

МЕТОД ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ-ВИРОБНИКІВ ОВТ

В статті описаний метод оцінки надійності підприємств-виробників ОВТ, який можливо застосовувати при оцінці збалансованості розвитку підприємств-виробників ОВТ.

Паламарчук С.В., Троцько Л.Г. Разработка метода оценки надежности предприятий производителей ВВТ. В статье описан метод оценки надежности предприятий- производителей ВВТ, который возможно применять при оценке сбалансированного развития системы вооружения.

S. Palamarchuk, L. Trotsko Development of method of estimation of reliability of enterprises-producers armament and military technique. In the article described the method for evaluating the reliability of manufacturers of weapons and military equipment.

Ключові слова: підприємство-виробник, озброєння та військова техніка (ОВТ), метод аналізу мереж (ANP-process), мережева структура, кластер, рівень надійності.

Постановка проблеми.

Кожне підприємство, що виробляє військову продукцію повинно відповідати вимогам щодо своєчасного виконання оборонних замовлень. Однак завжди існує ризик зриву виконання замовлення в результаті впливу ряду причин.

Тому оцінка надійності виробника військово-технічної продукції є особливо важливим і актуальним завданням.

Актуальність цього завдання обумовлена необхідністю своєчасного і якісного виконання оборонного замовлення, особливо в умовах проведення АТО, коли питання оснащення новими зразками озброєння стоїть дуже гостро.

Для оснащення ж Збройних Сил України відповідними зразками необхідно здійснювати не тільки власне виробництво але і закупівлю певних зразків за кордоном у різних виробників, оцінка надійності яких повинна здійснюватися об'єктивно.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Питанню дослідження виробництва воєнно-технічної продукції були приділена значна увага дослідників як в Україні так і за кордоном. В Україні цією проблематикою займалися такі дослідники як В.О. Смірнов, В.М. Бегма, О.М. Рябець, В.В. Томчук, Борохвостов В. К., Сушак М.Б. В Російській Федерації питання виробництва продукції військового призначення досліджував Буренок В.М.

Дослідження цих фахівців стосувалися таких складних тем як планування розвитку систем озброєння, військово-технічне співробітництво і кооперація випуску окремих зразків озброєння, ціноутворення ОВТ тощо[1 – 3]. Разом з тим питання оцінки надійності підприємств-виробників ОВТ розглядалося лише в контексті удосконалення виробничого процесу [4] або оцінки впливу технологічного розвитку підприємств на удосконалення Збройних Сил України [5].

Питання ж оцінки надійності підприємств-виробників ОВТ в контексті розвитку систем озброєння, що ґрунтується на своєчасному виконанні оборонного замовлення практично не досліджувалося.

Метою статті є розробка методу оцінки надійності підприємств-виробників ОВТ який можливо застосовувати при оцінці збалансованості розвитку підприємств-виробників ОВТ.

Виклад основного матеріалу.

Під надійністю підприємства-виробника ОВТ в статті розуміється здатність цього підприємства виконувати оборонні замовлення з випуску зразків ОВТ з належною якістю і в заявлений термін. Також в цій публікації використовується припущення про те, що кожне підприємство-виробник ОВТ може бути тільки умовно надійним. Ненадійність підприємств-виробників пояснюється умовами середовищ в яких вони працюють.

Ці умови полягають в залежності від поставників комплектуючих, кон'юнктури ринку готової продукції оборонного призначення, рівня фінансування, політичної ситуації тощо.

Окремі з цих умов формуються самим підприємством, однак більшість не залежить від нього. Тому, метод оцінки надійності повинен відповідати наступним вимогам:

- враховувати специфіку роботи підприємства-виробника;
- враховувати вплив зовнішніх факторів на роботу підприємства-виробника;
- розробити показники оцінки надійності підприємства-виробника;
- розробити (вибрати) математичний апарат для оцінки надійності підприємства-виробника.

В якості показників надійності підприємства-виробника пропонуються:

залежність від постачання комплектуючих і матеріалів із інших підприємств (інших країн);

рівень фінансових вкладень у виробництво;

укомплектованість необхідними кадрами;

наявність відповідного устаткування;

можливості з диверсифікації виробничих процесів та постачання;

можливості з нарощування виробничих потужностей;

можливості з впровадження нових технологій;

накладення санкцій на підприємство з боку інших держав;

інші показники, що характеризують специфіку виробництва конкретного підприємства.

