

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-41-40>

УДК 519.8

ЕКОНОМІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МІЖНАРОДНИХ КОНФЛІКТІВ

ECONOMIC MODELING OF INTERNATIONAL CONFLICT

Горбачук Василь Михайлович

доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник,

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова

Національної академії наук України

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5619-6979>

Сулейманов Сеїт-Бекір

магістр,

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова

Національної академії наук України

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7141-6113>

Батіг Людмила Омелянівна

магістр,

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова

Національної академії наук України

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8731-8454>

Gorbachuk Vasyi, Suleimanov Seit-Bekir, Batih Liudmyla

V.M. Glushkov Institute of Cybernetics,

National Academy of Sciences of Ukraine

Всі економічні моделі мають певні спільні риси: мають передбачатися оптимізуючі рішення на рівні осіб, які приймають рішення, та результуюча рівновага внаслідок взаємодії всіх цих рішень на агрегованому рівні. Крім того, рішення мають підлягати деякому ресурсному обмеженню. Теорія конфлікту є не просто однією з гілок економічного аналізу чи набором схожих тем злочинності, трудових спорів, судочинства, а мікроекономічним підходом до досягнення односторонньої переваги замість взаємних переваг. Якщо теорія макроекономічного аналізу і теорія мікроекономічного аналізу передбачають звичайні процеси виробництва, за допомогою яких ресурсні входи перетворюються у бажані товари, то теорія конфлікту передбачає технологію протидії боротьби. У процесі конфлікту роль входів виконують зусилля військових дій, які генерують виходи у формі кінцевого розподілу ресурсів і доходів між усіма сторонами.

Ключові слова: переваги, сприйняття, область потенційних раціональних врегулювань, виробнича функція Кобба – Дугласа, криві реакції за Курно.

All economic models have certain features in common: there must be optimizing decisions at the level of decision-makers and the resulting equilibrium due to the interaction of all these decisions at the aggregate level. In addition, decisions should be subject to some resource constraint. Conflict theory is not just one of the branches of economic analysis or a set of similar topics of crime, labor disputes, litigation, but a microeconomic approach to achieving unilateral advantage instead of mutual advantage. If the theory of macroeconomic analysis and the theory of microeconomic analysis involve the usual processes of production, through which resource inputs are transformed into desirable goods, the theory of conflict involves the technology of confrontation and struggle. In the process of conflict, the role of inputs is played by military efforts, which generate outputs in the form of the final distribution of resources and incomes among all parties. The shape of the settlement possibilities curve may indicate that these parties' opportunities are complementary and harmonious: both parties can gain by working together, and the largest aggregate outcome is achieved when the parties have approximately equal benefits. The negative slope of a party's indifference curve indicates the party's preferences for cooperation. The shape of the adjustment possibilities curve may indicate that these parties' possibilities are disharmonious, when roughly equal distributions of income yield less aggregate outcome than unequal distributions. Although ex-post transfers may divide the aggregate outcome more evenly, all such possibilities are accounted for by the shape of the settlement possibility curve. A positive slope of a party's indifference curve indicates this party's reluctance to cooperate. Both par-

ties may have inconsistent and subjectively optimistic perceptions of the consequences of non-settlement: in the event of a failed settlement attempt, each party believes that it will win (relative to the status quo). These features narrow the potential settlement region (perhaps to an empty set) and worsen the prospects for settlement.

Key words: advantages, perceptions, potential settlement region, Cobb – Douglas production function, Cournot reaction curves.

Постановка проблеми. 2 березня 2022 р. 141 держава на Генеральній Асамблеї ООН (однією з 51 держав-засновників ООН є Україна) проголосувала за резолюцію «Агресія проти України», де згадуються Заключний акт Наради з безпеки та співробітництва в Європі, підписаний у Гельсінкі 1 серпня 1975 р., та Меморандум про гарантії безпеки у зв'язку з приєднанням України до Договору про нерозповсюдження ядерної зброї (Будапештський меморандум) від 5 грудня 1994 р. Резолюція засуджує: оголошення Російською Федерацією (РФ) від 24 лютого 2022 р. про проведення «спеціальної військової операції» в Україні; рішення РФ підвищити боєготовність своїх ядерних сил; рішення РФ від 21 лютого 2022 р. щодо статусу окремих районів Донецької та Луганської областей (ОРДЛО) України, яке порушує територіальну цілісність та суверенітет України та суперечить принципам Статуту ООН. Резолюція ООН засуджує найрішучішим чином агресію РФ проти України в порушення пункту 4 статті 2 Статуту ООН. Резолюція визнає, що військові дії РФ на суверенній території України мають такий масштаб, якого міжнародне співтовариство не бачило в Європі протягом десятиліть, і що необхідні термінові дії, щоб врятувати це покоління від лиха війни. Резолюція ООН вимагає: щоб РФ негайно припинила застосування своєї сили проти України і утримувалася від незаконних погроз чи застосування сили проти будь-якої держави-члена ООН; від РФ негайно, повністю та безумовно вивести всі свої збройні сили з території України в межах її міжнародно визнаних кордонів; від РФ негайно та безумовно скасувати рішення щодо статусу ОРДЛО України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Сучасною проблематикою соціально-економічного моделювання міжнародних конфліктів займалися Д. Беркович, О. Власюк, В. Горбулін, Є. Душинський, А. Загородній, Г. Кіссінджер, В. Кременюк, Е. Лібанова, О. Ляшенко, М. Макнатт, Д. Міршаймер, Г. Снайдер, Р. Стоун, А. Хенріксен, Д. Хіршлейфер, А. Зартман [1–8]. На думку Генрі Кіссінджера (народився як Хайнц Кіссінгер у м. Фюрт землі Баварія Німеччини (тоді – Веймарської респуб-

