

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ КООПЕРАТИВНЫХ ИГР

*А. Л. Тубина, П. А. Бруссер, М. Ю. Соловьева*

### ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ТЕОРИИ КООПЕРАТИВНЫХ ИГР В ИССЛЕДОВАНИИ МОДЕЛЕЙ ЧАСТНО-ГОСУДАРСТВЕННОГО ПАРТНЕРСТВА

Создание различных форм частно-государственного партнерства (ЧГП) призвано разрешить проблему неэффективности проектов, имеющих общественную значимость. Понятие частно-государственного партнерства может быть определено как форма сотрудничества государственных структур и частных инвесторов, целью которого является использование в течение длительного срока и на возвратной основе ресурсов частного сектора (финансовых, технических, управленческих) для предоставления потребителям услуг, которые традиционно обеспечиваются государством<sup>1</sup>. Под государственными структурами, участвующими в ЧГП, будем понимать органы исполнительной власти субъектов Федерации, например, администрацию того или иного города или региона. Каждая из сторон такого «союза» берет на себя функции, которые присущи ей по роду деятельности. Так, ключевым в деятельности администрации является определение набора услуг (и впоследствии их предоставление) в соответствии со стратегическими

---

**Анна Леонидовна ТУБИНА** — канд. экон. наук, ассистент кафедры экономической кибернетики СПбГУ. В 2003 г. окончила экономический факультет СПбГУ, в 2005 защитила кандидатскую диссертацию. Сфера научных интересов – исследование динамики фондовых рынков, финансовое моделирование, моделирование бизнес-процессов. Имеет ряд научных публикаций.

**Павел Александрович БРУССЕР** — начальник Департамента экспертной оценки проектов Комитета по инвестициям и стратегическим проектам правительства СПб. Имеет два высших экономических образования (экономический факультет СПбГУ (2000) и Университет г. Осло, Норвегия (2002)). Более пяти лет работает в области корпоративных финансов, риск-менеджмента, инвестиций и девелопмента инфраструктурных проектов. Участвует в разработке законопроекта СПб. «О частно-государственном партнерстве». В сферу научных интересов входит исследование проблематики риск-менеджмента в сфере инвестиций и изучение аспектов частно-государственного партнерства. Имеет ряд научных публикаций.

**Маргарита Юрьевна СОЛОВЬЕВА** — студентка 5-го курса экономического факультета СПбГУ. Сфера научных интересов — математические методы анализа тарифной политики провайдеров мобильной связи, применение теории кооперативных игр к исследованию моделей частно-государственного партнерства. Имеет одну публикацию.

© А. Л. Тубина, П. А. Бруссер, М. Ю. Соловьева, 2007

приоритетами региона. Для частного сектора, в свою очередь, важно сформировать приемлемую ценовую политику на выбранные правительством проекты, а также эффективно их реализовать.

Простейшим примером может служить производство общественных благ. К нему могут быть отнесены такие области, как здравоохранение, образование, коммунальные услуги, услуги транспорта и энергоснабжения. Именно в этих отраслях, при нерациональном использовании кооперативных возможностей, проекты государства оказываются затратными. Исходя из специфики задач, возникающих в процессе организации ЧПП, достаточно перспективным представляется использование методов теории кооперативных игр. В этом случае в качестве объекта исследования выступает коалиция, или группа участников ЧПП, а проекты рассматриваются с точки зрения тех дополнительных преимуществ, которые приобретают участники (игроки) при объединении в коалицию. В центре внимания оказываются закономерности формирования таких коалиций.

Практика привлечения инвестиций в крупные инфраструктурные проекты на условиях создания ЧПП давно и эффективно внедряется во многих странах мира. В настоящий момент в Санкт-Петербурге реализуется ряд проектов по развитию инфраструктуры города и области, для которых успешно может быть использован механизм ЧПП. Наиболее значимыми и масштабными из них являются Западный скоростной диаметр (ЗСД), Морской пассажирский терминал (МПТ), Надземный экспресс и Орловский тоннель<sup>2</sup>. Суммарные капитальные затраты (*CAPEX* — *Capital Expenditure*) реализуемых в городе проектов составят около 165,19 млрд руб., из них использование инвестиционных средств оценивается в 55%. Для сравнения: городской бюджет Санкт-Петербурга на 2006 г. был утвержден на уровне 180 млрд руб. Очевидно, что без объединения собственных средств и средств частных инвесторов администрация города не смогла бы приступить к реализации проектов такого масштаба.

