

# Theorie der kooperativen Spiele und der Wirtschaft

JU. P. PANIBRATOV, V. P. OFIN (ST. PETERSBURG, SPBGASU)

Die Optimierung von Projektentscheidungen in der Wirtschaft kann auf der Anwendung der Theorie der kooperativen Spiele basieren, bei der für jeden Teilnehmer optimale Strategien auf der Grundlage seiner Interessenerfüllung festgelegt werden sollten. In Spielen, in denen der Zustand der Unsicherheit über die wirtschaftliche Entwicklung der Gesellschaft als einer der Akteure akzeptiert wird, werden eine Reihe von Kriterien angewendet, die mit hinreichender Wahrscheinlichkeit verschiedene Szenarien der sozioökonomischen Entwicklung bestimmen.

Das umfassendste Bild, das fast alle Faktoren berücksichtigt, ergibt sich aus der Ratingeinstufung der potenziellen Projektteilnehmer. Die Beurteilung erfolgt in mehreren Stufen unter Berücksichtigung des Einflusses verschiedener Faktoren. Darüber hinaus bietet die Ratingeinstufung die Möglichkeit, Unternehmen, die potenzielle Teilnehmer an Projekten einer öffentlich-privaten Partnerschaft (ÖPP) sind, anhand einer Reihe wichtiger Kriterien zu bewerten:

- finanzielle Situation und prognostizierte Insolvenz eines Teilnehmers an der Umsetzung eines ÖPP-Projekts auf mittlere Sicht;
- Verfügbarkeit und Zusammensetzung von Sachanlagen und Ausrüstung, die für die Durchführung des Projekts erforderlich sind;
- potenzielle Kapazität und Produktionskosten ähnlich wie bei Wettbewerbsmodellen auf dem Weltmarkt.

Die Interaktion des Staates mit potenziellen Partnern während der Bildung von ÖPP-Projekten kann als eine Art Spiel von drei Akteuren beschrieben werden: dem Staat, einer Finanzgesellschaft und einer Verwaltungsgesellschaft [2]. In einem solchen Spiel gibt es viele akzeptable Strategien für Spieler, die auf Informationen über die Fähigkeiten und Anforderungen aller Spieler basieren.

Zusätzlich zu den drei Hauptteilnehmern an der Partnerschaft wird vorgeschlagen, als Akteure auch die wissenschaftliche Gemeinschaft zu berücksichtigen, die sich auf innovative Aktivitäten konzentriert, Aktionäre, Arbeitnehmer und die auf dem Projektstandort lebende Bevölkerung.

Diese Spiele formalisieren mathematisch Situationen, in denen jeder Spieler unabhängig von anderen Spielern seine eigene Strategie wählen kann. Spiele, die den Prozess der Bildung eines ÖPP-Modells mathematisch beschreiben, sind jedoch Spiele mit einheitlichen Strategien für Spieler. In diesen Spielen kann keiner der Spieler eine Entscheidung treffen, ohne die Interessen anderer zu berücksichtigen, da jeder Spieler eine Strategie aus demselben Satz zulässiger Gesamtstrategien und nicht aus seinem lokalen Satz zulässiger Strategien auswählt.

Obwohl Spiele mit verwandten Strategien von Spielern viel komplexer sind als Spiele mit nicht verwandten Strategien, können für einige Klassen solcher Spiele, die bestimmte Funktionsmuster des Verhaltens jedes Spielers widerspiegeln, Bedingungen festgelegt werden, unter denen ein Gleichgewicht berechnet werden kann, insbesondere mit Optimierungsmethoden.

Betrachten wir die Anwendung von Methoden zur Lösung von kooperativen Spielen, die zur Lösung von Interaktionsproblemen zwischen ÖPP-Projektteilnehmern verwendet werden. Es gibt eine Vereinigung der folgenden Gruppen von „Akteuren“, die den wichtigsten Einfluss

auf das Endergebnis haben: die Verwaltung der Region, die regionalen Investmentfonds und private Investoren.