ліки) у 1923 р., емігрував до США у 1938 р., служив в армії США під час Другої світової війни, зокрема керував місцевими адміністраціями на території Німеччини, здобув наукові ступені бакалавра (з відзнакою), магістра, доктора філософії з політичних наук Гарвардського університету (заснованого у 1636 р.) у 1950 р., 1951 р., 1954 р. відповідно, Радник з національної безпеки США у 1969–1975 рр., Нобелівський лауреат 1973 р., Державний секретар США у 1973–1977 рр.), першочергове завдання державного діяча – підтримувати рівновагу [3], тобто постійно оцінювати різного роду баланси, включаючи внутрішні політичні баланси у межах країн, а також зовнішні військові та інші співвідношення сил (force correlations) [9]. На рівновагу впливають економічні порівняння радше на якісному, ніж на кількісному рівні. Феномен сили (power) в усіх її формах та об'єктивних і суб'єктивних реаліях посідає центральне місце в геополітичному аналізі Кіссінджера так званої реальної політики. Основна ідея геополітики полягає у збереженні реалістичного статус-кво чи певної рівноваги [2].

Таким чином, глобальної підтримки потребують і потребуватимуть основні види соціально-економічної та науково-технічної діяльності України. 13 червня 2022 р. керівники Польської академії наук, Національної академії наук України, Національної академії наук США, Німецької національної академії наук Леопольдіна, Королівської Данської академії наук і літератури, Всеєвропейської федерації академій наук і мистецтв (ALLEA European Federation of Academies of Sciences and Humanities), Королівського товариства Великобританії виробили заяву «Кроки дій для відновлення науки, досліджень та інновацій в Україні» на основі зустрічі 2 червня 2022 р. у Варшаві (Польща), спрямованої на обговорення та узгодження кроків для побудови потужної наукової, інноваційної, науково-дослідної та навчальної системи в Україні. Ці обговорення визнали виклики з досягненням прогресу, зважаючи на триваюче вторгнення військ РФ, а також керувалися розумінням того, що відбудова науки і досліджень в Україні є вирішальною для забезпечення її

довгострокового процвітання і суверенітету. Таким чином, згадані керівники настійно рекомендують, щоб глобальні лідери розробляли програми та брали на себе зобов'язання для України, зосереджуючись на відбудові сучасної та глобально інтегрованої науково-дослідницької системи. Практичними кроками, які можуть здійснюватися науковими спільнотами згаданих країн, а також науковими спільнотами у всьому світі, є 10 дій (деякі дії можуть здійснюватися найближчим часом, а інші залежатимуть від розвитку військової та безпекової ситуації в Україні): 1) зберігати інституційні зв'язки в Україні для українських дослідників, які отримують тимчасові призначення за кордоном, з метою стимулювання репатріації після припинення бойових дій і поліпшення загальної ситуації; 2) розробити спеціальні програми фінансування, спрямовані на дослідників з України, які розпочинають кар'єру, та їхні команди, включаючи використання угод про дистанційну роботу; 3) заснувати програми фінансування спільних досліджень міжнародними командами з дослідниками, які працюють в Україні, та забезпечити спільні призначення; 4) забезпечити доступ до спеціалізованого дослідницького обладнання за кордоном, особливо того, що дублює українські установки, пошкоджені чи зруйновані під час бойових дій; 5) надати українським дослідницьким інститутам дистанційний вільний доступ до наукових журналів; 6) звільнити від сплати зборів за обробку статей (Article Processing Charges, APC), членських внесків у наукових організаціях і внесків за участь у конференціях для дослідників і дослідницьких організацій в Україні; 7) запровадити заходи інтелектуальної циркуляції (brain circulation) для українських дослідників для спілкування і взаємного навчання з колегами й організаціями у міжнародній науковій спільноті; 8) жертвувати українським інститутам дуже потрібне та все ще придатне для використання лабораторно-дослідницьке обладнання, щоб замінювати спроможності, зруйновані під час війни; 9) планувати повоєнне відновлення науки України з урахуванням майбутніх потреб нації, включаючи модернізацію досліджень, інновацій ранніх етапів та освіти України; 10) заснувати координаційну раду для максимізації впливу, мінімізації надлишковості, суттєвого використання синергії, беручи до уваги питання, пов'язані з дослідниками молодшого і старшого рівня. Зазначений перелік дій підлягає розширенню та коригуванню, враховуючи попередній

досвід роботи з країнами, які постраждали від війни [8].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Питанням є зв'язок між вищезгаданим Будапештським меморандумом 1994 р., підписаним у тому числі РФ, і військовими діями РФ на території України, які розпочалися приблизно через 19 років після підписання меморандуму, у масштабах, яких світ не знав з часів Другої світової війни. Оскільки до підписання цього меморандуму Україна мала третій військово-технічний потенціал світу, то зараз будь-яка країна світу не застрахована від масштабної зовнішньої агресії, широкого несанкціонованого застосування різноманітних бойових засобів і геноциду.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Всебічні заходи, спрямовані на мирне співіснування держав і врегулювання міжнародних конфліктів, залишаються актуальними для світової спільноти [10]. В інформаційну еру подібні заходи потребують відповідного моделювання [11].

