

ЗАСТОСУВАННЯ ЗМІШАНИХ СТРАТЕГІЙ ПРИ УПРАВЛІННІ МІЖНАРОДНИМИ ВАНТАЖНИМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ

Прокудін Г.С., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, p_g_s@ukr.net, orcid.org/0000-0003-2077-5746

Хоботня Т.Г., Національний транспортний університет, Київ, Україна, evol_tanya@ukr.net, orcid.org/0000-0001-7094-6297

Третиниченко Ю.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, yuriy.tretynychenko@gmail.com, orcid.org/0000-0002-3797-9035

Коп'як Н.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна, neliakopiak@ukr.net, orcid.org/0000-0001-8539-9193

APPLICATION OF MIXED STRATEGIES WHEN MANAGING INTERNATIONAL FREIGHT TRANSPORTATION

Prokudin H.S., Doctor of Technical Sciences, National Transport University, Kyiv, Ukraine, p_g_s@ukr.net, orcid.org/0000-0003-2077-5746

Khobotnia T.H., National Transport University, Kyiv, Ukraine, evol_tanya@ukr.net, orcid.org/0000-0001-7094-6297

Tretynychenko Yu.O., Candidate of Sciences (Engineering), National Transport University, Kyiv, Ukraine, yuriy.tretynychenko@gmail.com, orcid.org/0000-0002-3797-9035

Kopiak N.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine, neliakopiak@ukr.net, orcid.org/0000-0001-8539-9193

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СМЕШАННЫХ СТРАТЕГИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ МЕЖДУНАРОДНЫМИ ГРУЗОВЫМИ ПЕРЕВОЗКАМИ

Прокудин Г.С., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, p_g_s@ukr.net, orcid.org/0000-0003-2077-5746

Хоботня Т.Г., Национальный транспортный университет, Киев, Украина, evol_tanya@ukr.net, orcid.org/0000-0001-7094-6297

Третиниченко Ю.О., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, yuriy.tretynychenko@gmail.com, orcid.org/0000-0002-3797-9035

Копяк Н.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина, neliakopiak@ukr.net, orcid.org/0000-0001-8539-9193

Постановка проблеми. Теорія ігор займається математичним дослідженням моделей прийняття оптимальних рішень в умовах конфліктних ситуацій. Тобто основна мета застосування теорії ігор для будь-якого соціально-економічного явища або процесу полягає у дослідженні питань поведінки та розробці оптимальних стратегій (правил поведінки) для кожного з учасників конфліктної ситуації. Розв'язання суперечностей за допомогою теорії ігор можливе лише після проведення математичного моделювання ситуації у вигляді гри. Одна з характерних рис будь-якого процесу полягає у множинності, різнобічності інтересів, в наявності сторін, що мають не завжди однакові інтереси та цілі стосовно явища та його результату.

Адекватна математична модель соціально-економічного явища повинна відображати властиві йому риси: відмінність інтересів сторін – учасників, а також різноманітність відповідних дій, які ці сторони можуть здійснювати для досягнення своїх цілей [1, 2].

Задачі прийняття рішень в умовах невизначеності близькі за ідеями та методами до теорії ігор. Але, основна відмінність полягає в тому, що для таких задач відсутні конфліктна ситуація та протидія супротивників, і притаманний елемент невизначеності або ризику, пов'язаний із недостатньою поінформованістю про умови, в яких необхідно буде приймати рішення відповідальній особі (особа, яка приймає рішення – ОПР). Такі умови для будь-якого соціально-економічного явища залежать від дійсності, яку прийнято називати природою (іноді – середовищем), поведінка якої невідома і не містить свідомої протидії [3, 4].

Під терміном «природа» розуміють всю сукупність зовнішніх обставин, в яких ОПР необхідно буде приймати рішення. В іграх з природою ступінь невизначеності зростає при прийнятті рішення ОПР, так як у стратегічних іграх кожний із її учасників очікує гіршого для себе результату від дій супротивника, то природа навпаки може приймати такі відповідні дії, які їй зовсім не вигідні, але будуть вигідні для ОПР.

Зазвичай людина (ОПР), здійснюючи будь-яку соціально-економічну дію, стикається з проблемою прийняття рішення в умовах множини факторів, які впливають на саме рішення. В подібних випадках ефективно використовувати матричні ігри, які допомагають спростити ситуацію, яка склалася і повністю оцінити важливість кожного з факторів. Прийняття рішення в умовах невизначеності – це одна із задач теорії оптимальних рішень. Для вирішення подібних ситуацій розроблені спеціальні математичні методи, які розглядаються у теорії ігор [5, 6].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідженню теоретичних та практичних питань застосування теорії ігор на практиці присвячені праці багатьох науковців, серед яких О.С. Вентцель, Б.В. Гніденко, І.М. Коваленко, М.М. Воробйов, А.В. Катренко, Н.Т. Кунда та ін.

