному случаю и используемым обозначениям теорему с учетом вытекающего из него следствия можно сформулировать следующим образом. Если функция  $D(\sigma_1, \dots, \sigma_n)$  удовлетворяет условиям (1)–(3) настоящей статьи, то система уравнений:

$$\frac{\partial D}{\partial \sigma_i} = q_i, \quad i = 1, \dots, n,$$

где параметры  $q_i > 0$ , имеет решение  $\sigma_1, \dots, \sigma_n$ , представляющее собой функции правых частей  $\sigma_i = \sigma_i(q_1, \dots, q_n)$ , каждая из которых является невозрастающей функцией каждого аргумента  $q_i$  [Скаржинская, Цуриков, 2020].

**Теорема 2.** Если функция дохода удовлетворяет условиям (1)–(3), то расширение коалиции в результате присоединения к ней нового члена приводит к увеличению выигрыша каждого агента, не присоединившегося к коалиции.

*Доказательство.* Докажем, что равновесное значение выигрыша агента является возрастающей функцией по величине усилий любого другого агента.

Зафиксируем значение усилий  $\sigma_1$  агента  $i = 1$  и рассмотрим систему уравнений:

$$\alpha_j \frac{\partial D}{\partial \sigma_j} = 1, j = 2, \dots, n. \tag{П.13}$$

Решением системы (П.13) являются функции переменной  $\sigma_1$ , которые мы обозначим как  $\sigma_j = R_j(\sigma_1), j = 2, \dots, n$ . Из условия (3)  $\frac{\partial^2 D}{\partial \sigma_i \partial \sigma_j} \geq 0, i \neq j$  следует, что производные  $\frac{\partial D}{\partial \sigma_j}$  с  $j \neq 1$  являются неубывающими функциями аргумента  $\sigma_1$ . Следовательно, функции  $R_j(\sigma_1)$ , как решение системы (П.13), также являются неубывающими функциями  $\sigma_1$ , т.е.  $\frac{dR_j}{d\sigma_1} \geq 0, j = 2, \dots, n$ .

Равновесное значение выигрыша  $U_k = \alpha_k D - R_k(\sigma_1)$  агента  $k \neq 1$  является функцией одной переменной  $\sigma_1$ . Найдем ее полную производную:

$$\frac{dU_k}{d\sigma_1} = \alpha_k \left( \frac{\partial D}{\partial \sigma_1} + \sum_{j=2}^n \frac{\partial D}{\partial \sigma_j} \frac{dR_j}{d\sigma_1} \right) - \frac{dR_k}{d\sigma_1}. \tag{П.14}$$

С учетом (П.13) преобразуем правую часть равенства (П.14):

$$\frac{dU_k}{d\sigma_1} = \alpha_k \left( \frac{\partial D}{\partial \sigma_1} + \sum_{j=2, j \neq k}^n \frac{1}{\alpha_j} \frac{dR_j}{d\sigma_1} \right). \tag{П.15}$$

Так как  $\frac{\partial D}{\partial \sigma_1} > 0$  и  $\frac{dR_j}{d\sigma_1} \geq 0$ , то  $\frac{dU_k}{d\sigma_1} > 0$ , т.е. функция  $U_k$  возрастает по переменной  $\sigma_1$ .

Согласно теореме 1, при расширении коалиции увеличиваются значения усилий  $\sigma_i, i = 1, \dots, m + 1$ . В силу возрастания функций  $U_k$  расширение коалиции приводит к увеличению равновесных значений выигрышей агентов  $i = m + 2, \dots, n$ , не присоединившихся к коалиции. Теорема доказана.

**Следствие.** Всегда существует такое распределение выигрышей между членами коалиции, при котором расширение коалиции приводит к увеличению равновесных значений выигрышей всех членов коллектива.