Виклад основного матеріалу дослідження. Графічно на осі абсцис можна вимірювати дохід (income) I_1 гравця (країни) 1, а на осі ординат – дохід I_2 гравця 2. Нехай при врегулюванні максимальний дохід кожного гравця становить Q . Тоді крива від точки $(0, Q)$ до точки $(Q, 0)$ обмежує множину можливостей врегулювання (подібно до множини виробничих можливостей) – множину точок, яких сторони можуть досягати шляхом мирної угоди чи компромісу. З іншого боку, кожний гравець $i = 1, 2$ має функцію корисності (utility) U_i з відповідними кривими байдужості. Очевидно, що функція U_i є зростаючою відносно I_i ; ця функція може бути також зростаючою відносно I_j , $j \neq i$. При $U_1 = U_2$ окреме (суб'єктивне) сприйняття (perception) P_1 розподілу доходу гравцем 1 збігається з окремим сприйняттям P_2 розподілу доходу гравцем 2. У точці перетину кривих байдужості (де виконуються рівність $U_1 = U_2$) нижче кривої можливостей врегулювання гравці не досягають врегулювання, а цю точку називають точкою загрози [12]. Область потенційних раціональних врегулювань (potential settlement region, PSR) обмежена кривою можливостей врегулювання та кривими байдужості.

Двома канонічними формами (сімействами) є функції конкурсного успіху (contest success functions, CSFs) [13]: в одній формі наслідок залежить від відношення зусиль військових дій, а в іншій – від різниці таких

зусиль. Цим формам відповідають так звані логіт-функції та пробіт-функції [14].

Для двостороннього конкурсу припустимо, що кожна сторона $i = 1, 2$ поділяє свої ресурси (resources) R_i між зусиллям E_i на продуктивне підприємництво (entrepreneurship) та зусиллям F_i на військові дії (fighting): $R_i = E_i + F_i$. Значення F_1 та F_2 визначають частки (proportions) виграного призу (CSFs) у неперервній моделі конфлікту відношення зусиль:

$$\begin{aligned} p_1 &= (F_1)^m / ((F_1)^m + (F_2)^m)^{-1}, \\ p_2 &= (F_2)^m / ((F_1)^m + (F_2)^m)^{-1}, \end{aligned} \quad (1)$$

де $m > 0$ – деякий параметр. У дихотомічній моделі ці частки інтерпретуватимуться як відповідні ймовірності перемоги. Альтернативну модель різниці зусиль можна записати через логістичні функції:

$$\begin{aligned} p_1 &= (1 + \exp(k(F_2 - F_1)))^{-1}, \\ p_2 &= (1 + \exp(k(F_1 - F_2)))^{-1}, \end{aligned} \quad (2)$$

де $k > 0$ – деякий параметр. Ці функції свідчать про важливість переваги у зусиллях над противником. Параметри m , k можна називати коефіцієнтами рішучості, які показують, наскільки зусилля військових дій впливають на успіх битви. Рівняння (1), (2) можна узагальнювати різними способами, наприклад, через врахування так званих коефіцієнтів бойової ефективності для відповідних зусиль F_i . Показано, що лише форми (1), (2) задовольняють усім можливим критеріям, прийнятним для CSF [15]:

$$p_1 + p_2 = 1; \quad (3)$$

функція $p_1(F_1, F_2)$ є зростаючою по F_1 і спадною по F_2 тощо. Якщо ж p_1 та p_2 інтерпретувати як частки призу, то рівність (3) можна модифікувати, щоб врахувати руйнування внаслідок битви:

$$p_1 + p_2 + \delta(F_1, F_2) = 1, \quad (4)$$

де $\delta(F_1, F_2) > 0$ – частка зруйнованого призу. Чим більша ця частка, тим менш прибутковими є військові дії для обох сторін. Припустимо, що $\delta(F_1, F_2) = 0$. Графічно на осі абсцис можна вимірювати F_1 , а на осі ординат – p_1 . Для $F_2 = 100$ та значень $m = 0.5$, $m = 1$, $m = 3$ можна побудувати графіки функції CSF $p_1(F_1, F_2 = 100, m)$ відношення зусиль: до точки $(F_1 = 100 = F_2, 0.5)$ мають місце нерівності

$$p_1(F_1, F_2 = 100, m = 0.5) >$$

$$p_1(F_1, F_2 = 100, m = 1) > p_1(F_1, F_2 = 100, m = 3),$$

а після цієї точки мають місце протилежні нерівності

$$p_1(F_1, F_2 = 100, m = 0.5) <$$

$p_1(F_1, F_2 = 100, m = 1) < p_1(F_1, F_2 = 100, m = 3)$, причому в цій точці функція $p_1(F_1, F_2 = 100, m = 3)$ має перегиб; функції $p_1(F_1, F_2 = 100, m = 0.5)$ та $p_1(F_1, F_2 = 100, m = 1)$ є увігнутими. Хоча на деяких початкових ділянках ці функції мають збільшувану віддачу від масштабу, вони мають зменшувану віддачу від масштабу для досить великих F_1 .

Для $F_2 = 100$ та значень $k = 0$, $k = 0.02$, $k = 0.04$ можна побудувати графіки функції CSF $p_1(F_1, F_2 = 100, k)$ різниці зусиль: $p_1(F_1, F_2 = 100, k = 0) \equiv 0.5$; до точки $(F_1 = 100 = F_2, 0.5)$ має місце нерівність $p_1(F_1, F_2 = 100, k = 0.02) > p_1(F_1, F_2 = 100, k = 0.04)$, а після цієї точки має місце протилежна нерівність, причому в цій точці функції $p_1(F_1, F_2 = 100, k = 0.02)$ та $p_1(F_1, F_2 = 100, k = 0.04)$ мають перегиб. При $F_1 \leq F_2$ ці функції мають збільшувану віддачу від масштабу, а при $F_1 > F_2$ – зменшувану.