Значний вклад у формування і розвиток даного напрямку внесли зарубіжні вчені А. Кофман, Г. Данціг, Р. Акоф, Р. Черчмен, Дж. Нейман, О. Моргенштерн, Т. Сааті та ін.

Мета статті. Метою даної статті є вивчення особливостей рішення задач по визначенню рекомендацій щодо застосування оптимальних стратегій гравця при виконанні міжнародних автомобільних вантажних перевезень з використанням теорії статистичних рішень, а саме математичної моделі «Гра з природою». У якості гравця розглядатиметься автопідприємство, яке виконуватиме перевезення вантажів автомобільним транспортом за конкретним маршрутом із застосуванням існуючих тарифів, а природою виступатиме невизначеність щодо попиту на обсяги перевезень у цьому напрямку. Рекомендації надаватимуться відповідно до вирішальних правил застосування критеріїв Вальда, Лапласа, Севіджа та Гурвіца. Також на конкретному прикладі процесу перевезення вантажів у міжнародному сполученні розглянемо застосування змішаних стратегій, виконавши розрахунки за допомогою табличного процесора *Excel*.

Виклад основного матеріалу. Формально вивчення ігор з природою, так само, як і стратегічних ігор, повинно починатися із побудови платіжної матриці. Даний процес є трудомістким та відповідальним етапом підготовки прийняття рішення. Помилки у платіжній матриці недопустимі і в подальшому не будуть компенсовані ніякими розрахунковими методами, що може привести до неправильного кінцевого результату [7].

Особливість ігор з природою полягає в тому, що в таких іграх приймає рішення тільки один гравець (ОПР). Другим учасником виступає природа, яка визначає зовнішні фактори, в яких відбувається певне соціально-економічне явище і в яких необхідно запропонувати використання тої чи іншої стратегії гравця.

Існує два класичних різновиди задач ігор з природою:

- задачі прийняття рішень в умовах ризику, коли відомі ймовірності знаходження природи у кожному із можливих станів;
- задачі прийняття рішення в умовах невизначеності, коли відсутня інформація щодо ймовірностей появи станів природи.

Отже, змодельємо у термінах гри з природою ситуацію такого соціально-економічного явища як процес транспортування вантажів автомобільним транспортом у міжнародному сполученні, а саме у країну Польща і побудуємо для неї платіжну матрицю в умовах невизначеності, коли відсутня інформація щодо ймовірностей появи станів природи.

1. Постановка гри.

Для початку визначимо учасників гри:

Гравець – це автопідприємство, яке виконує перевезення вантажів автомобільним транспортом у міжнародному сполученні і повністю відповідає за організацію процесу доставки вантажів автомобільним транспортом на маршруті Київ–Варшава.

Природа – це обсяги вантажів, які необхідно доставити у міжнародному сполученні по маршруту Київ–Варшава, відповідно до отриманих замовлень (попит на перевезення на конкретному напрямку).

Стратегії гравця – середній обсяг вантажів в тонах, який може бути доставлений замовникам власним або комбінованим (власним та запозиченим) рухомим складом (РС). Приймаємо значення $X_i = (100, 110, 120, 130, 140, 150)$, де $i = 1, 2, \dots, 6$.

Стратегії природи – необхідний обсяг вантажу в тонах, який залежить від поточних потреб замовників перевезень, тобто числове значення попиту на перевезення на маршруті Київ–Варшава. Приймаємо значення $S_j = (50, 100, 150, 200)$, де $j = 1, 2, \dots, 4$.

2. Побудова матриці виграшів та рекомендації щодо вибору критеріїв.

Елементи матриці a_{ij} – це різниця між тарифом замовників, який вони повинні будуть оплатити для виконання замовлень на перевезення певного обсягу вантажів на маршруті Київ – Варшава та безпосередніми затратами автопідприємства на організацію процесу транспортування вантажів, тобто це очікуваний прибуток підприємства.

Приймаємо, що обсяг вантажу у 100 тон є можливість транспортувати власним РС підприємства, все що більше – потребує залучення додаткових запозичених автомобілів, а відповідно, додаткових витрат на пошук та оренду цих автомобілів, що відобразиться на вартості перевезення одиниці вантажу.

Для виконання процесу транспортування власним РС приймаємо значення вартості 18 євро/т, при залученні запозичених автомобілів, приймаємо додатково плюс 4 євро/т.

Безпосередньо на виконання перевезення встановлюємо тариф 30 євро на кожен замовлену тону вантажу. Якщо станеться, що попит перевищуватиме пропозицію, то підвищуємо тариф на 10%. Результати розрахунків виграшів представлено у тис. євро (табл. 1).