Виходячи з вищесказаного, знаходження єдиного критерію надійності для підприємства-виробника ОВТ є надзвичайно проблематичним, а часто і неможливим. Тому, для здійснення оцінки надійності доцільно використати методи, ґрунтовані на оцінках, що поєднують як експертні міркування, так і кількісні характеристики.

В основу розробленого методу оцінки надійності, покладений метод аналізу мереж (ANP-process) [6]. Сутність цього методу зводиться до здійснення поетапної експертної оцінки показників, сформованих у групи (кластери). Всі кластери об'єднані у мережу, що має декілька типів зв'язків, рис. 1



Рис. 1. Приклад мережевої структури зі зворотними залежностями

Для оцінки надійності підприємств до кластерів, що складають мережу оцінювання повинні входити: залежність від постачання комплектуючих і матеріалів із інших підприємств (інших країн), рівень фінансових вкладень у виробництво, укомплектованість необхідними кадрами, наявність відповідного устаткування, можливості з диверсифікації виробничих процесів та постачання, можливості з нарощування виробничих потужностей, можливості з впровадження нових технологій, накладення санкцій на підприємство з боку інших держав, інші показники, що характеризують специфіку виробництва конкретного підприємства.

Метод складається із семи етапів, які головним чином співпадають з етапами методу аналізу мереж (ANP-process). Запропоновано надійність підприємства оцінювати за трьома рівнями – низький рівень, середній рівень і високий рівень. Відповідно до цих рівнів може бути вироблений комплекс заходів з формування військового замовлення для конкретного підприємства.

З цієї причини в основу методу покладена математична модель методу аналізу мереж [6]. Особливістю цього методу є простота використання, наочність, гнучкість і можливість враховувати велике число показників які мають як кількісну так і якісну природу.

До основних етапів цього методу у відповідності до поставленої задачі відносяться [6].

1. Детально описати особливості функціонування підприємства-виробника ОВТ в контексті визначення його надійності з врахуванням зв'язків та зовнішніх впливів, що характеризують його діяльність, таких, як потреби у сировині, комплектуючих, фінансування, фахівцях тощо.

Визначити і охарактеризувати рівні надійності підприємства. В якості орієнтовних рівнів можуть бути такі.

Високий рівень надійності – підприємство здатне виробляти і постачати певні типи ОВТ в необхідних кількостях і в задані терміни.

Вплинути на виробництво та постачання можуть тільки непередбачувані обставини – воєнні дії, природні катастрофи, диверсії тощо.

Середній рівень надійності – підприємство може зірвати поставки через ряд обставин, що можуть виникнути незалежно від нього. До таких обставин відносяться – ненадійність суміжних поставач, наявність санкцій з боку інших країн.

Низький рівень надійності – підприємство може зірвати поставки через причини, що склалися на самому підприємстві. До них можуть відноситися – брак виробничих потужностей, відстала технологічна база, брак кваліфікованих працівників, відсутність можливостей з диверсифікації постачання тощо.

2. Виходячи із результатів попереднього етапу побудувати мережу кластерів (або компонентів) і їх елементів, що поєднує в собі процес функціонування підприємства. Перед початком побудови мережі узгодити позначення та розташування кластерів.

Рівні надійності підприємства обов'язково повинні входити до мережі у вигляді окремих кластерів.

3. В побудованій мережі встановити зв'язки, що характеризують зовнішні і внутрішні залежності даного підприємства. Уважно визначити напрямки стрілок у зв'язках між кластерами, враховуючи, що двонаправлена стрілка означає взаємозв'язок між кластерами. Встановлення замикаючих зв'язків (кластер замикається сам на себе) також допускається, рис. 1.

4. Відповідно до створеної мережі побудувати суперматрицю виду рис. 2, розташувавши послідовно всі елементи зверху вниз по вертикалі і зліва направо по горизонталі.

де W – квадратна зворотньосиметрична матриця матриця з результатами парних порівнянь;

W_{ij} – ij -й результат парних порівнянь;

n – кількість стовпчиків і рядків матриці.

Кожен стовпчик матриці (1) являє собою головний власний вектор впливу елементів i -го компоненту мережі на елементи j -компоненту. Нульові елементи вектора відповідають елементу, що не здійснюють впливу.

Здійснити парні порівняння в кластерах або обчислення (якщо елементи кластеру мають кількісні значення) і розрахувати пріоритети.

Результати розрахунків занести у відповідні стовпчики суперматриці.