Достаточно сложно найти единую универсальную формулу, которая позволила бы определить, когда следует переходить от 100%-ного государственного участия в создании объекта инфраструктуры к форме ЧПП (иными словами, оценить выгодность ЧПП проекта).

Вместе с тем преимущества заключения различного рода концессионных соглашений между государством и бизнесом для реализации крупных инвестиционных проектов неоспоримы. Выделим наиболее значимые из них.

### *1. Положительный социально-экономический эффект*

Возникает возможность ускоренной реализации инвестиционного проекта, соответствующего нуждам и интересам населения того или иного региона. *Все проекты, реализуемые Санкт-Петербургом через механизм ЧПП, имеют для него стратегическое значение.*

### *2. Экономия бюджетных средств за счет привлечения финансирования со стороны частного сектора*

Механизм ЧПП позволяет государству существенно уменьшить объем своих капитальных вложений в объект инвестирования за счет средств частных инвесторов. *Во всех вышеназванных проектах Санкт-Петербурга реализуется эффект экономии бюджетных средств. В проекте Западного скоростного диаметра экономия бюджета составляет около 50%, в Морском пассажирском терминале 60% приходится на внебюджетные средства.*

### *3. Привлечение управленческого и интеллектуального капитала частного сектора*

Для реализации проекта инвесторы выбираются на основе открытого или закрытого конкурса<sup>3</sup>. Благодаря заинтересованности представителей частного бизнеса в возврате

вложенных ими средств сокращаются сроки строительства инвестиционного объекта. Контроль качества работ и целевого использования выделенных средств существенно ужесточается за счет дополнительного контроля со стороны инвестора, которому по завершении строительства предоставляется право на платную эксплуатацию объекта. Вместе с тем справедливо было бы отметить, что на практике эффективность работ по проекту во многом зависит от добросовестности конкретного инвестора. *Проекты ЧПП, реализуемые сегодня в Санкт-Петербурге, управляются частными партнерами*<sup>4</sup>.

#### *4. Возможность избежать бюджетных затрат на эксплуатацию*

Все затраты на содержание объекта на период его платной эксплуатации производятся за счет инвестора.

Схема финансирования проектов Северо-Западного региона России в рамках ЧПП кратко может быть сформулирована следующим образом. Участниками ЧПП, с одной стороны, являются: администрация субъекта РФ, предоставляющая его бюджетные средства для реализации проекта, и Инвестиционный фонд (ИФ) РФ, осуществляющий дополнительное финансирование проекта. С другой стороны, ЧПП представлен частным бизнесом. Необходимо отметить, что ИФ РФ может и не участвовать в финансировании инвестиционного проекта, в случае если проект не прошел соответствующие критерии отбора для предоставления государственной поддержки из ИФ РФ. В рамках настоящего исследования предлагается выделять ИФ РФ как отдельного участника в процессе реализации ЧПП-проектов. Иными словами, моделируется ситуация, когда в реализации ЧПП-проектов задействованы три потока денежных средств: бюджетные средства субъекта РФ (администрации региона или города), средства из Инвестиционного фонда РФ, а также средства частных инвесторов. Представители всех сторон-участников образуют Специальную проектную компанию (СПК). В рамках деятельности созданной СПК инвестор получает от органов местного самоуправления гарантии приобретения услуг в результате эксплуатации объекта. Далее СПК привлекает заемный капитал, нанимает по конкурсу генерального строительного подрядчика. По завершении строительства (если таковое предусмотрено проектом) СПК нанимает эксплуатирующую компанию для обслуживания объекта. В дальнейшем СПК несет ответственность за предоставление услуги обществу, оплачиваемую напрямую потребителем или государством, возвращает взятые кредиты. Общая схема взаимодействия участников ЧПП-проекта представлена на рисунке.

Таким образом, целью создания Инвестиционного фонда РФ явилось предоставление государственной поддержки в реализации инвестиционных проектов, имеющих общегосударственное значение и осуществляемых на условиях частно-государственного партнерства<sup>5</sup>.

#### *5. Передача некоторой доли рисков частному инвестору*

Идея ЧПП позволяет распределять риски между участниками соглашения.