Таблиця 1 – Платіжна матриця (a_{ij})

Table 1 – Payment matrix (a_{ij})

	Вартість доставки для замовника (тис. євро)	$30 \cdot 50=1,5$	$30 \cdot 100=3$	$30 \cdot 150=4,5$	$30 \cdot 200=6$
Собівартість доставки (тис. євро)	$X_i \backslash S_j$	50	100	150	200
$100 \cdot 18=1,8$	100	$1,5-1,8=-0,3$	$3-1,8=1,2$	$(30 \cdot 1,1 \cdot 100)-1800=1,5$	1,5
$100 \cdot 18+10 \cdot 22=2,02$	110	$1,5-2,02=-0,52$	$3-2,02=0,98$	$(30 \cdot 1,1 \cdot 110)-2020=1,61$	1,61
$100 \cdot 18+20 \cdot 22=2,24$	120	$1,5-2,24=-0,74$	$3-2,24=0,76$	$(30 \cdot 1,1 \cdot 120)-2240=1,72$	1,72
$100 \cdot 18+30 \cdot 22=2,46$	130	$1,5-2,46=-0,96$	$3-2,46=0,54$	$(30 \cdot 1,1 \cdot 130)-2460=1,83$	1,83
$100 \cdot 18+40 \cdot 22=2,68$	140	$1,5-2,68=-1,18$	$3-2,68=0,32$	$(30 \cdot 1,1 \cdot 140)-2680=1,94$	1,94
$100 \cdot 18+50 \cdot 20=2,8$	150	$1,5-2,8=-1,3$	$3-2,8=0,2$	$4,5-2,8=1,7$	$(30 \cdot 1,1 \cdot 150)-2800=2,15$
	β_j	-0,3	1,2	1,94	2,15

Для знаходження оптимальної стратегії застосуємо чотири з існуючих критеріїв вибору оптимального рішення, а саме критерії Вальда, Лапласа, Севіджа та Гурвіца.

Дамо коротку характеристику кожному із обраних критеріїв.

Максимінний критерій Вальда використовують у ситуаціях, коли дуже бояться програти. Він виражає позицію «крайнього песимізму» і орієнтується на найгірші умови. Оптимальна стратегія, вибрана за критерієм Вальда, гарантує виграш у будь-якому випадку не менший ніж «нижня ціна» гри з природою.

Минимаксний критерій Севіджа теж край песимістичний, але орієнтується на ризик. Його використовують, якщо ризик прийнятний, і замовник вкладає кошти, щоб потім не пожалкувати, що мало вклав. Оптимальна стратегія буде та, при якій величина ризику в найгірших умовах мінімальна.

Нейтральний критерій Лапласа застосовують, коли немає інформації про обставини, в яких приймається рішення. В такому випадку всі стани природи вважають рівномірними. Оптимальна стратегія та, що дає максимальний середній виграш.

Критерій Гурвіца передбачає більш урівноважений вибір між позицією крайнього песимізму та позицією крайнього оптимізму. Вибирають стратегію, у рядку якої стоїть найбільший елемент платіжної матриці. Коефіцієнт довіри α вибирають з суб'єктивних міркувань: чим небезпечніша

ситуація і чим більше ми хочемо підстрахуватися, чим менша наша схильність до ризику, тим ближче α до нуля. Значення $\alpha = 0,5$ приймають за деяку «середню» точку зору. При впевненості в удачі α приймають близьким до одиниці. При $\alpha = 0$ критерій Гурвіца перетворюється у критерій Вальда.

У ситуації невизначеності є декілька можливих станів природи і різні стратегії забезпечують в кожному стані різний виграш. Тобто, у нас є декілька стратегій, кожна з яких представляє собою сукупність значень виграшів при відповідних станах природи. Ці виграші неможливо просто математично порівняти, використовуючи поняття «більше-менше». І якщо серед стратегій немає домінуючих, це значить, що при різних станах природи найкращий результат можна отримати при різних стратегіях. Порівняти їх між собою та вибрати оптимальний можливо за допомогою так званих критеріїв вибору.

Основна ідея будь-якого критерію: замінити цілу множину значень виграшів одним числовим показником, який характеризує дані виграші з певної точки зору, а потім, просто порівняти між собою числові значення цих показників. Для якої стратегії цей числовий показник виявиться «кращим» та стратегія і буде вважатися оптимальною за даним критерієм.

Однак істотним недоліком будь-якого критерію є «втрата інформації» через «стиснення» цілої множини значень виграшів у єдине число.

У загальному випадку порядок застосування критерію виглядає наступним чином:

- 1) на першому етапі вибирається критерій, за яким буде відбуватися вибір;
- 2) для кожної стратегії розраховується значення обраного критерію. По суті, відповідно до кожної стратегії ставиться одне числове значення критерію (її кількісна оцінка);
- 3) стратегії порівнюються шляхом звичайного порівняння числових значень відповідних їм значень критеріїв;
- 4) за результатами порівняння оптимальною вважається стратегія, яка має краще значення критерію. Кращим вважатиметься максимальне значення критерію. Це залежить від того, на що вказує результат стратегій, а у нашому випадку прибуток бажано збільшити. Винятком є критерій Севіджа, у якого значення ризику повинно мати мінімальне значення.