З рівнянь (1) для CSF відношення зусиль впливає, що $p_1(0, F_2) = 0 = p_2(F_1, 0)$, тобто нульові зусилля військових дій означають нульовий успіх. З іншого боку, з рівнянь (2) для CSF різниці зусиль впливає, що нульові зусилля військових дій можуть давати деяку додатну частку призу. Тому для конкретних застосувань обирають модель (1) або (2). Наприклад, для судочинства можна обрати модель (1): постраждала сторона, яка не докладає зусиль (не подає судового позову), має нульові перспективи успіху, позаяк респондент, який не докладає зусиль для захисту, має очікувати несприятливого вироку.

Для військових дій теж можна обрати модель (1), коли зіткнення відбуваються за таких теоретично ідеальних умов, як однорідне поле битви, повна інформація, відсутність втоми. За реалістичніших умов, де відіграє роль те, що генерал фон Клаузевіц (von Clausewitz; народився у 1780 р. у м. Бург (Німеччина), у 1804 р. закінчив Прусську військову академію (започатковану у 1801 р., реорганізовану після Першої світової війни, ліквідовану після Другої світової війни) у м. Берлін (Німеччина), писав теоретичну працю «Про війну» [16], помер у 1831 р. у м. Вроцлав (Польща)) називав тертям (загиблі, біженці, недосконалість інформації, виснаження і втрата управління у сторін), сторона, яка не докладає зусиль (не чинить опору), не обов'язково втрачає все.

Незважаючи на неповноту моделі конфлікту, його технологія дозволяє інтуїтивно виводити деякі наслідки. Коли значення кое-

фіцієнтів рішучості є низькими, то сторони, ймовірно, вибиратимуть мир або знижуватимуть інтенсивність боротьби. У внутрішній політиці конституційний захист політичних меншин знижує рішучість панування політичної більшості та інтенсивність виборчої боротьби. Якщо програш на виборах не веде до позбавлення життя і власності, то людям не потрібні великі інвестиційні зусилля у політичних перегонах. Тому низька явка виборців (voter turnout) на виборах США може вказувати радше на здоровий стан державного управління (polity), ніж на рівень громадянської позиції.

Економічна теорія конфлікту допомагає пояснювати головний парадокс сучасної політики. При перерозподілі багатства від багатих до бідних, який став звичним, багатша половина населення (з багатством вище медіанного рівня) має більшу політичну силу, ніж бідніша половина населення. Водночас бідніша половина населення шукає способи збагачення за рахунок багатшої половини, беручи участь у боротьбі за перерозподіл. У цій боротьбі багатша половина готова поділитися з біднішою половиною, для якої конфлікт має порівняльну перевагу відносно виробництва: у боротьбі за привласнення багаті, на відміну від бідних, стають зручною мішенню.

Аналогічно у військових протиборствах слабша сторона іноді дістає відносну перевагу порівняно з її статус-кво: яскраві приклади – війни США у В'єтнамі та Афганістані. Така відносна перевага тим ймовірніша, чим нижча рішучість. У В'єтнамі факторами зниження рішучості США були специфічна топографія та міжнародні відносини (які виключали застосування ядерної зброї). З іншого боку, якщо рішучість досить висока і панування сили стає вирішальним для результату, то перевагу діставатиме сильніша сторона: така ситуація відповідає природній монополії у галузі конфлікту з безкомпромісною боротьбою (наприклад, боротьбою між Римом і Карфагеном, між так званими білими і червоними під час громадянської війни в Російській імперії після повалення царизму). Хоча багато аспектів технології конфлікту потребують глибших досліджень, зокрема моделювання захисту і нападу, уваги заслуговують дві конкретні моделі.

Як немає універсальної моделі економіки обміну (яка охоплює досконалу конкуренцію та монополію з їх різноманітними проміжними варіантами, однопіріодні та багатопіріодні взаємодії, виробництво із збільшуваною та

зменшуваною віддачею від масштабу, умовами симетричної або асиметричної інформації тощо), так і немає єдиної найкращої моделі конфлікту [17]. Серед великої кількості моделей слід обирати модель з потрібними застосуваннями: одна модель конфлікту може бути підходити до ситуації, де сторони мають рівноправні стосунки, а інша модель – до ієрархічної ситуації боротьби між нижчими та вищими шарами популяції.

Вивчимо спочатку питання, чи конфлікт веде до збагачення багатих і збіднення бідних. Виявляється, що зміни єдиного параметра достатньо для збільшення чи зменшення майнової нерівності (відносно статус-кво) внаслідок конфлікту. Можливі конфліктні взаємодії включають не лише діяльності з виробництва й обміну, але й такі причинно-наслідкові зв'язки: ресурси E_i на виробничу діяльність визначають, в основному, суспільний агрегат наявного доходу, а частка ресурсів F_i на конфліктну діяльність визначає, в основному, розподіл агрегованого доходу між сторонами. Ці міркування відбиває система рівнянь, яка включає чотири логічні елементи.

1. Кожна сторона $i=1,2$ має розділити свої екзогенно задані ресурси R_i між продуктивними зусиллями E_i та військовими зусиллями F_i :

$$R_i = E_i + F_i, \quad i=1,2. \quad (5)$$

2. Продуктивну технологію виражає агрегована виробнича функція, що показує, як поєднання продуктивних зусиль E_1 та E_2 визначає загальний суспільний дохід I , наявний для поділу між двома сторонами:

$$I = A((E_1)^{s-1} + (E_2)^{s-1})^s, \quad (6)$$

де: A – індекс загальної продуктивності, який зростає в часі, бо завдяки технічному прогресу зростають в часі випуски за рахунок ресурсних входів; s – індекс доповнюваності, який зростає в часі завдяки розвитку тісних і синергійних зв'язків націй, наприклад, через міжнародну торгівлю (оскільки значення $s < 1$ означатимуть зростання граничних продуктів продуктивних входів, то припускається $s \geq 1$). Виробнича функція (6) характеризується постійною віддачею від масштабу і CES.