Итак, рассмотрим задачу создания частно-государственного партнерства как объединение следующих групп «игроков»: администрации города или региона, частных инвесторов и Инвестиционного фонда. Повторимся, что ИФ РФ не обязательно является участником ЧПП, но в данном случае предположим, что осуществляемый в рамках ЧПП инвестиционный проект получает финансирование не только от субъекта РФ, но и от Инвестиционного фонда РФ. Каждый из выделенных агентов (администрация субъекта РФ, ИФ РФ и частный инвестор) в отдельности не может осуществить финансирование проекта. Однако участники ЧПП могут объединяться в различные коалиции с целью получения максимальной прибыли от инвестирования. Несомненно, основной задачей

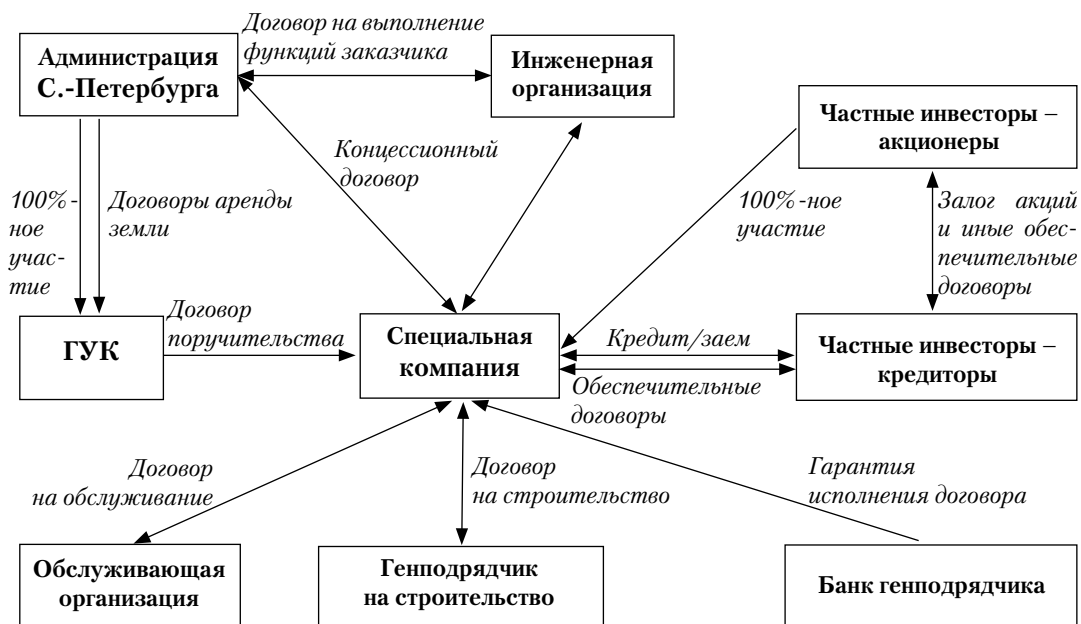


Схема осуществления ЧПП-проекта.

органов исполнительной власти субъекта РФ при объединении с частным бизнесом является создание объекта инфраструктуры. Исходя из задач, поставленных в настоящем исследовании, предположим, что администрацию региона (города) наравне с другими инвесторами будет интересовать прибыль. Несмотря на некоторую условность такой предпосылки, она позволяет использовать элементы теории игр в обосновании выгоды ЧПП для осуществления инфраструктурных проектов.

В соответствии с подходом, реализуемым в классических исследованиях по кооперативной теории игр<sup>6</sup>, прибыль коалиции будет представлять собой значение так называемой характеристической функции. Обычно данная функция полагается заданной, или поступившей извне, поэтому задача распределения прибыли, полученной коалицией, между ее участниками решается достаточно просто.

При построении кооперативной игры на основе организации ЧПП момент задания характеристической функции будет являться принципиальным, так как именно от него будет зависеть корректность полученных результатов распределения прибыли между инвесторами, участвующими в создании ЧПП. Значения характеристической функции можно найти посредством группировки агентов по различным коалициям. Причем отметим, что может возникнуть такая ситуация, когда коалиции будет выгодно осуществить два проекта. В этом случае значение характеристической функции для данной коалиции будет соответствовать доходу от осуществления этих двух проектов (их может быть и три — важно, чтобы у коалиции хватило денег на их осуществление). Тогда она получит больший суммарный доход, чем в том случае, если бы она вложила деньги лишь в один проект, который приносил бы больше прибыли по сравнению с другими.