Отже, для знаходження оптимального рішення будемо використовувати вирішальні правила, що відображають поінформованість ОПР про можливі наслідки рішень та їх переваги.

У табл. 2 наведено формули вирішальних правил кожного із критеріїв вибору рішення, які обрано для розв'язку поставленої задачі.

Таблиця 2 – Вирішальні правила для критеріїв Вальда, Севіджа, Лапласа, Гурвіца
Table 2 – Calculation formulas for Wald, Savage, Laplace, Hurwitz criteria

Назва критерію	Формула	Примітка
Критерій Вальда	$W = \max_i \min_j a_{ij}$	Нижня ціна гри
Критерій Севіджа	$S = \min_i \max_j r_{ij}$	$r_{ij} = \beta_j - a_{ij} = \max_i a_{ij} - a_{ij} \geq 0$
Критерій Лапласа	$L = \max_i \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij}$	де n – кількість станів природи
Критерій Гурвіца	$H = \max_i \left[\alpha \cdot \max_j a_{ij} + (1 - \alpha) \cdot \min_j a_{ij} \right]$	де α – коефіцієнт довіри, $0 \leq \alpha \leq 1$

3. Знаходження оптимальної стратегії.

1). **Критерій Вальда.** Для знаходження оптимальної стратегії за критерієм Вальда визначаємо найменший виграш для кожної стратегії, а потім серед цих найменших вибираємо найбільше значення і вказуємо відповідну стратегію:

$$\min a_{1j} = -0,3; \min a_{2j} = -0,52; \min a_{3j} = -0,74; \min a_{4j} = -0,96; \min a_{5j} = -1,18; \min a_{6j} = -1,3$$

$$W = \max (\min a_{ij}) = \max (-0,3; -0,52; -0,74; -0,96; -1,18; -1,3) = -0,3, \text{ тобто } x_{opt} = X_1.$$

2). **Критерій Севіджа.** Для знаходження оптимальної стратегії за критерієм Севіджа (мінімізація ризиків) потрібно побудувати матрицю ризиків (r_{ij}). Елементами матриці ризиків є

величини ризиків r_{ij} , що представляють собою різницю між найбільшим виграшом β_j при даному стані природи S_j та виграшем a_{ij} , який гарантує вибрана стратегія гравця X_i .

Розрахуємо значення r_{ij} та побудуємо матрицю ризиків (табл. 3).

Таблиця 3 – Матриця ризиків (r_{ij})

Table 3 – Risk matrix

$X_i \backslash S_j$	50	100	150	200	$max r_{ij}$
100	-0,3-(-0,3)=0	1,2-1,2=0	1,94-1,5=0,44	2,15-1,5=0,65	0,65
110	-0,3-(-0,52)=0,22	1,2-0,98=0,22	1,94-1,61=0,33	2,15-1,61=0,54	0,54
120	-0,3-(-0,74)=0,44	1,2-0,76=0,44	1,94-1,72=0,22	2,15-1,72=0,43	0,44
130	-0,3-(-0,96)=0,66	1,2-355=0,66	1,94-1,83=0,11	2,15-1,83=0,32	0,66
140	-0,3-(-1,18)=0,88	1,2-0,32=0,88	1,94-1,94=0	2,15-1,94=0,21	0,88
150	-0,3-(-1,3)=1	1,2-0,2=1	1,94-1,7=0,24	2,15-2,15=0	1
β_j	-0,3	1,2	1,94	2,15	

У крайньому правому стовпчику матриці ризиків покажемо максимальний ризик при застосуванні кожної стратегії. Оптимальною буде та стратегія, за якої ризик мінімальний. Це стратегія $x_{opt} = X_3$.

3). **Критерій Лапласа.** Для знаходження оптимальної стратегії потрібно визначити середній виграш при застосуванні кожної стратегії:

$$\begin{aligned}(a_{1j})_{cp} &= (-0,3 + 1,2 + 1,5 + 1,5)/4 = \mathbf{0,98}; \\(a_{2j})_{cp} &= (-0,52 + 0,98 + 1,61 + 1,61)/4 = 0,92; \\(a_{3j})_{cp} &= (-0,74 + 0,76 + 1,72 + 1,72)/4 = 0,87; \\(a_{4j})_{cp} &= (-0,96 + 0,54 + 1,83 + 1,83)/4 = 0,81; \\(a_{5j})_{cp} &= (-1,18 + 0,32 + 1,94 + 1,94)/4 = 0,76; \\(a_{6j})_{cp} &= (-1,3 + 0,2 + 1,7 + 2,15)/4 = 0,69,\end{aligned}$$

а потім вибираємо ту стратегію, для якої ця величина максимальна. Це стратегія $x_{opt} = X_1$.

