

УДК 331.5

**ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ
ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ПІДПРИЄМСТВА
З БІЛЬШИМ ІННОВАЦІЙНИМ ПОТЕНЦІАЛОМ
НА ОСНОВІ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ**

© Коцюк О., 2000

ТДТУ ім. І.Пулюя, м.Тернопіль

Описано, як за допомогою одного із методів системного аналізу (методу аналізу ієрархій) можна порівняти інноваційний потенціал підприємств.

The articles deals with aspects of applying methods of expert estimates to ground managerial decisions. One of such methods is the hierarchy analysis which allows to split the problem into parts and present it as an hierarchy. This method allows to process non-numerical data and may be used in situation when decision is taken intuitively.

Методи прийняття рішень при наявності необхідної числової інформації добре розроблені в сучасній науці. Проте часто виникають ситуації, в яких потрібно приймати рішення не тільки на підставі числової інформації, а й враховуючи фактори, які неможливо виразити чисельно.

Одним із можливих варіантів вирішення цієї проблеми є використання методу аналізу ієрархій (МАІ), який є засобом розв'язання багатокритеріальних задач складної ієрархічної структури, що містять фактори, які виражаються не тільки кількісно, а й якісно*.

Одним із можливих напрямів використання МАІ можуть бути задачі порівняння інноваційного потенціалу підприємств. МАІ добре підходить для розв'язання цієї задачі, оскільки маємо справу з нечисловою інформацією і чітко можемо визначити рівні ієрархії.

Об'єктом досліджень було обрано підприємства світлотехнічної галузі – ВАТ «Ватра», ВАТ «Іскра» та СП «Ватра-Шредер».

Першим кроком у вирішенні цього завдання є подання задачі в ієрархічній формі (рис.1). На першому (вищому) рівні ієрархії розміщена загальна ціль задачі – «Фірма», тобто та фірма, яка має більший інноваційний потенціал. На другому рівні розміщуємо вісім факторів, які визначають інноваційний потенціал підприємства. На третьому (нижньому) рівні знаходяться ті три фірми (оптимальна кількість – не більше як 7 ± 2), які мають бути оцінені відносно критеріїв другого рівня.

* Саати Т., Кернс. Аналитическое планирование: Организация систем. М., 1991.

Після ієрархічного відображення проблеми виникає запитання: як встановити пріоритети факторів (їх ваги) і оцінити кожен з альтернатив (фірм) за критеріями, виявивши фірму, що має більший інноваційний потенціал?

У МАІ елементи ієрархії порівнюються попарно щодо їх впливу на спільну для них характеристику (елемент ієрархії, що стоїть рівнем вище). Результати порівняння подають у матричній формі. Така матриця є обернено симетричною, тобто $a_{ji}=1/a_{ij}$.