		C ₁				C ₂				C _m							
		e ₁₁	e ₁₂	...	e _{1n₁}	e ₂₁	e ₂₂	...	e _{2n₂}	...	e _{m1}	e _{m2}	...	e _{mm}			
C ₁	e ₁₁																
	e ₁₂	W ₁₁				W ₁₂				...				W _{1m}			
	...																
C ₂	e ₂₁					W ₂₂				...							
	e ₂₂	W ₂₁				W ₂₂				...				W _{2m}			
	...																
C _m	e _{m1}																
	e _{m2}	W _{m1}				W _{m2}				...				W _{mm}			
	...																

Рис. 2. Загальний вигляд суперматриці

Елементи W_{ij} називаються блоками і являють собою матриці виду:

$$W = \begin{bmatrix} W_{i_1 j_1} & \cdots & W_{i_1 j_{n_j}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ W_{n_i j_1} & \cdots & W_{n_i j_{n_j}} \end{bmatrix} \quad (1)$$

5. Для уникнення циклічності перевірити суперматрицю на звідність. Якщо вона не зведена звести її.

6. Розрахувати пріоритети суперматриці шляхом множення. Цикл множення доцільно перервати на шостій ітерації.

7. Зробити висновки і проаналізувати отриманий результат.

Результат не завжди повинен бути однозначним. Випадки наближених значень двох(трьох) рівнів надійності можуть свідчити про брак інформації стосовно цього підприємства, некоректно створену мережу або залучення не досить кваліфікованих експертів.

Приклад оцінки на основі запропонованого методу. Окреме підприємство-виробник здійснює випуск певного типу продукції військового призначення. Необхідно оцінити його надійність. На підприємство не накладені санкції щодо постачання визначеного типу продукції. То ж кластерами для оцінки були запропоновані наступні.

1. Залежність від постачання комплектуючих і матеріалів із інших підприємств (інших країн): залежність від постачання критично важливих матеріалів (1a); залежність від постачання сировини (2a).

2. Рівень фінансових вкладень у виробництво: для випуску зазначеного типу продукції малими партіями – низький (1b); для масового випуску зазначеного типу продукції малими партіями – високий (2b).

3. Укомплектованість необхідними кадрами: потребує значного доукомплектування (1c); потребує незначного доукомплектування (2c); не потребує доукомплектування (3c).

4. Наявність відповідного устаткування: все устаткування необхідно закуповувати і налагоджувати протягом тривалого часу (1d); частина наявного устаткування може бути модернізоване на місці за короткий термін (2d).

5. Можливості з диверсифікації виробничих процесів та постачання: можлива повна диверсифікація за короткий термін (1e); можлива лише часткова диверсифікація за критичними поставками (2e); диверсифікація неможлива взагалі (3e).

На рис. 2 показана мережа для прикладу. В мережі позначені альтернативи A1 – високий рівень надійності, A2 – середній рівень надійності, A3 – низький рівень надійності. Цей перелік є дещо спрощеним, оскільки приклад демонструє сутність методу. Для

здійснення повноцінної оцінки можливе використання більшої кількості кластерів та їх елементів.