Представим описанную выше кооперативную игру в формализованном виде. Допустим, что имеется  $n$  различных объектов инвестирования ( $j = 1...n$ ). Каждый инвестиционный проект имеет свою стоимость  $b_j$ , капитальные затраты, необходимые на его осуществление  $b_j = CAPEX_j$  (*Capital Expenditures*). Также проект характеризуется отдачей от вложенных средств, которая представляет собой недисконтированный чистый суммарный доход по годам реализации проекта (*Non-discounted Total Net Income, NDTNI*), или  $c_j = NDTNI_j$ . Есть  $m$  инвесторов ( $i = 1...m$ ). Причем каждый из них обладает определенным количеством денежных средств в размере  $a_i$  с условием, что данных средств будет недостаточно для осуществления проекта в одиночку ( $a_i < b_j, i = 1...m, j = 1...n$ ). Для любой коалиции участников  $S$  выполняется следующее:  $\forall s, \exists j, j = 1...n : \sum_{i \in S} a_i \geq b_j, i = 1...m$ , это значит, что объединенных средств участников должно быть достаточно для осуществления хотя бы одного проекта. Можно рассмотреть различные варианты объединения агентов в коалиции. Как уже говорилось, рассматриваемая кооперативная игра будет иметь характеристическую функцию, которая определяется доходом от объекта инвестирования. Интерес представляет вид характеристической функции  $V(S)$  в данной игре, который можно получить, проведя исследования всевозможных объединений участников ЧПП.

Рассмотрим пример построения характеристической функции для кооперативной игры со следующими входными данными. В табл. 1 представлены данные о капитальных затратах проектов, находящихся в настоящий момент в стадии финансирования.

Значения чистого суммарного дохода этих проектов отсутствуют в открытом доступе по соображениям конфиденциальности информации. В связи с этим был проведен анализ значений капитальных затрат и недисконтированных чистых суммарных доходов по аналогичным проектам (с учетом критериев срока окупаемости и уровня доходности собственных средств инвестора), реализуемым в Санкт-Петербурге. Было определено среднее по проектам отношение недисконтированного чистого суммарного дохода к ка-

питальным затратам:  $average \left( \frac{NDTNI_j}{CAPEX_j} \right) \approx 1,8$ . Это значение использовалось для получения адекватной оценки недисконтированного чистого суммарного дохода для рассматриваемых в табл. 1 проектов.

Для проектов, представленных в табл. 1, нет данных о средневзвешенной ставке доходности. В связи с этим в столбце «Оценка NDTNI» отражена не чистая настоящая стоимость доходов по проекту, а возможная величина доходности проекта исходя из средневзвешенной ставки доходности проекта, равной 15%.

Информация о количестве участников ЧПП и денежных средствах в их распоряжении содержится в табл. 2. В предлагаемом примере (табл. 2–6) взяты абстрактные данные о размерах денежных средств.

Значения характеристической функции для каждого варианта коалиции в такой игре представлены в столбце «Выигрыш» табл. 3.

Далее возникает задача распределения денежных средств между инвесторами. Одно из магистральных направлений исследования — выявление устойчивых решений, принадлежащих к так называемым ядрам игры (С-ядро и наименьшее С-ядро). Такие решения называются дележами и удовлетворяют условиям групповой и индивидуальной рациональности. С-ядро относится к числу важнейших понятий в теории кооперативных игр. По определению С-ядро игры представляет собой множество всех ее недоминируемых дележей. Говорят, что дележ  $x$  доминирует дележ  $y$  по коалиции  $S$ , если выполняются два условия:

Таблица 1

**Случайная выборка инвестиционных проектов, находящихся в стадии финансирования  
(период окупаемости всех проектов – 30 лет)**