3. CSFs виражаються функціями (1) і задають технологію конфлікту – входи F_1 та F_2 військових зусиль, а також частки p_1 та p_2 при поділі призу (задовольняють рівності (3)).

4. Рівняння розподілу доходу визначають досягнуті сторонами рівні доходу

$$I_1 = p_1 I, \quad (7)$$

$$I_2 = p_2 I. \quad (8)$$

Ці рівняння означають, що весь дохід потрапляє у спільний пул, звідки кожна сторона може захопити частину, пропорційну значенню своєї CSF. У загальному випадку суперники також мають можливості генерування доходу, який не підлягає захопленню. Графічно на осі абсцис можна вимірювати F_1 , а на осі ординат – F_2 , щоб зображати криву реакції (reaction curve, RC) $F_1 = RC_1(F_2)$ та криву реакції $F_2 = RC_2(F_1)$ відповідно до концепції Курно (Cournot; народився у 1801 р. у м. Гре (Франція), здобув наукові ступені ліцензіата Вищої нормальної школи у 1823 р., ліцензіата з права університету Сорбонни у 1827 р., доктора наук з математики Паризького університету у 1829 р., помер у 1877 р. у м. Париж (Франція)): за цією концепцією, крива реакції вказує оптимальні військові зусилля кожної сторони при даному відповідному рішенні іншої сторони. Рішенням (рівновагою) Курно є перетин кривих $F_1 = RC_1(F_2)$ та $F_2 = RC_2(F_1)$.

Сторона 1 максимізує по F_1 цільову функцію (7)

$$I_1 = p_1 I$$

$$= (F_1)^m ((F_1)^m + (F_2)^m)^{-1} A((E_1)^{s-1} + (E_2)^{s-1})^s$$

при обмеженні (5) $E_1 = R_1 - F_1$,

а сторона 2 максимізує по F_2 цільову функцію (8) при обмеженні (5) (нехай оптимальне значення F_1 менше R_1):

$$0 = \frac{\partial I_1}{\partial F_1} = I \frac{\partial p_1}{\partial F_1} + p_1 \frac{\partial I}{\partial F_1}, \quad (9)$$

$$\frac{\partial p_1}{\partial F_1} = \frac{m(F_1)^{m-1}((F_1)^m + (F_2)^m) - (F_1)^m m(F_1)^{m-1}}{((F_1)^m + (F_2)^m)^2} =$$

$$\frac{m(F_1)^{m-1}(F_2)^m}{((F_1)^m + (F_2)^m)^2}, \quad (10)$$

$$\frac{\partial I}{\partial F_1} = A s ((E_1)^{s-1} + (E_2)^{s-1})^{s-1} (s-1) (E_1)^{s-1-1} (-1) =$$

$$-A ((E_1)^{s-1} + (E_2)^{s-1})^{s-1} (E_1)^{s-1-1}, \quad (11)$$

$$A ((E_1)^{s-1} + (E_2)^{s-1})^{s-1} (E_1)^{s-1-1}$$

$$(F_1)^m ((F_1)^m + (F_2)^m)^{-1} = -p_1 \frac{\partial I}{\partial F_1} =$$

$$= I \frac{\partial p_1}{\partial F_1} = A ((E_1)^{s-1} + (E_2)^{s-1})^s,$$

$$m(F_1)^{m-1}(F_2)^m ((F_1)^m + (F_2)^m)^{-2}$$

$$(E_1)^{s-1-1} F_1 =$$

$$((E_1)^{s-1} + (E_2)^{s-1}) m (F_2)^m ((F_1)^m + (F_2)^m)^{-1},$$

$$\frac{F_1}{(F_2)^m} = \frac{m((E_1)^{s-1} + (E_2)^{s-1})(E_1)^{1-s-1}}{(F_1)^m + (F_2)^m} =$$

$$= \frac{m E_1 (1 + (E_2 (E_1)^{-1})^{s-1})}{(F_1)^m + (F_2)^m}. \quad (12)$$

Аналогічно, в силу симетрії, знаходимо функцію реакції $F_2 = RC_2(F_1)$.

Отже, в моделі з CSF відношення зусиль збільшення загальної економічної продуктивності не впливає на розміщення ресурсів між виробничими зусиллями та зусиллями військових дій. Інтуїтивно збільшення A підвищує граничну прибутковість як виробничої діяльності, так і конфліктної діяльності в однаковій пропорції. Проте в моделі з CSF різниці зусиль загальне поліпшення продуктивності буде посилювати відносний вигравш багатшого суперника, якому тоді простіше збільшувати свій абсолютний обсяг зусиль військових дій. Тоді в умовах оптимальності (9) замість співвідношень (1), (10) матимемо

$$\frac{\partial p_1}{\partial F_1} = \frac{k \exp(k(F_2 - F_1))}{(1 + \exp(k(F_2 - F_1)))^2}.$$