4). **Критерій Гурвіца.** Для знаходження оптимальної стратегії за критерієм Гурвіца потрібно розрахувати значення елементів матриці Гурвіца h_{ia} для різних величин коефіцієнта довіри (табл.4).

Таблиця 4 – Матриця Гурвіца (h_{ia})

Table 4 – Hurwitz matrix

$X_i \backslash h_{ia}$	$\alpha = 0,1$	$\alpha = 0,2$	$\alpha = 0,3$	$\alpha = 0,4$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,6$	$\alpha = 0,7$	$\alpha = 0,8$	$\alpha = 0,9$
100	-0,12	0,06	0,24	0,42	0,6	0,78	0,96	1,14	1,32
110	-0,307	-0,094	0,119	0,332	0,545	0,758	0,971	1,184	1,397
120	-0,494	-0,248	-0,002	0,244	0,49	0,736	0,982	1,228	1,474
130	-0,681	-0,402	-0,123	0,156	0,435	0,714	0,993	1,272	1,551
140	-0,868	-0,556	-0,244	0,068	0,38	0,692	1,004	1,316	1,628
150	-0,955	-0,61	-0,265	0,08	0,425	0,77	1,115	1,46	1,805
max	-0,12	0,06	0,24	0,42	0,6	0,78	1,115	1,46	1,805

Результати розрахунків за всіма критеріями зводимо до порівняльної таблиці (табл. 5).

4. Обґрунтування прийнятого рішення

В умовах невизначеності ми приймаємо рішення на основі міркувань і здорового глузду, тобто не строго оптимальні, а «прийнятні», при обговоренні яких різні підходи і критерії виступають у ролі спірних сторін.

Для заданої ситуації можна рекомендувати такий підхід.

Дуже обережний підхід до справи (за критерієм **Вальда**) вказує на стратегію X_1 , тобто підприємству варто виконувати доставку вантажів лише власними транспортними засобами, обсяг

транспортованого вантажу складе 100 тон. Прибутку не буде, а збитки будуть мінімальними (300 євро).

При зваженому ризику (за критерієм **Севіджа**) можна використати стратегію X_3 , тобто залучити до перевезення 20 запозичених транспортних засобів. Максимальний ризик складе **440 євро**.

Таблиця 5 – Порівняльна таблиця
Table 5 – Comparative table

Стратегії гравця	$\min a_{ij}$	$\max r_{ij}$	$\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij}$	$h_{i\alpha}$ $\alpha=0,3$	$h_{i\alpha}$ $\alpha=0,5$	$h_{i\alpha}$ $\alpha=0,9$
$X_1 = 100$	-0,3	0,65	0,98	0,24	0,6	1,32
$X_2 = 110$	-0,52	0,54	0,92	0,119	0,545	1,397
$X_3 = 120$	-0,74	0,44	0,87	-0,002	0,49	1,474
$X_4 = 130$	-0,96	0,66	0,81	-0,123	0,435	1,551
$X_5 = 140$	-1,18	0,88	0,76	-0,244	0,38	1,628
$X_6 = 150$	-1,3	1	0,69	-0,265	0,425	1,805
Критерій	$W = -0,3$	$S = 0,44$	$L = 0,98$	$H = 0,24$	$H = 0,6$	$H = 1,805$
Оптимальна стратегія	X_1	X_3	X_1	X_1	X_1	X_6

У разі недостатньої інформації про попит на перевезення (за критерієм **Лапласа**) можна також використати стратегію X_1 , розраховуючи на середній прибуток **980 євро**.

Критерій **Гурвіца** показав, що при впевненості більше ніж на 60% (коефіцієнт довіри 0,6 і більше) рекомендовано використовувати стратегію X_6 , тобто виконувати замовлення із використанням максимальної кількості автомобілів, а відповідно виконувати перевезення максимально можливого обсягу вантажів.

5. Застосування змішаних стратегій.

Розглянемо дану задачу з позиції застосування не однієї конкретної чистої стратегії, а чергування декількох стратегій, тобто з позиції змішаних стратегій. Для цього використовуємо такий механізм вибору, який забезпечує появу кожної стратегії з деякою ймовірністю.

Нагадаємо, що чисту стратегію можна вважати окремим випадком змішаної, коли всі стратегії окрім даної, мають ймовірності, що дорівнюють нулю, а дана стратегія має ймовірність, що дорівнює одиниці. Всі розрахунки виконуємо у табличному процесорі Excel і наводимо отримані результати на рис. 1.