Объекты	Страна	Капитальные затраты, млн долл.	Оценка NDTNI – чистого суммар- ного недисконти- рованного дохода, млн долл.
AS-18 Highway	Испания	149,38	268,88
Burgos Hospital	Испания	277,24	499,03
Autovia del Camino	Испания	448,13	806,63
Hospital del Norte	Испания	119,50	215,10
Sicily Water Project	Италия	346,55	623,79
Desdoblamiento de la via Rapida del Barbanza	Испания	129,06	232,31
Lewisham Grouped Schools Modernisation	Англия	102,77	184,99
M-407 Fuenlabrada-Grinon (Madrid)	Испания	111,14	200,04
Autovia CV-50 (Valencia)	Испания	149,38	268,88
Dundee Schools PPP	Шотландия	131,45	236,61
Hospital de Valdermoro (Madrid)	Испания	71,70	129,06
Long Bay Prison and Forensic Hospitals	Австралия	97,99	176,38
Thessaloniki Submerged Tunnel	Греция	384,79	692,62

Источник: [www.infra-news.com](http://www.infra-news.com)

Таблица 2

**Данные по участникам ЧГП**

№	Агенты	Денежные средства, млн долл.
1	Инвестор 1	70
2	Инвестор 2	63
3	Администрация	60
4	ИФ РФ	55
5	Инвестор 3	53

Значения характеристической функции для различных коалиций

Коалиции	Выигрыш, млн долл.	Коалиции	Выигрыш, млн долл.
{}	0	{5}	0
{1}	0	{1, 5}	215,10
{2}	0	{2, 5}	200,04
{1, 2}	236,61	{1, 2, 5}	329,10
{3}	0	{3, 5}	200,04
{1, 3}	232,31	{1, 3, 5}	329,10
{2, 3}	215,10	{2, 3, 5}	314,05
{1, 2, 3}	344,16	{1, 2, 3, 5}	436,65
{4}	0	{4, 5}	184,99
{1, 4}	215,10	{1, 4, 5}	314,05
{2, 4}	200,04	{2, 4, 5}	305,44
{1, 2, 4}	329,10	{1, 2, 4, 5}	432,35
{3, 4}	200,04	{3, 4, 5}	268,88
{1, 3, 4}	329,10	{1, 3, 4, 5}	421,60
{2, 3, 4}	314,05	{2, 3, 4, 5}	415,14
{1, 2, 3, 4}	447,41	{1, 2, 3, 4, 5}	542,05

1) для любого агента из коалиции  $S$  дележ  $x$  будет лучше, чем дележ  $y$ ;

2) распределение, соответствующее дележу  $x$ , действительно может быть обеспечено коалицией  $S$ .

Иными словами, доход, получаемый участником коалиции, должен быть не меньше дохода, который бы он получил, не присоединяясь к коалиции; а также суммарный доход участников коалиции должен совпадать с доходом самой коалиции<sup>7</sup>. Такие дележи будут принадлежать  $S$ -ядру рассматриваемой игры организации ЧПП. Вообще говоря, в  $S$ -ядре находится бесконечно много дележей, удовлетворяющих условиям индивидуальной и групповой рациональности. Опираясь на понятие наименьшего  $S$ -ядра, можно говорить о дележах, которые будут соответствовать наилучшему распределению дохода коалиции от осуществления проекта между ее участниками.

Найдем вектор Шепли в данной игре (табл. 4). Его можно интерпретировать не только как оценку игры, но и как функцию, задающую средний выигрыш игроков<sup>8</sup>. Вектор Шепли является одним из известных решений задачи распределения доходов между участниками кооперативной игры.

Для нахождения дележей, принадлежащих наименьшему  $S$ -ядру, необходимо решить задачу минимизации максимального эксцесса в игре:

$$\max_{S \neq \emptyset, I} e(S, x) \rightarrow \min,$$

где  $e(S, x)$  — эксцесс коалиции  $S$  в дележе  $x$ ;  $I$  — множество игроков.

Максимальный эксцесс в данной игре имеет коалиция  $\{1, 2, 3, 5\}$ , он равен 2,47. Эксцесс коалиции интерпретируется как мера неудовлетворенности коалиции распределением доходов, которое предписывается соответствующим дележом. Для решения такого класса задач (в случае небольшого количества участников) можно воспользоваться

стандартным офисным программным обеспечением, а именно программной надстройкой для электронных таблиц MS Excel «Поиск решения» (или, в англоязычном варианте, *Solver*). Результаты соответствующих расчетов представлены в табл. 5.

