

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ КООПЕРАТИВНЫХ ИГР ПРИ УПРАВЛЕНИИ ГЧП-ПРОЕКТАМИ В ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ

© 2017 Офин Вениамин Петрович

кандидат экономических наук

Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет

190005, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4

E-mail: ofinv@mail.ru

Сформулирована матричная модель кооперативной игры, учитывающая достижение баланса интересов государства и частных инвесторов и обеспечивающая достижение оптимальных социально-экономических результатов реализации ГЧП-проекта.

Ключевые слова: государственно-частное партнерство, методы матричных игр, кооперативные игры.

Оптимизация проектных решений может базироваться на применении теории матричных игр, в которой для каждого из участников определяются оптимальные стратегии, исходя из достижения ими своих интересов. В играх с природой, в которых в качестве одного из игроков принимается состояние неопределенности экономического развития общества, используется ряд критериев, которые с определенной вероятностью могут определять различные сценарии экономического развития.

Применительно к задачам нахождения оптимальных стратегий для участников ГЧП к ним, в первую очередь, относятся критерии Вальда, Сэвиджа, Гурвица, Ходжа-Лемана и Байеса-Лапласа¹, которые вошли в теорию принятия оптимальных решений, в том числе в проектах ГЧП, характеризующихся наличием у его участников противоречивых интересов.

Наиболее полную картину, учитывающую практически все фигурирующие выше факторы, дает рейтинговая оценка потенциальных участников проекта. При этом оценка проводится в несколько этапов, позволяющих учесть влияние различных факторов. Кроме того, рейтинговая оценка дает возможность осуществления градации предприятий - потенциальных участников² ГЧП-проектов по ряду важных критериев:

- финансовое состояние и прогнозирование банкротства участника реализации ГЧП-проекта в среднесрочной перспективе;
- наличие и состав основных средств и оборудования, необходимого для реализации проекта;
- потенциальная мощность и себестоимость выпускаемой продукции, аналогичной конкурентным образцам на мировом рынке.

Следует отметить, что принципы многоэтапной проверки надежности участников ГЧП-проектов нашли отражение в принятом Государственной думой РФ Федеральном законе о государственных закупках³. В законе представлена двухэтапная схема проведения конкурса на выбор участников ГЧП-проекта. На первом этапе среди претендентов, подавших заявки, во второй этап отбираются предприятия по их технико-экономическим характеристикам и возможностям реализовать проект с высокой степенью надежности. На втором этапе оцениваются возможности обеспечения ими максимальной величины чистого дисконтированного дохода за весь цикл реализации проекта и периода окупаемости инвестиций⁴.

С точки зрения теории игр интересы участников ГЧП-проекта не являются антагонистическими и могут быть описаны как игры с ненулевой суммой, в которых все участники способны достигать положительных результатов. Поскольку все участники ГЧП-проекта заинтересованы в достижении позитивных результатов от его реализации, они имеют возможность до начала реализации обсуждать степень участия в нем и договариваться о распределении прогнозируемой прибыли и других социально-экономических результатов. Взаимодействие государства с потенциальными партнерами по формированию государственно-частного партнерства можно описать как некую игру трех лиц: государства, финансовой компании и управляющей компании⁵.

В такой игре имеется множество допустимых стратегий игроков, которые определяются исходя из перечисленных сведений о возможнос-

тях и запросах всех игроков. Такая игра обладает следующими свойствами:

- каждый из потенциальных партнеров стремится обеспечить себе максимально возможный уровень ожидаемого дохода;

- игра является разрешимой в том смысле, что существуют условия участия потенциальных партнеров в государственно-частном партнерстве, удовлетворяющие всех участников этого партнерства;

- существуют размеры доходов каждого из участников партнерства, которые являются для них приемлемыми.

Однако получение указанных доходов каждым из участников потенциального государственно-частного партнерства обеспечивается лишь в том случае, если все они придерживаются некоторых согласованных между ними вариантов, входящих в множество допустимых стратегий. При этом любое отклонение одного из игроков от этого “консенсуса” в одностороннем порядке может лишь уменьшить или сохранить доход данного игрока. Такой набор согласованных стратегий игроков в экономико-математической литературе носит название равновесия по Нэшу⁶.