У результаті ціна гри V – це вигреш, що відповідає рішенням гри.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Відсоткове співвідношення стратегій			S1	S2	S3	S4	min			
2	100	66,667	X1	-0,3	1,2	1,5	1,5	-0,3			
3	0	0	X2	-0,52	0,98	1,61	1,61	-0,52			
4	0	0	X3	-0,74	0,76	1,72	1,72	-0,74			
5	0	0	X4	-0,96	0,54	1,83	1,83	-0,96			
6	0	0	X5	-1,18	0,32	1,94	1,94	-1,18			
7	0	0	X6	-1,3	0,2	1,7	2,15	-1,3			
8			max	-0,3	1,2	1,94	2,15	-0,3			Нижня ціна гри
9	Цільова функція	66,667						-0,3			Верхня ціна гри
10				-20	80	100	100				
11				100	100	100	100				
12											
13	V =	1,5	Ціна гри								
14											

Рисунок 1 – Розрахунок змішаних стратегій у табличному процесорі Excel
Figure 1 – Calculation of mixed strategies in Excel spreadsheet

Отже, у якості змішаних стратегій рекомендуємо застосовувати стратегію X_1 (виконувати перевезення власним РС), при максимальному попиті на перевезення у 150 тон (S_3) або 200 тон (S_4).

При використанні змішаних стратегій підприємство матиме прибуток у розмірі 1500 євро.

Висновки. За результатами проведених розрахунків, можна підсумувати, що кожен критерій пропонує нове рішення, і невизначеність стану природи перетворюється у відсутність ясності, якого саме критерію дотримуватися. Це пояснюється тим, що різні критерії пов'язані з різними обставинами, в яких приймаються рішення, тому для порівняльної оцінки рекомендовано одержати додаткову інформацію про обставини, в яких буде прийматися рішення.

При залученні додаткових транспортних засобів, не власних, варто орієнтуватися на перевірених перевізників із оптимальними тарифами, що дозволить, у результаті, зменшити собівартість виконання перевезень в міжнародному сполученні. Також потрібно звертати увагу на виставлений замовнику тариф, який повинен бути не тільки обґрунтованим з економічної точки зору й покривати всі затрати собівартості перевезення, але й максимально забезпечити очікуваний прибуток підприємству. Використання змішаних стратегій дає можливість обирати не одну конкретну стратегію, а декілька. У нашому випадку це тільки одна стратегія X_1 .

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Катренко А.В. Дослідження операцій. Підручник. – Львів: “Магнолія Плюс”, 2004. – 549 с.
2. Фон Нейман Дж., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. – М.: Наука, 1970.–780с.
3. Кунда Н.Т. Дослідження операцій у транспортних системах. Навчальний посібник для студентів напряму «Транспортні технології» вищих навчальних закладів. – К.: Видавничий дім «Слово», 2008. – 400 с.
4. Гончарь П. С., Гончарь Л. Э., Завалищин Д. С. Теория игр. – Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2011.
5. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій. – К.: ЗАТ «ВІПОЛ», 2000.– 688 с.
6. Таха Х.А. Введение в исследование операций. -М.:Изд. дом "Вильямс", 2001. – 912 с.
7. Моделі, методи і алгоритми розв’язання задач теорії ігор / В.Д. Данчук, Г.С. Прокудін, О.І. Цуканов, А. Аль-Амморі // Навчальний посібник. – К.: НТУ, 2018. – 292 с.

REFERENCES

1. Katrenko A.V. Doslidzhennia operatsii [Operations research]. Pidruchnyk. – Lviv “Mahnoliia Plus” 2004. – 549 s. [in Ukrainian].
2. Fon Neiman Dzh. Morhenshtern Shch. Teoryia Yhr Y Ekonomycheskoe Povedenye [Game theory and economic behavior]. – M. Nauka 1970.–780 s. [in Russian].
3. Kunda N.T. Doslidzhennia operatsii u transportnykh systemakh [Operations research in transport systems]. Navchalnyi posibnyk dlia studentiv napriamu «Transportni tekhnolohii» vyshchyykh navchalnykh zakladiv. – K. Vydavnychiy dim «Slovo» 2008. – 400 s. [in Ukrainian].
4. Honchar P. S. Honchar L. E. Zavalyschyn D. S. Teoryia Yhr [Game theory]. – Ekaterynburh Yzd-Vo UrHUPS 2011. [in Russian].
5. Zaichenko Yu. P. Doslidzhennia Operatsii [Operations research]. – K. ZAT «VIPOL» 2000.– 688 s. [in Ukrainian].
6. Takha Kh.A. Vvedenye V Yssledovanye Operatsyi [Introduction to Operations Research] -M.Yzd. Dom Vyliamc 2001. – 912 s. [in Russian].
7. Danchuk V.D. Modeli, metodi i algoritmi rozvyazannya zadach teorii igor [Models, methods and algorithms for problem solving in the game theory]. / Danchuk V.D., Prokudin G.S, Czukanov O.I., Al-Ammori A.// Navchalnij posibnik. – K.: NTU, 2018. – 292 s. [in Ukrainian].