Таблица 4

**Значения вектора Шепли и эксцессов для различных коалиций**

Коалиции	Выигрыш, млн долл.	Вектор Шепли, млн долл.	Эксцессы
{}	0		0
{ 1}	0	122,93	-122,93
{ 2}	0	114,15	-114,15
{ 1, 2}	236,61		-0,47
{ 3}	0	108,05	-108,05
{ 1, 3}	232,31		1,33
{ 2, 3}	215,10		-7,10
{ 1, 2, 3}	344,16		-0,97
{ 4}	0	99,81	-99,81
{ 1, 4}	215,10		-7,64
{ 2, 4}	200,04		-13,91
{ 1, 2, 4}	329,10		-7,78
{ 3, 4}	200,04		-7,82
{ 1, 3, 4}	329,10		-1,68
{ 2, 3, 4}	314,05		-7,96
{ 1, 2, 3, 4}	447,41		2,47
{ 5}	0	97,12	-97,12
{ 1, 5}	215,10		-4,95
{ 2, 5}	200,04		-11,22
{ 1, 2, 5}	329,10		-5,09
{ 3, 5}	200,04		-5,13
{ 1, 3, 5}	329,10		1,00
{ 2, 3, 5}	314,05		-5,27
{ 1, 2, 3, 5}	436,65		-5,59
{ 4, 5}	184,99		-11,94
{ 1, 4, 5}	314,05		-5,81
{ 2, 4, 5}	305,44		-5,63
{ 1, 2, 4, 5}	432,35		-1,65
{ 3, 4, 5}	268,88		-36,10
{ 1, 3, 4, 5}	421,60		-6,31
{ 2, 3, 4, 5}	415,14		-3,98
{ 1, 2, 3, 4, 5}	542,05		0

Наибольший эксцесс в рассматриваемой игре удалось минимизировать до значения -0,54. Следовательно, неудовлетворенность инвесторов своими доходами в коалициях {1, 2, 3, 4}, {1, 2, 4, 5} и {2, 3, 4, 5} значительно уменьшится. Дележ, представленный



в третьем столбце, является лишь одним из возможных дележей, лежащих в наименьшем С-ядре.

Таблица 5

**Результаты решения оптимизационной задачи**

Коалиции	Выигрыш, млн долл.	Распределение доходов, млн долл.	Эксессы
{}	0	0	0
{1}	0	126,37	-126,37
{2}	0	112,71	-112,71
{1, 2}	236,61	239,08	-2,47
{3}	0	109,16	-109,16
{1, 3}	232,31	235,53	-3,23
{2, 3}	215,10	221,87	-6,77
{1, 2, 3}	344,16	348,24	-4,08
{4}	0	99,71	-99,71
{1, 4}	215,10	226,08	-10,98
{2, 4}	200,04	212,41	-12,37
{1, 2, 4}	329,10	338,78	-9,68
{3, 4}	200,04	208,87	-8,83
{1, 3, 4}	329,10	335,24	-6,14
{2, 3, 4}	314,05	321,57	-7,53
{1, 2, 3, 4}	447,41	447,95	-0,54
{5}	0	94,11	-94,11
{1, 5}	215,10	220,48	-5,38
{2, 5}	200,04	206,81	-6,77
{1, 2, 5}	329,10	333,18	-4,08
{3, 5}	200,04	203,27	-3,23
{1, 3, 5}	329,10	329,64	-0,54
{2, 3, 5}	314,05	315,98	-1,93
{1, 2, 3, 5}	436,65	442,35	-5,69
{4, 5}	184,99	193,81	-8,83
{1, 4, 5}	314,05	320,18	-6,14
{2, 4, 5}	305,44	306,52	-1,08
{1, 2, 4, 5}	432,35	432,89	-0,54
{3, 4, 5}	268,88	302,98	-34,10
{1, 3, 4, 5}	421,60	429,35	-7,75
{2, 3, 4, 5}	415,14	415,68	-0,54
{1, 2, 3, 4, 5}	542,05	542,05	0

Часто решения о выгодности объединения для реализации проекта принимаются на интуитивной основе. В данном случае можно показать, что участие администрации субъекта РФ, выступающей от лица государства, в коалиции увеличит как суммарный выигрыш коалиции, так и доходы отдельных инвесторов (табл. 6).

