

МОДЕЛЮВАННЯ МІЖНАРОДНИХ КОНФЛІКТІВ МЕТОДАМИ ЕКОНОМІЧНОЇ ДИНАМІКИ

Розглянемо ситуацію в якій можуть перебувати дві країни. Перша країна (А) озброюється, вважаючи, що інша (В) їй погрожує. І навпаки, країна В знає про ріст витрат на озброєння країни А, також збільшує витрати на озброєння. Нехай, кожна країна змінює швидкість росту (зниження) озброєння пропорційно рівню витрат іншої. Найпростішу модель гонки озброєнь [1] можна сформулювати у вигляді системи двох диференціальних рівнянь із сталими коефіцієнтами виду:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = ay - mx + r \\ \frac{dy}{dt} = bx - ny + s \end{cases}, \quad (1)$$

де $x(t)$ - витрати на озброєння країни А в момент часу t ; $y(t)$ - витрати на озброєння країни В в момент часу t ; $\frac{dx}{dt}$ - швидкість нарощування (скорочення) озброєння країною

А в момент часу t ; $\frac{dy}{dt}$ - швидкість нарощування (скорочення) озброєння країною В в

момент часу t ; a, b, m, n - сталі. Очевидно, що за цією моделлю витрати на озброєння нічим не обмежуються. Чим вищий рівень витрат на озброєння країни, тим менша швидкість нарощування витрат. Крім того, кожна країна озброюється керуючись своєю ворожістю до іншої, навіть якщо не має реальної небезпеки існуванню. Позначимо відповідні коефіцієнти ворожості (агресивності) країн r та s ($r > 0, s > 0$). Якщо ($r < 0, s < 0$), коефіцієнти r та s називають коефіцієнтами "доброї волі".

Розв'язками даної системи рівнянь є функції $x(t)$ та $y(t)$, які задовольняють заданим початковим умовам x_0 та y_0 – початковий стан гонки озброєнь (витрати на озброєння країн А і В в момент часу $t=t_0$). Одна з "природніх" умов, яка накладається на гонку озброєнь – це її "стабільність", тобто рівень затрат на озброєння має бути сталим і не залежати від часу, тому мають виконуватись умови: $\frac{dx}{dt} = 0, \frac{dy}{dt} = 0$. Отже, для

забезпечення стабільності гонки озброєнь система (1) має бути в стані рівноваги, який визначається системою рівнянь:

$$\begin{cases} ay - mx + r = 0 \\ bx - ny + s = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Досліджуючи поведінку моделі при $t \rightarrow \infty$ можна виділити такі три випадки:

1) необмежена гонка озброєнь: $x \rightarrow \infty$ і $y \rightarrow \infty$;

2) взаємне роззброєння: $x \rightarrow 0$ і $y \rightarrow 0$;

3) рівноважне озброєння: $x \rightarrow x^*$ і $y \rightarrow y^*$.

Елементарний аналіз системи (1) вказує, що поведінка моделі залежить від співвідношення коефіцієнтів a, b, m, n та знаків коефіцієнтів r і s :

Якщо $mn - ab > 0, r > 0, s > 0$ - існує точка рівноваги;

Якщо $mn - ab > 0, r < 0, s < 0$ - повне взаємне роззброєння країн;

Якщо $mn - ab < 0, r > 0, s > 0$ - необмежена ескалація “гонки озброєнь”;

Якщо $mn - ab < 0, r < 0, s < 0$ - песимістичність чи оптимістичність прогнозу визначається початковим станом “гонки озброєнь”.

Для аналізу гонки озброєнь використано дані Міжнародного інституту мирних досліджень(SIPRI) за період з 1960 по 2003 р.р.[2]. В роботі для моменту часу $t = 2000$ обчислено середні індекси витрат на озброєння двох регіонів: Америки та Азії. Знайдено відповідні коефіцієнти a, b, m, n, r та s . Визначено характер і стійкість точки спокою: стійкий вузол, асимптотично стійка точка спокою. Отже, існує точка рівноваги. Функції витрат на озброєння в момент часу t регіонів Америки та Азії, відповідно, мають вигляд:

$$x(t) = -94.8055 \cdot e^{-0.02517t} + 89.09069 \cdot e^{-0.04363t} + 288.2278;$$

$$y(t) = -93.75 \cdot e^{-0.02517t} + 81.019 \cdot e^{-0.04363t} + 109.1234.$$

Для збереження стійкого стану індекс витрат на озброєння Азійського регіону повинен бути менший від 1,179096, при незмінних індексах витрат на озброєння Америки та індексів інших витрат відповідних регіонів. Тоді, витрати на озброєння повинні становити 11,19135 млрд \$. Порівнюючи отримані розв’язки з даними Міжнародного інституту мирних досліджень(SIPRI), можна стверджувати, що дана модель достатньо добре описує досліджувану ситуацію.

Даний підхід можна застосувати для аналізу динаміки передвиборчих витрат та прогнозування поведінки учасників аукціонів.

1. .A.P.Williams,“RichardsonArmsRace Model”,<http://shakti.trincoll.edu/~pbrown/armsrace.html>
2. <http://www.economics.laurentian.ca/strategic_think.27/modules/course_schedule.98/