РЕФЕРАТ

Прокудін Г.С. Застосування змішаних стратегій при управлінні міжнародними вантажними перевезеннями / Г.С. Прокудін, Т.Г. Хоботня, Ю.О. Третиниченко, Н.В. Коп’як // Вісник

Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2021. – Вип. 1(48).

У даній статті розглядається використання математичного апарату теорії ігор з природою для моделювання такого соціально-економічного явища як процес перевезення вантажів у міжнародному сполученні при виконанні доставки власними та запозиченими автомобілями по маршруту Київ–Варшава. Розрахунки виконані із наведенням існуючих вартостей та тарифів для обраного напрямку перевезень.

Об'єкт дослідження – процес управління міжнародними вантажними перевезеннями.

Мета роботи – вивчення особливостей прийняття рішень із застосуванням змішаних стратегій.

Метод дослідження – теорія статистичних рішень, а саме теорія прийняття рішень в умовах гри з природою.

Гравцем, тобто особою, яка прийматиме рішення, виступає підприємство, що виконує перевезення вантажів автомобільним транспортом у міжнародному сполученні і повністю відповідає за організацію процесу доставки вантажів автомобільним транспортом на маршруті.

Ситуацію змодельовано при варіантах різного попиту на перевезення. Цей попит виступає як невизначеність різні варіацій стратегій природи.

Надано рекомендації щодо застосування чотирьох критеріїв прийняття рішень: критерію Вальда, Севіджа, Лапласа та Гурвіца. Проведено відповідні розрахунки і прокоментовано одержані результати, тому що кожен критерій пропонує нове рішення заданої ситуації.

Представлено розрахунки застосування змішаних стратегій у табличному процесорі Excel.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТЕОРІЯ ІГОР, КРИТЕРІЇ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ, УМОВИ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ, РИЗИК, СТРАТЕГІЯ, МІЖНАРОДНІ ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, ЗМІШАНІ СТРАТЕГІЇ.

ABSTRACT

Prokudin H.S., Khabotnia T.H., Tretynychenko Yu.O., Kopiak N.V. Application of Mixed Strategies when Managing International Freight Transportation Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2021. – Issue 1 (48).

This article considers the use of the mathematical apparatus of the theory of games with nature to model such a socio-economic phenomenon as the process of international freight transportation when performing delivery by own and borrowed vehicles on Kyiv-Warsaw route. Calculations are made with the use of existing costs and tariffs for the selected direction of transportation.

The object of research is the process of international freight transportation management.

The purpose of the work is to study the peculiarities of decision-making with the use of mixed strategies.

The research method is the theory of statistical decisions, namely the theory of decision-making in the conditions of playing with nature.

The player, i.e. the person who will make the decision, is the company that performs the carriage of goods by road in international traffic and is fully responsible for organizing the process of delivery of goods by road on the route.

The situation is modeled using variants of various demand for transportation. This demand acts as the uncertainty of different variations of nature's strategies.

Recommendations are given for the application of four decision making criteria: Wald, Savage, Laplace and Hurwitz criteria. Appropriate calculations were performed and the obtained results were commented on, because each criterion offers a new solution to a given situation.

Calculations of application of mixed strategies are presented in the Excel spreadsheet.

KEY WORDS: GAME THEORY, DECISION MAKING CRITERIA, UNCERTAINTY CONDITIONS, RISK, STRATEGY, INTERNATIONAL FREIGHT TRANSPORTATION, MATHEMATICAL MODEL, MIXED STRATEGIES.

РЕФЕРАТ

Прокудин Г.С. Использование смешанных стратегий при управлении международными грузовыми перевозками / Г.С. Прокудин, Т.Г. Хоботня, Ю.А. Третиниченко, Н.В. Копяк // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2021. – Вып. 1(48).

В данной статье рассматривается использование математического аппарата теории игр с природой для моделирования такого социально-экономического явления как процесс перевозки грузов в международном сообщении при выполнении доставки собственными или заимствованными автомобилями на маршруте Киев–Варшава. Расчёты выполнены на основании существующих стоимостей и тарифов для выбранного направления перевозок.

Объект исследования – процесс управления международными грузовыми перевозками.

Цель работы – изучение особенностей принятия решения с использованием смешанных стратегий.

Метод исследования – теория статистических решений, а именно теория принятия решений в условиях игры с природой.

Игроком, то есть лицом, принимающим решение, является предприятие, которое выполняет перевозку грузов автомобильным транспортом в международном сообщении и полностью отвечает за организацию процесса доставки грузов автомобильным транспортом по маршруту.

Ситуацию смоделировано при вариантах разного спроса на перевозку. Этот спрос как раз и является неопределённостью разных вариаций стратегий природы.