Кроме трех основных участников партнерства, в качестве участников предлагается рас-

сматривать также научное сообщество, ориентированное на инновационную деятельность, акционеров, наемных работников и население, проживающее на территории особой экономической зоны. Математически эти игры формализуют ситуации, в которых каждый игрок может выбирать свою стратегию независимо от других игроков. Однако игры, математически описывающие процедуру формирования модели ГЧП, являются играми со связанными стратегиями для игроков. В этих играх ни один из игроков не может принимать решение без учета интересов других партнеров, поскольку каждый из игроков выбирает свою стратегию из одного и того же множества допустимых совокупных стратегий, а не из своего локального множества допустимых стратегий. Хотя игры со связанными стратегиями игроков являются значительно более сложными, чем игры с несвязанными стратегиями, для некоторых классов таких игр, отражающих определенные закономерности функционирования поведения каждого из игроков, можно установить такие условия, при которых существует равновесие, которое может быть вычислено, в частности, с использованием методов оптимизации, предложенных в монографии⁷.

Рассмотрим методы решения кооперативных матричных игр, которые могут применяться при

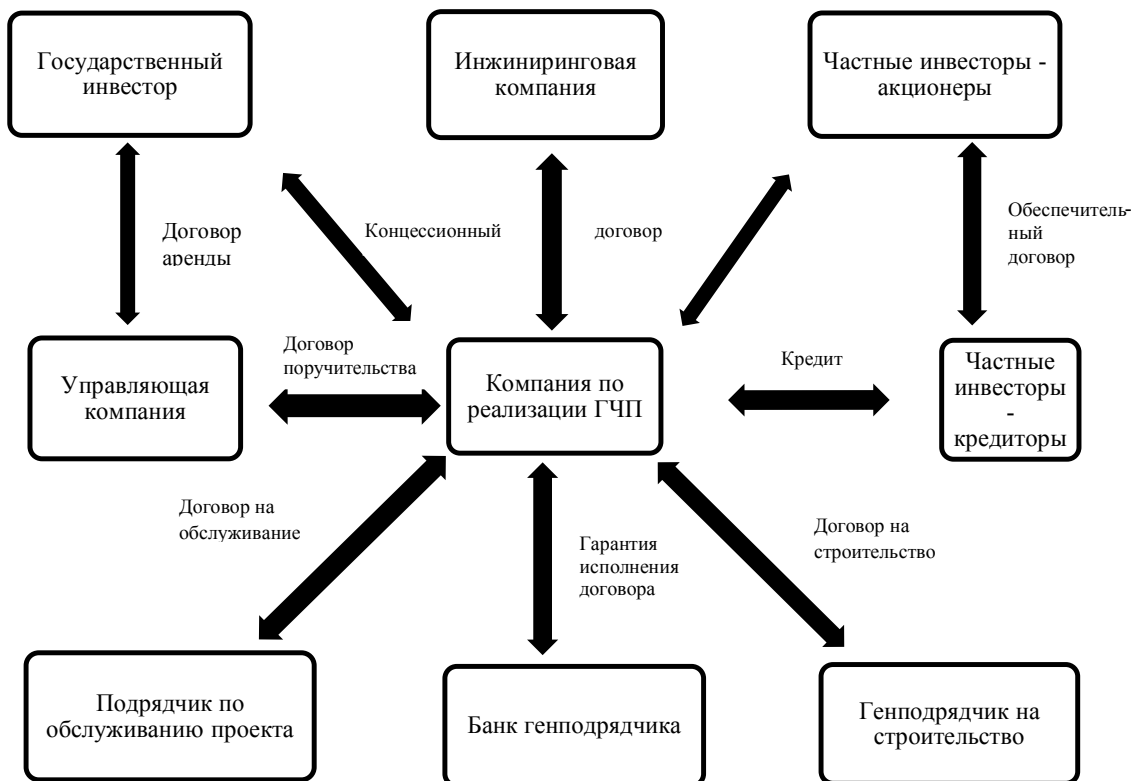


Рис. Схема взаимодействия различных участников реализации ГЧП-проектов

решении задач взаимодействия различных участников ГЧП-проектов. Имеется объединение следующих групп “игроков”, оказывающих наиболее важное влияние на конечный результат: администрации региона, регионального инвестиционного фонда и частных инвесторов. В связи со значительными масштабами проекта каждый из выделенных агентов единолично не может осуществлять финансирование проекта.

Однако участники ГЧП могут объединяться в различные коалиции с целью получения прибыли и достижения других позитивных показателей от инвестирования в проекты. Несомненно, основной задачей органов исполнительной власти субъекта РФ при объединении с частным бизнесом является создание и успешное функционирование объектов инфраструктуры. Исходя из задач, поставленных в настоящем исследовании, предположим, что администрацию региона, наравне с другими инвесторами, будет интересовать прибыль⁸ от реализации проекта.

Такой подход позволяет использовать элементы теории кооперативных игр при обосновании выгоды ГЧП для осуществления инфраструктурных проектов. Схема взаимодействия различных участников реализации ГЧП-проектов, реализуемых в транспортной инфраструктуре, показана на рисунке.