## Сравнение распределений доходов

Агенты	Долеж с государственным участием, млн долл.	Долеж без государственного участия, млн долл.
Инвестор 1	122,93	118,31
Инвестор 2	114,15	110,78
Государство	108,05	0
ИФ РФ	99,81	0
Инвестор 3	97,12	100,02

Причем максимальный эксцесс также больше в игре без государственного участия, где он составляет 7,53 для коалиции {1, 2}. Правда, заметим, что при решении задачи минимизации максимального эксцесса он уменьшается до значения  $-2,15$ .

На основе анализа эксцессов различных коалиций в рассматриваемой задаче можно проанализировать как выгодность для инвесторов объединения с государством, так и наоборот — выгодность привлечения частного капитала для осуществления проектов для государства. Из различных коалиций с числом инвесторов не меньше 2 и не больше 5 (табл. 5) в 60% случаев государству выгодно объединение с частными инвесторами, так как полученные коалиции имеют наименьший эксцесс. Соответственно, их участники в большей степени удовлетворены распределением доходов, чем участники иных коалиций или агенты, не входящие ни в какую коалицию. Что касается частных инвесторов, то им также в 60% случаях выгодно объединяться именно с государством, а не друг с другом, иначе степень их неудовлетворенности полученной отдачей от инвестиций, выражаемой эксцессом данной коалиции, будет больше по сравнению с эксцессом коалиции с государственным участием. Таким образом, применение аппарата теории кооперативных игр к вопросам образования частно-государственного партнерства позволяет обосновать выгодность объединения частного бизнеса и государства для осуществления масштабных инфраструктурных проектов.

Механизм ЧГП позволяет преодолеть ограниченные возможности государства по реализации социальных и инфраструктурных проектов, требующих больших финансовых затрат. Путем объединения с частным бизнесом государство может передать часть рисков, а также использовать опыт частного сектора с целью повышения качества предоставляемых услуг и увеличения эффективности управления объектами<sup>9</sup>. Организация ЧГП является достаточно сложной задачей и зависит от правильной оценки экономической обоснованности проектов и степени удовлетворенности участников получаемой отдачей от вложенных средств.

В заключение следует отметить, что использование элементов кооперативной теории игр также открывает возможности для выявления закономерностей образования той или иной коалиции с целью получения наибольшего выигрыша. Здесь принципиальным является случай отсутствия  $S$ -ядра в кооперативной игре на примере образования ЧГП. При этом образование коалиции для осуществления инвестиционного проекта будет невыгодно, и интерес будет представлять рассмотрение различных объединений инвесторов друг с другом с целью получения наибольшего дохода от инвестиций. Применительно к задаче организации частно-государственного партнерства полезными

также могут оказаться методы нахождения N-ядра и устойчивых решений, принадлежащих этому ядру, в соответствии с которыми будут распределяться доходы участников ЧГП.

---

<sup>1</sup> *Brusser P. A., Kovaleva V.* Saint-Petersburg Government strategy for business development and attracting foreign investment // Investing in Saint-Petersburg. Guide to Business and Investment 2005. England. Kogan Page Communications. P. 21–38.

<sup>2</sup> Russian Market Readies Itself for PPP Revolution ([www.infra-news.com](http://www.infra-news.com)).

<sup>3</sup> О концессионных соглашениях: Федеральный закон от 21 июля 2005 г. № 115-ФЗ // СЗ РФ от 25 июля 2005 г. № 30. Ч. 2. Ст. 3126.

<sup>4</sup> *Бруссер П. А.* Эти три загадочные буквы PPP // Петербург – новые возможности для инвестиций. 2006. № 10. С. 4–15.

<sup>5</sup> Положение об Инвестиционном фонде Российской Федерации от 23 ноября 2005 г. № 694 // СЗ РФ от 28 ноября 2005 г. № 48. Ст. 5043.

<sup>6</sup> *Печерский С. Л., Беляева А. А.* Теория игр для экономистов. СПб., 2001.

<sup>7</sup> *Петросян Л. А., Зенкевич Н. А., Семина Е. А.* Теория игр. М., 1998.

<sup>8</sup> *Печерский С. Л., Беляева А. А.* Указ. соч.

<sup>9</sup> <http://www.kpmg.ru/index.shtml/ru/services/advisory/fas/corporate/financing/ppp/>

Статья поступила в редакцию 19 апреля 2007 г.