За симетрії $F_1 = F_2$, $E_1 = E_2$, співвідношення (12) матиме вигляд

$$(F_1)^{1-m} = \frac{F_1}{(F_1)^m} = \frac{m E_1 (1 + (E_1 (E_1)^{-1})^{s-1})}{(F_1)^m + (F_1)^m} = \frac{2 m E_1}{2 (F_1)^m},$$

$$F_1 = m E_1,$$

$$R_1 = R_2 = E_1 + m E_1 = (m + 1) E_1,$$

$$E_1 = (m + 1)^{-1} R_1,$$

$$F_1 = m (m + 1)^{-1} R_1.$$

Отже, частка наявних ресурсів, яка виділяється на взаємно марнотратні зусилля військових дій, зростає при збільшенні m . При $m = 1$ ця частка дорівнює половині. Якщо $A = s = m = 1$, $R_1 = R_2 = 100$, то $F_1 = F_2 = 50$,

$$E_1 = E_2 = 50, \quad I_1 + I_2 = I =$$

$$A((E_1)^{s-1} + (E_2)^{s-1})^s = 1 \times (50^{1-1} + 50^{1-1})^1 = 100,$$

$$I_1 = I_2 = 50.$$

Парадокс сили (paradox of power, POP) виникає тоді, коли переважаюче ресурсне відношення $R_1(R_2)^{-1} > 1$ не відбивається відповідним чином у досягнутому відношенні доходів $I_1(I_2)^{-1}$, тобто $1 < I_1(I_2)^{-1} < R_1(R_2)^{-1}$ (слабка форма POP). POP у сильній формі означає, що при змішаних конфліктно-кооперативних взаємодіях протиборчі сторони досягають однакових доходів (іншими словами, $I_1(I_2)^{-1} = 1$) незалежно від початкового ресурсного відношення $R_1(R_2)^{-1}$. Сильна форма POP виникає, наприклад, тоді, коли збільшення ресурсів, скажімо, сторони 1 (поява ресурсної асиметрії (нерівності) $R_1 > R_2$) змінює криві реакції

обох сторін так, що у точці їх перетину настає рівність $F_1 = F_2$. Тоді має місце

$$E_1(R_1)^{-1} = (R_1 - F_1)(R_1)^{-1} = 1 - F_1(R_1)^{-1} > \\ 1 - F_2(R_2)^{-1} = E_2(R_2)^{-1}.$$

Рівноважна стратегія сторони 1 полягає у тому, щоб у першому раунді вибрати рівень $F_1 = F_1^*$ військових зусиль, рівносильний вибору рівня $F_1 = 0$ з точки зору оптимальності реакції, а у другому раунді атакувати при $F_1^* > F_2^*$. Аналогічно рівноважна стратегія сторони 2 полягає у тому, щоб у першому раунді вибрати рівень $F_2 = F_2^*$ військових зусиль, рівносильний вибору рівня $F_2 = 0$ з точки зору оптимальності реакції, а у другому раунді атакувати при $F_2^* > F_1^*$. Ці рівноважні стратегії є взаємно найкращими відгуками сторін на рішення одна одної, формуючи рівновагу Неша, узгоджену з послідовною раціональністю.

Досконала рівновага Байєса (Томас Байєс (Bayes) народився у 1701 р. у м. Хертфордшир (Англія), у 1719–1722 рр. вивчав теологію та логіку в університеті Единбурга (заснованому у 1583 р.), помер у 1761 р. у м. Лондон (Англія)) – це поняття рівноваги, що стосується динамічних ігор з неповною інформацією (послідовних байєсівських ігор), є рівновагою Неша й уточнює байєсівську рівновагу Неша. Досконала рівновага Байєса передбачає стратегії та переконання (beliefs) гравців. Стратегія гравця за умови даної інформаційної множини вказує його вибір дій за умови такої множини, яка може залежати від історії (від попередніх дій в цій грі, наприклад, послідовній грі). Переконання гравця за умови даної інформаційної множини визначає його суб'єктивне переконання про те, якої точки цієї множини досяг процес гри. Переконанням гравця може бути розподіл ймовірності на точках цієї множини, наприклад, розподіл ймовірності щодо можливих типів інших гравців. Узгодженість (consistency) з послідовною раціональністю означає, що кожне переконання має оновлюватися відповідно до рівноважних стратегій та спостережуваних дій, а також правила Байєса на кожному шляху, досягнутому в рівновазі з додатною ймовірністю. На шляхах, які досягаються з нульовою ймовірністю (шляхах поза рівноваги), теж слід вказувати переконання (які можуть бути довільними на цих шляхах). Формально система переконань – це суб'єктивне уявлення про значення ймовірностей у кожній точці (кожному вузлі) будь-якої інформаційної множини, сума яких дорівнює 1.

Стратегії та переконання мають задовольняти тим умовам, що кожна стратегія гравця

є оптимальною з погляду його очікуваного виграшу при його заданих переконаннях. Висновок зазначеної двораундової моделі полягає у тому, що рішення у першому раунді, які адекватно і симетрично відповідають загрози війни, можуть підтримувати мир, стримуючи війну [18].

Ця модель неявно припускає, що переваги у військовій технології недостатньо для успішної атаки. Проте очевидно, що будь-яка перевага у нападі підвищуватиме шанси рішення атакувати у другому раунді, дестабілізуючи взаємовигідну рівновагу. Відповідно будь-яка перевага у захисті зміцнюватиме цю рівновагу.

З моделі випливає взаємовигідність підтримання миру, а війна часто пояснюється притаманною людині ірраціональністю та критичним звуженням PSR внаслідок зловмисних (malevolent) переваг, дисгармонійних можливостей, завищених оцінок своїх сил (оптимістичного сприйняття). Зловмисні переваги у термінах моделі, по суті, означають, що сторона готова платити за зниження доходу опонента (зазвичай припускається нейтральність переваг): такі переваги зменшуватимуть виграші (корисності) рішень не атакувати відносно рішень атакувати у другому раунді, очевидно, збільшуючи вірогідність рішення атакувати принаймні однією зі сторін.