Stellen wir uns ein kooperatives Spiel in einer formalisierten Form vor. Angenommen, es gibt  $n$  Anlageobjekte ( $j = 1 \dots n$ ). Jedes Investitionsprojekt hat Kosten  $b_j$ , die für die Umsetzung erforderlich sind [1]:

$$b_j = \text{CAPEX}_j \quad (1)$$

Das Projekt zeichnet sich auch durch eine Kapitalrendite aus, die das nicht abgezinste Nettoeinkommen über die Jahre des Projekts darstellt (nicht abgezinste Nettoeinkommen, NDTNI):

$$C_j = \text{NDTNI}_i \quad (i = 1 \dots m), \quad (2)$$

darüber hinaus hat jeder Investor einen bestimmten Geldbetrag in Höhe von  $a_i$  mit der Bedingung, dass das Geld nicht ausreicht, um ein ÖPP-Projekt alleine umzusetzen:

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

Für jede Koalition der Teilnehmer  $S$  gilt die Bedingung

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

Dies bedeutet, dass die kombinierten Mittel der Teilnehmer ausreichen sollten, um mindestens eins der möglichen ÖPP-Projekte umzusetzen.

Betrachten wir ein Beispiel für den Aufbau einer charakteristischen Funktion für ein kooperatives Spiel unter Berücksichtigung der Kapitalkosten von Projekten, die sich in der Finanzierungsphase befinden. In diesem Zusammenhang wurde in St. Petersburg eine Analyse der Investitionswerte und der nicht abgezinste Netto-Gesamteinnahmen für ähnliche Projekte durchgeführt. Das durchschnittliche Projektverhältnis von nicht abgezinstem Nettoergebnis zu Kapitalkosten wurde ermittelt [1]:

$$\text{average} \left( \frac{\text{NDYTNI}_j}{\text{CAPEX}_j} \right) \approx 1,5 \quad (5)$$

Dieser Wert wurde verwendet, um eine Schätzung des nicht abgezinste Gesamteinkommens für die betrachteten Projekte zu erhalten. Liegen keine Daten zur gewichteten durchschnittlichen Rendite vor, kann der Wert der Rentabilität des Projekts auf der Grundlage der durchschnittlichen gewichteten Rendite des Projekts von 14% ermittelt werden.

Als nächstes folgt die Aufgabe, die Mittel zwischen den Anlegern zu verteilen. Wir gehen davon aus, dass das Einkommen des Koalitionsmitglieds nicht geringer sein muss als das Einkommen, das er erhalten hätte, ohne der Koalition beizutreten. Das Gesamteinkommen aller Mitglieder der Koalition muss mit dem Einkommen der Koalition selbst übereinstimmen. Der Shapley-Vektor ist eine der bekannten Lösungen für das Problem der Einkommensverteilung zwischen Teilnehmern an einem kooperativen Spiel. Um die Kluft zu finden, lösen wir das Problem der Minimierung des maximalen Überschusses im Spiel [1]:

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

wobei  $e(S, x)$  der Überschuss der Koalition  $S$  in der Division von  $x$  ist;  $I$  - viele Spieler.

Der Überschuss einer Koalition wird als Maß für die Unzufriedenheit der Koalition mit der Einkommensverteilung interpretiert, die von der entsprechenden Abteilung vorgegeben wird.

Die Anwendung der Theorie der kooperativen Spiele bei der Umsetzung von ÖPP-Projekten in der Wirtschaft ermöglicht es daher, die Rentabilität der Vereinigung von Privatwirtschaft und Staat für die Umsetzung von Infrastrukturgroßprojekten zu rechtfertigen.

**Literatur:**

1. Tubina A. L. Primenenie metodov teorii kooperativnykh igr v issledovanii modelej chastno-gosudarstvennogo partnerstva / A. L. Tubina, P. A. Brusser, M. Yu. Solov`eva // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ser. 5: E`konomika. – 2007. – № 3. – S. 170–180. (auf Russisch)
2. A. S. Belen`kij. Gosudarstvenno-chastnoe partnerstvo s primeneniem teorii igr. <https://postnauka.ru/longreads/26517> (auf Russisch)