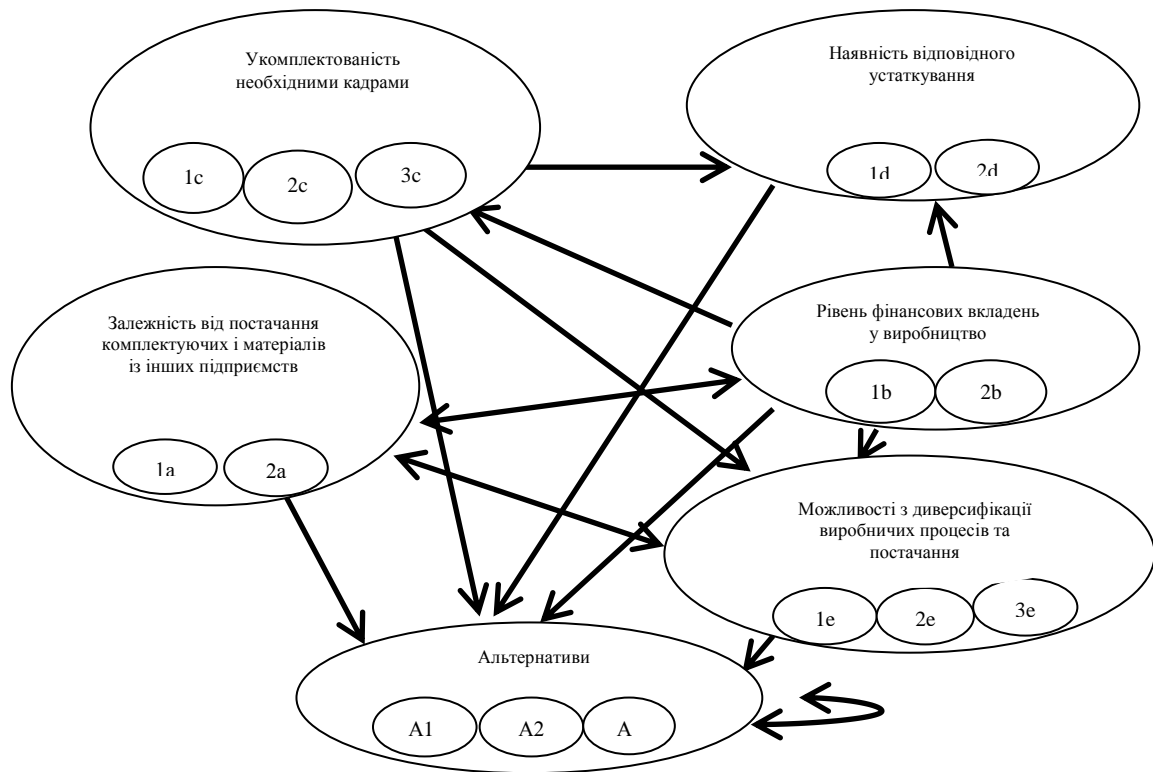


Рис. 2 – Вигляд мережі для прикладу оцінки надійності підприємства

Приклад здійснення оцінки в одній матриці парних порівнянь для мережі рис. 2 показаний на рис. 3. На рис. 3 експертні значення парних порівнянь відповідно до універсальної шкали наведеної в [6] заносяться у клітинки матриці.

Наприклад, для при відповіді на питання „Чи потребує підприємство доукомплектування при низькому рівні фінансових вкладень у виробництво для випуску продукції малими партіями?” експерти віддали деяку перевагу значному доукомплектуванню (оцінка 2 на рис. 3). Зворотне судження буде симетричним і складатиме 1/2 або 0,5.

Результат оцінки наведеної матриці парних порівнянь показаний у стовпчику „Пріоритет”. Заповнена значеннями пріоритетів, отриманих в результаті парних порівнянь матриць подібних до наведеної на рис. 3, суперматриця для наведеного прикладу матиме вигляд показаний на рис.4. Після відповідних розрахунків (зведення та множення результуюча матриця матиме вигляд показаний на рис. 5. На рис. 5 видно, оцінка рівня надійності підприємства-виробника висока ($A1 = 0,5$), решта альтернативних оцінок значно поступаються ($A2 = 0,32$; $A3 = 0,18$).

Низький рівень фінансових вкладень у виробництво для випуску зазначеного типу продукції малими партіями (1b)	потребує значного доукомплектування(1c);	потребує незначного доукомплектування(2c);	не потребує доукомплектування(3c).	Розрахунок	Пріоритет
потребує значного доукомплектування(1c);	1	2	3	1,8171206	0,54721643
потребує незначного доукомплектування(2c);	0,5	1	0,5	0,6299605	0,18970934
не потребує доукомплектування(3c).	0,33333333	2	1	0,8735805	0,26307422
			сума →	3,3206616	

Узгодженість думок експертів = 11,69 % (в межах задовільної)

Рис. 3 – Приклад матриці парних порівнянь заповнена значеннями експертних суджень з розрахованими значеннями власного вектора та пріоритетами

	1a	2a	1b	2b	1c	2c	3c	1d	2d	1e	2e	3e	A1	A2	A3
1a	0	0	0,8	0,333	0	0	0	0	0	0,857	0,333	0,333	0	0	0
2a	0	0	0,2	0,667	0	0	0	0	0	0,143	0,667	0,667	0	0	0
1b	0,33	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2b	0,67	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1c	0	0	0,55	0,493	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2c	0	0	0,19	0,196	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3c	0	0	0,26	0,311	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1d	0	0	0,8	0,333	0,86	0,33	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0
2d	0	0	0,2	0,667	0,14	0,67	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0
1e	0,55	0,41	0,55	0,547	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2e	0,19	0,48	0,19	0,19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3e	0,26	0,11	0,26	0,263	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A1	0,56	0,53	0,41	0,407	0,53	0,33	0,6	0,484	0,331	0,718	0,484	0,558	0,5	0,48	0,56
A2	0,35	0,33	0,37	0,37	0,33	0,38	0,3	0,349	0,379	0,178	0,349	0,32	0,3	0,35	0,32
A3	0,09	0,14	0,22	0,224	0,14	0,29	0,1	0,168	0,289	0,103	0,168	0,122	0,2	0,17	0,12

Рис. 3. Суперматриця заповнена значеннями пріоритетів отриманих в результаті парних порівнянь

Висновки

Перевагами запропонованого методу є універсальність і простота використання. Оскільки метод передбачає застосування експертних суджень, він позбавлений недоліків, притаманних методам, що використовують аналітичні залежності, які дають можливість здійснювати оцінки за допомогою спрощених формул, що не враховують цілого ряду показників, що мають якісну природу.