Коли можливості є гармонійними, то корелюються виграші обох сторін в ситуації миру. Оскільки в ситуації миру даної моделі сторона $i=1,2$ виграє $0.5V - \gamma F_i^* - (0.5V - F_i^*) = (1 - \gamma)F_i^*$ ($\gamma < 1$, V – цінність (value) призу) порівняно з іншими ситуаціями, то в цій моделі можливості є гармонійними. Коли ж вартість призу не поділяється порівну, то можливості стають менш гармонійними, а ймовірність війни збільшується. Якщо в моделі припускається повна інформація сторін, передбачаючи узгодженість і точність взаємного сприйняття, то оптимістична упередженість сторони підвищує вірогідність її рішення атакувати. Водночас наступальна перевага у військовій технології може вести до певного виправданого (warranted) оптимізму щодо наслідків рішення атакувати, дестабілізуючи рівновагу миру (озброєного врегулювання) при загрози війни. Пропонована модель не гарантує ситуації миру у будь-якому місці у будь-який час, бо у світі у деякий час у певному місці може створитися ситуація звуження PSR.

Кожна модель має сферу своєї застосовності до реального світу. Обмеження моделі

включають не лише згадані припущення щодо переваг, можливостей, оцінок (сприйняття), але й багато інших специфічних (неявних) умов моделювання, наприклад, складу сторони (наприклад, сторона може включати низку достатньо автономних одиниць або суб'єктів), періодів часу для прийняття рішень (формування стратегії), способів зовнішнього регулювання конфлікту тощо. Досягнення односторонньої переваги і досягнення взаємних переваг включають стандартні спільні економічні елементи: 1) оптимізація при ресурсних обмеженнях на рівні особи, яка приймає рішення; 2) визначення рівноваги, що балансує та інтегрує окремі приватні рішення цих осіб на агрегованому рівні.

У стандартній економічній теорії така рівновага має задовольняти теоремі Коуза (Coase) (народився у 1910 р. у м. Лондон (Англія), у 1951 р. здобув науковий ступінь доктора філософії з економіки Університету Лондон, Нобелівський лауреат 1991 р., помер у 2013 р. у м. Чикаго (США)) при традиційних припущен-

нях, аналог якої у теорії конфлікту можна називати теоремою Макіавеллі (Machiavelli) (народився і помер у 1469 р. і 1527 р. відповідно у м. Флоренція (Італія), здобув добру домашню освіту, секретар військового магістрату Десятьох, секретар ополчення Дев'ятьох, дипломат, поет, драматург, автор книг «Флорентійські хроніки. Державець» [19], «Державець. Про військове мистецтво» [20] та інших, керівник наглядачів за укріпленнями) [21]: якщо теорема Коуза стверджує, що в рівновазі кожна особа не втрачає нагоди взаємовигідного обміну.

Висновки. За теоремою Макіавеллі, кожна особа не втрачає нагоди капіталізувати можливість експлуатації іншої особи. Пропоновані моделі можуть служити для підтримки прийняття рішень не лише для військових дій, але й для конфліктних ситуацій загалом, наприклад, для перерозподілів доходів в економіці, ієрархій тваринного домінування в зоології, біології та екології, сімейних або корпоративних спорів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Hirshleifer J. Theorizing about conflict. *Handbook of defense economics*. Vol. 1. K.Hartley, T.Sandler (eds.) North Holland, 1995. P. 165–189.
2. Snyder G. J. Mearsheimer's world: offensive realism and the struggle for security. *International Security*. 2002, Summer. 27 (1). P. 149–173.
3. Henrikson A. K. Henry Kissinger, geopolitics, and globalization. *The Fletcher Forum of World Affairs*. 2003, Winter/Spring. 27 (1). P. 95–123.
4. *The SAGE Handbook of Conflict Resolution*. J.Bercovitch, V.Kremenyuk, I.W.Zartman (eds.) London: SAGE Publications, 2009. 682 p.
5. Горбулін В. П., Власюк О. С., Лібанова Е. М., Ляшенко О. М. Збройний конфлікт в Україні у термінах геополітики. *Суспільно-політичні процеси*. 2016. Вип. 3. С. 61–86.
6. Zagorodny A. President of National Academy of Sciences of Ukraine calls for solidarity. *Correspondence. Nature*. 2022, March 10. Vol. 603. P. 228.
7. Stone R. Dirty bomb ingredients go missing from Chernobyl lab. *Science*. 2022, March 31. Vol. 376. 6588. P. 12–13.
8. Duszyński J., McNutt M., Zagorodny A. A future for Ukrainian science. *Science*. 2022, June 17. 376 (6599). P. 1249.
9. Горбачук В. М., Кошулько А. І., Сирку А. А. Організація аналізу динаміки військових індексів України та сусідніх держав у 1990–2016 рр. *Невідкладні заходи з протидії російській агресії з Криму: політичні, юридичні, економічні, управлінські та соціальні аспекти*. Київ – Одеса : Представництво Президента України в АРК; Національна академія державного управління при Президентові України; Фенікс, 2018. С. 32–41.
10. Горбачук В. М. Розвиток математичної економіки європейськими державними діячами. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: економічні науки*. 2014. Вип. 9. Ч. 7. С. 220–225.
11. Горбачук В. М. Модель формування кордонів. В. М. Глушков – піонер кібернетики. Київ : НТУУ «КПІ», 2014. С. 137–139.
12. Горбачук В. М., Сулейманов С.-Б., Батіг Л. О. До економічної теорії міжнародних конфліктів. *Економіка та суспільство*. 2022. 38. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-38-1>.
13. Hirshleifer J. Conflict and rent-seeking success functions: ratio vs. difference models of relative success. *Public Choice*. 1989. 63 (2). P. 101–112.
14. Dixit A. Strategic behavior in contests. *American Economic Review*. 1987. 77 (5). P. 891–898.
15. Skaperdas S. Contest success functions. *Economic Theory*. 1996. 7 (2). P. 283–290.