Представим описанную выше кооперативную игру в формализованном виде. Допустим, что имеется n различных объектов инвестирования ($j = 1 \dots n$). Каждый инвестиционный проект имеет свою стоимость b_j , капитальные затраты, необходимые на его осуществление⁹:

$$b_j = CAPEX_j \quad (1)$$

Также проект характеризуется отдачей от вложенных средств, которая представляет собой недисконтированный чистый суммарный доход по годам реализации проекта (Non-discounted Total Net Income, NDTNI):

$$C_j = NDTNI_i \quad (i = 1 \dots m). \quad (2)$$

Причем каждый из инвесторов обладает определенным количеством денежных средств в размере a_i с условием, что данных средств будет недостаточно для осуществления проекта в одиночку:

$$(a_i \leq b_j, i = 1 \dots m, j = 1 \dots n). \quad (3)$$

Для любой коалиции участников S выполняется следующее условие:

$$(s_{ij} \geq b_j, j = 1 \dots n, b_i, i = 1 \dots m). \quad (4)$$

Это значит, что объединенных средств участников должно быть достаточно для осуществления хотя бы одного проекта из всех возможных к реализации. Можно обратиться к различным вариантам объединения агентов в коалиции. Рассматриваемая кооперативная игра будет иметь характеристическую функцию, которая определяется чистым дисконтированным доходом от объекта инвестирования. Интерес представляет вид характеристической функции в данной игре, который можно получить, проведя исследования всевозможных объединений участников ГЧП.

Рассмотрим пример построения характеристической функции для кооперативной игры с учетом данных о капитальных затратах проектов, находящихся в настоящий момент в стадии финансирования. В связи с этим был проведен анализ значений капитальных затрат и недисконтированных чистых суммарных доходов по аналогичным проектам, реализуемым в Санкт-Петербурге. Было определено среднее по проектам отношение недисконтированного чистого суммарного дохода к капитальным затратам¹⁰:

$$\text{average} \left(\frac{NDYTNI_j}{CAPEX_j} \right) \approx 1,5. \quad (5)$$

Указанное значение использовалось для получения адекватной оценки недисконтированного чистого суммарного дохода для рассматриваемых проектов. При отсутствии данных о средневзвешенной ставке доходности возможную величину доходности проекта можно определить, исходя из средневзвешенной ставки доходности проекта, равной 14 %.

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. По определению, С-ядро игры представляет собой множество всех ее недоминируемых дележей.

Иными словами, доход, получаемый участником коалиции, должен быть не меньше дохода, который бы он получил, не присоединяясь к коалиции.

Вектор Шепли можно интерпретировать не только как оценку игры, но и как функцию, зада-

ющую средний выигрыш игроков. Для нахождения дележей, принадлежащих наименьшему С-ядру, необходимо решить задачу минимизации максимального эксцесса в игре¹¹:

$$\max_{S \neq \emptyset, I} e(S, x) \rightarrow \min, \quad (6)$$

где $e(S, x)$ - эксцесс коалиции S в дележе x .

Эксцесс коалиции интерпретируется как мера неудовлетворенности коалиции распределением доходов, которое предписывается соответствующим дележом.

Таким образом, применение аппарата теории кооперативных игр к вопросам образования государственно-частного партнерства позволяет обосновать выгодность объединения частного бизнеса и государства для осуществления масштабных инфраструктурных проектов¹². При этом существенным ограничением практического применения предложенных методов является отсутствие методических документов по формированию стратегий игроков и элементов характеристической функции для реализации ГЧП-проектов.

¹ *Околелова Э.Ю.* Управление поставками материальных ресурсов при реализации инвестиционных

проектов: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05. Воронеж, 2003.

² URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_144624.

³ О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд: федер. закон от 5 апр. 2013 г. № 44-ФЗ.

⁴ *Дао Т.Б.* Контрактные отношения при управлении жизненным циклом инноваций в дорожном хозяйстве: автореф. дис. ... канд. экон. наук. Воронеж, 2014. 24 с.

⁵ *Беленький А.С.* Государственно-частное партнерство с применением теории игр. URL: <https://postnauka.ru/longreads/26517>.

⁶ Там же.

⁷ Там же.

⁸ *Тубина А.Л., Бруссер П.А., Соловьева М.Ю.* Применение методов теории кооперативных игр в исследовании моделей частно-государственного партнерства // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 5, Экономика. 2007. № 3. С. 170-180.

⁹ Там же.

¹⁰ Там же.

¹¹ Там же.

¹² Там же.

Поступила в редакцию 05.11.2017 г.