	1a	2a	1b	2b	1c	2c	3c	1d	2d	1e	2e	3e	A1	A2	A3
1a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1d	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2d	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1e	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2e	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3e	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A1	0,5	0,5	0,5	0,505	0,51	0,51	0,51	0,505	0,51	0,5	0,504	0,5	0,51	0,51	0,51
A2	0,32	0,32	0,32	0,319	0,32	0,32	0,32	0,319	0,32	0,32	0,319	0,32	0,32	0,32	0,32
A3	0,18	0,18	0,18	0,176	0,18	0,18	0,18	0,176	0,18	0,18	0,176	0,18	0,18	0,18	0,18

Рис. 4. Результуюча матриця із розрахованими значеннями переваг альтернатив

Можливість будувати мережі, що враховують специфіку виробництва для конкретного підприємства робить цей метод універсальним. Простота забезпечується можливістю

реалізації методу та розрахунку мереж досить значної складності на існуючих програмних продуктах таких як Microsoft Excel, Gnumeric та інших [7 – 10].

Напрямок подальших досліджень запропонованого методу може бути розробка методики із застосуванням одного із додатків методу аналізу мереж – технології BOCR[6]. Ця технологія передбачає комплексну оцінку в якій враховується переваги, що надаються певним підприємством (Benefits), можливості які надає розробник ОВТ у подальшому (Opportunities), вартісна складова (Costs) та ризики, обумовлені вибором (Risks).

ЛІТЕРАТУРА

1. Борохвостов В.К., Рябець О.М., Сушак М.Б. Питання формування ціни на продукцію військового призначення, що закупається за імпортом // К.: „Озброєння та військова техніка” Науково-технічний журнал ЦНДІ ОВТ №3(11). – 2016. – С. 8 – 14.
2. Військово-технічне співробітництво: шляхи удосконалення: Монографія / В.О. Смірнов, В.М. Бегма, О.М. Рябець, В.В. Томчук; За заг. ред. В.О. Смірнова. – К.: ЦНДІ ОВТ ЗСУ, 2010. – 216 с.
3. Буренок В.М. Теория и практика планирования и управления развитием вооружения Монография. – Москва: Вооружение. Политика. Конверсия, 2005. – 418 с.
4. Яблонских Н.С., Бухаров А.Е. Особенности планирования мероприятий по обеспечению надежности на стадии производства при внедрении организационных инноваций.
5. Сальнікова О.Ф. Вплив технологічного відставання підприємств оборонно-промислового комплексу на стан та розвиток Збройних Сил України / О. Ф. Сальнікова // – Режим доступу: http://search.ukr.net/?go=http%3A%2F%2Ffirbis-nbuv.gov.ua%2Fcgibin%2Ffirbis_nbuv%2Fcgibirbis_64.exe%3FC21COM%3D2%26I21DBN%3DUJRN%26P21DBN%3DUJRN%26IMAGE_FILE_DOWNLOAD%3D1%26Image_file_name%3DPDF%2FZnpviknu_2013_43_19.pdf.
6. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: аналитические сети. Пер. с англ. / Науч. Ред. А.В.Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – М.: издательство ЛКИ. 2008. – 360 с.(С.135 – 175).
7. Троцько Л.Г., Троцько Б.В. Методичний підхід до обґрунтування раціонального варіанту забезпечення Збройних Сил України новими зразками військової техніки / К.: Збірник наукових праць „Збірник Національного університету оборони України” №2(33). – 2013. – С. 331 – 336.
8. Юдін В.І., Рижиков В.С., Ровенська В.В. Ю Основи роботи в Microsoft Excel XP. Навчальний посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 272 с.
9. И. Хахаев Gnumeric: электронная таблица для всех [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: <http://shop.altlinux.ru/index.php?productID=745>.
10. Козодаев Р.Ю., Маджугин А.В. / Под ред. Е. В. Ушаковой. OpenOffice.org 3. Полное руководство пользователя // СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 704 с.