Предоставлено рекомендации использования четырёх критериев принятия решения: критерия Вальда, Севиджа, Лапласа и Гурвица. Рассчитаны и прокомментированы результаты по критериям, каждый из которых предлагает новое решение в данной ситуации.

Представлены расчёты использования смешанных стратегий в табличном процессоре Excel.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТЕОРИЯ ИГР, КРИТЕРИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ, УСЛОВИЯ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ, РИСК, СТРАТЕГИЯ, МЕЖДУНАРОДНЫЕ ГРУЗОВЫЕ ПЕРЕВОЗКИ, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, СМЕШАННЫЕ СТРАТЕГИИ.

АВТОРИ:

Прокудин Георгій Семенович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, e-mail: p_g_s@ukr.net, тел. +38(063)327-02-43, Україна, 01010, м. Київ, вул. Омеляновича-Павленка, 1, к. 430а, orcid.org/0000-0003-2077-5746

Хоботня Тетяна Георгіївна, Національний транспортний університет, старший викладач кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, e-mail: evol_tanya@ukr.net, тел. +38(097)977-29-29, Україна, 01010, м. Київ, вул. Омеляновича-Павленка, 1, к. 437, orcid.org/0000-0001-7094-6297

Третиниченко Юрій Олександрович, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, доцент кафедри транспортного права та логістики, e-mail: yuriy.tretynychenko@gmail.com, тел. +38(044)253-43-26, Україна, 01010, м. Київ, вул. Омеляновича-Павленка, 1, к. 439, orcid.org/0000-0002-3797-9035

Коп'як Неля Володимирівна, Національний транспортний університет, старший викладач кафедри транспортних технологій, e-mail: neliakopriak@ukr.net, тел. +38(095)912-56-94, Україна, 01010, м. Київ, вул. Омеляновича-Павленка, 1, к. 432, orcid.org/0000-0001-8539-9193

AUTORS:

Prokudin Heorhii S., National Transport University, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of International Transportation and Customs Control, e-mail: p_g_s@ukr.net, +38(063)327-02-43, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelianovycha-Pavlenka Str., 1, of. 430a, orcid.org/0000-0003-2077-5746

Khobotnia Tetiana H., National Transport University, Senior Lecturer of the Department of International Transportation and Customs Control, e-mail: evol_tanya@ukr.net, +38(097)977-29-29, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelianovycha-Pavlenka Str., 1, of. 437, orcid.org/0000-0001-7094-6297

Tretynychenko Yurii O., National Transport University, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor of the Department of Transport Law and Logistics, e-mail:

yuriy.tretynychenko@gmail.com, +38(044)253-43-26, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelianovycha-Pavlenka Str., 1, of. 439, orcid.org/0000-0002-3797-9035

Kopiak Nelia V., National Transport University, Senior Lecturer of the Department of Transport Technologies, e-mail: neliakopiak@ukr.net, +38(095)912-56-94, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelianovycha-Pavlenka Str., 1, of. 432, orcid.org/0000-0001-8539-9193

АВТОРЫ:

Прокудин Георгий Семенович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, заведующий кафедрой международных перевозок и таможенного контроля, e-mail: p_g_s@ukr.net, тел. +38(063)327-02-43, Украина, 01010, г. Киев, ул. Омеляновича-Павленко, 1, к. 430а, orcid.org/0000-0003-2077-5746

Хоботня Татьяна Георгиевна, Национальный транспортный университет, старший преподаватель кафедры международных перевозок и таможенного контроля, e-mail: evol_tanya@ukr.net, тел. +38(097)977-29-29, Украина, 01010, г. Киев, ул. Омеляновича-Павленко, 1, к. 437, orcid.org/0000-0001-7094-6297

Третиниченко Юрий Александрович, кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, доцент кафедры транспортного права и логистики, e-mail: yuriy.tretynychenko@gmail.com, тел. +38(093)248-57-02, Украина, 01010, г. Киев, ул. Омеляновича-Павленко, 1, к. 439, orcid.org/0000-0002-3797-9035

Копяк Неля Владимировна, Национальный транспортный университет, старший преподаватель кафедры транспортных технологий, e-mail: neliakopiak@ukr.net, тел. +38(095)912-56-94, Украина, 01010, г. Киев, ул. Омеляновича-Павленко, 1, к. 432, orcid.org/0000-0001-8539-9193

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Мямлін Сергій Віталійович, доктор технічних наук, професор, філія «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту», заступник директора, Київ, Україна.

Поліщук Володимир Петрович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри транспортних систем та безпеки дорожнього руху, Київ, Україна.

REVIEWER:

Miamlin S.V., Doctor of Technical Sciences, Professor, Branch of the Research, Design and Technological Institute of Railway Transport, Deputy Director, Kyiv, Ukraine.

Polishchuk V.P., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Head of the Department of Transport Systems and Road Traffic Safety, Kyiv, Ukraine.