16. Клаузевиц К. *О войне*. А.Рачинский (пер.) Харьков : Фолио, 2020. 640 с.
17. Hirshleifer J. The paradox of power. *Economics & Politics*. 1991. 3 (3). P. 177–200.
18. Intriligator M. D. Strategic considerations in the Richardson model of arms races. *Journal of Political Economy*. 1975. 83 (2). P. 339–353.
19. Макиавеллі Н. *Флорентійські хроніки*. Державець. А. Перепадя (пер.). Київ : Основи, 1998. 492 с.
20. Макиавеллі Н. *Державець. Про військове мистецтво*. Я. Мишанич (пер.) Київ : Андронум, 2021. 222 с.
21. Hirshleifer J. The dark side of the force. *Economic Inquiry*. 1994. 32 (1). P. 1–10.

REFERENCES:

1. Hirshleifer J. (1995) Theorizing about conflict. *Handbook of defense economics*. Vol. 1. K. Hartley, T. Sandler (eds.) North Holland, pp. 165–189.
2. Snyder G. J. (2002) Mearsheimer's world: offensive realism and the struggle for security. *International Security*, Summer, 27 (1), pp. 149–173.
3. Henrikson A. K. (2003) Henry Kissinger, geopolitics, and globalization. *The Fletcher Forum of World Affairs*, Winter/Spring, 27 (1), pp. 95–123.
4. The SAGE Handbook of Conflict Resolution (2009) J. Bercovitch, V. Kremenyuk, I. W. Zartman (eds.). London: SAGE Publications, 682 p.
5. Horbulin V., Vlasyuk O., Libanova E., Lyashenko O. (2016) Zbroyni konflikt v Ukraini u terminakh heopolytyky [The armed conflict at Ukraine in terms of geopolitics]. *Suspilno-politychni protsesy [Public political processes]*, issue 3, pp. 61–86. (in Ukrainian)
6. Zagorodny A. (2022) President of National Academy of Sciences of Ukraine calls for solidarity. Correspondence. *Nature*, March 10, Vol. 603, p. 228.
7. Stone R. (2022) Dirty bomb ingredients go missing from Chernobyl lab. *Science*, March 31, Vol. 376, 6588, pp. 12–13.
8. Duszyński J., McNutt M., Zagorodny A. (2022) A future for Ukrainian science. *Science*, June 17, 376 (6599), p. 1249.
9. Gorbachuk V. M., Koshulko A. I., Syrku A. A. (2018) Orhanizatsiia analizu dynamiky viiskovykh indeksiv Ukrainy ta susidnikh derzhav u 1990–2016 rr. [Organization of analysis for the dynamics of military indices in Ukraine and neighboring countries in 1990–2016]. *Nevidkladni zakhody z protydii rosiiskii ahresii z Krymu: politychni, yurydychni, ekonomichni, upravlinski ta sotsialni aspekty [Urgent measures to counter the Russian aggression from Crimea: political, legal, economic, managerial and social aspects]*. Kyiv – Odesa: Predstavnytstvo Prezidenta Ukrainy v ARK [Representation of the President of Ukraine in the ARC]; Natsionalna akademiia derzhavnoho upravlinnia pry Prezidentovi Ukrainy [National Academy of Public Administration under the President of Ukraine]; Feniks [Phoenix], pp. 32–41. (in Ukrainian)
10. Gorbachuk V.M. (2014) Rozvytok matematychnoi ekonomiky yevropeiskymy derzhavnymy diiachamy [Development of mathematical economics by the European statesmen]. *Naukovyi visnyk Khersonskoho derzhavnoho universytetu. Seriya: ekonomichni nauky [Scientific Bulletin of Kherson State University. Series Economic Sciences]*, issue 9, part 7, pp. 220–225. (in Ukrainian)
11. Gorbachuk V.M. (2014) Model formuvannia kordoniv [The model for formation of borders]. *V.M.Glushkov – pioner kibernetiky [V.M.Glushkov – pioneer of cybernetics]*. Kyiv: NTUU «KPI», pp. 137–139. (in Ukrainian)
12. Gorbachuk V. M., Suleimanov S.-B., Batih L. O. (2022) Do ekonomichnoi teorii mizhnarodnykh konfliktiv [To economic theory of international conflict]. *Ekonomika ta suspilstvo [Economy and society]*, 38. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-38-1> (in Ukrainian)
13. Hirshleifer J. (1989) Conflict and rent-seeking success functions: ratio vs. difference models of relative success. *Public Choice*, 63 (2), pp. 101–112.
14. Dixit A. (1987) Strategic behavior in contests. *American Economic Review*, 77 (5), pp. 891–898.
15. Skaperdas S. (1996) Contest success functions. *Economic Theory*, 7 (2), pp. 283–290.
16. Klausewitz K. (2020) *O vojne [Vom Kriege]*. A.Rachinskii (transl.) Kharkiv: Folio, 640 p. (in Russian)
17. Hirshleifer J. (1991) The paradox of power. *Economics & Politics*, 3 (3), pp. 177–200.
18. Intriligator M. D. (1975) Strategic considerations in the Richardson model of arms races. *Journal of Political Economy*, 83 (2), pp. 339–353.
19. Machiavelli N. (1998) *Florentiiski khroniky. Derzhavets [Florentine chronicles. The statesman]*. A.Perepadiya (transl.). Kyiv: Osnovy, 492 p. (in Ukrainian)
20. Machiavelli N. (2021) *Derzhavets. Pro viiskove mystetstvo [Statesman. Art of war]*. Y. Myshanych (transl.) Kyiv: Andronum, 222 p. (in Ukrainian)
21. Hirshleifer J. (1994) The dark side of the force. *Economic Inquiry*, 32 (1), pp. 1–10.