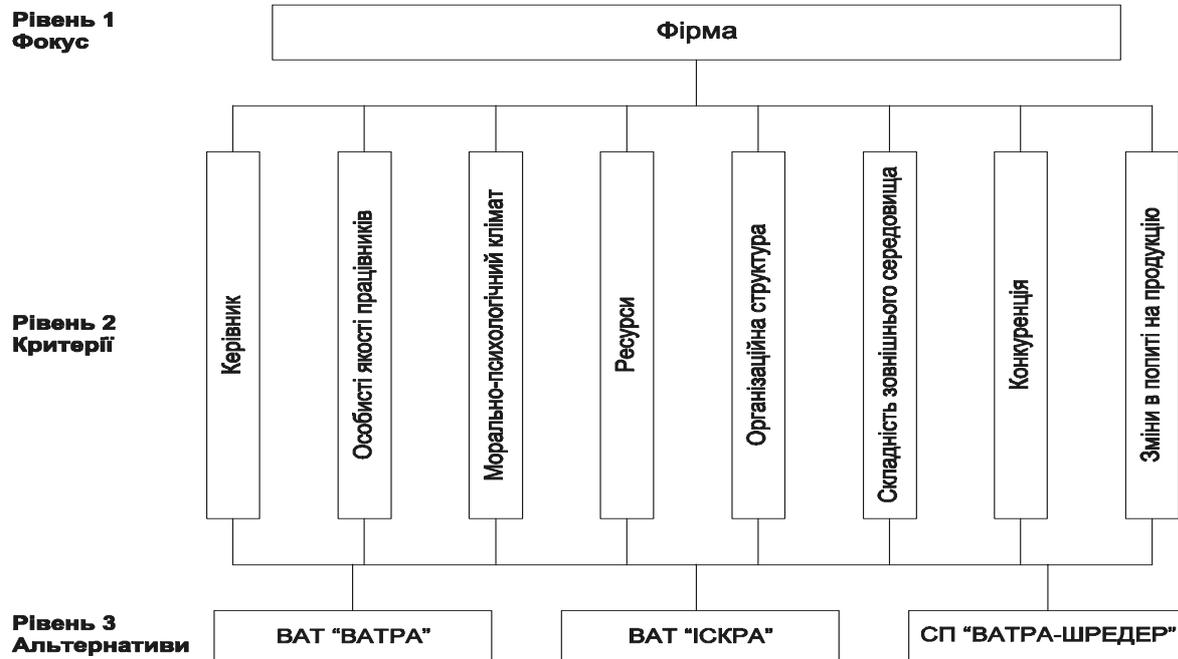


Рис.1. Ієрархічне представлення задачі визначення фірми з більшим інноваційним потенціалом

Якщо ваги не мають об'єктивного числового виразу, то попарні порівняння проводять з використанням суб'єктивних суджень, які переводять у числовий вираз за поданою в табл.1 шкалою.

Таблиця 1

Шкала відносної важливості критеріїв

Інтенсивність відносної важливості	Визначення	Пояснення
1	Однакова важливість	Однаковий вклад двох видів діяльності в ціль
3	Помірна перевага одного над іншим	Досвід і судження дають легку перевагу одного виду діяльності над іншим
5	Суттєва, або сильна перевага	Досвід і судження дають сильну перевагу одного виду діяльності над іншим
7	Значна перевага	Одному виду діяльності надається настільки сильна перевага, що вона стає практично значною
9	Дуже сильна перевага	Очевидність переваги одного виду діяльності над іншим підтверджується найбільш сильно
2, 4, 6, 8	Проміжні рішення між двома сусідніми судженнями	Застосовуються в компромісному випадку

Для цього було проведено опитування експертів. В робочі групи експертів були включені спеціалісти з планування, науково-дослідної, дослідно-конструкторської, фінансової, маркетингової, виробничої діяльності підприємств.

Експертам було запропоновано заповнити матриці попарних порівнянь факторів. Матриці заповнюються експертами відповідно до їх суб'єктивних суджень, на підставі їх уподобань, особливостей сприйняття. Тому оцінки різних експертів не завжди збігаються. Для об'єднання різних суджень в єдину матрицю було використано формулу середнього геометричного:

$$a_{ij} = \sqrt[r]{\prod_{m=1}^r a_{ijm}}, \quad (1)$$

де i, j – індекси матриці попарних порівнянь факторів; a_{ij} – елемент матриці попарних порівнянь факторів i -го рядка, j -го стовпця; r – кількість експертів; m – індекс експерта.

Результати узагальнених суджень експертів відображено в табл. 2.

Таблиця 2

Матриця попарних порівнянь для 2-го рівня

Фактори впливу	Керівник	Особисті якості працівника	Морально-психологічний клімат	Ресурси	Організаційна структура	Складність зовнішнього середов.	Конкуренція	Зміни в попиті на продукцію
Керівник	1	3	4	1/3	1/5	1/4	6	5
Особисті якості працівників	1/3	1	3	1/4	1/6	1/5	5	4
Морально-психологічний клімат	1/4	1/3	1	1/5	1/7	1/6	4	3
Ресурси	3	4	5	1	1/4	1/3	7	6
Організаційна структура	5	6	7	4	1	3	9	8
Складність зовнішнього середовища	4	5	6	3	1/3	1	8	7
Конкуренція	1/6	1/5	1/4	1/7	1/9	1/8	1	1/3
Зміни в попиті на продукцію	1/5	1/4	1/3	1/6	1/8	1/7	3	1

Із матриці попарних порівнянь формуємо набір локальних пріоритетів, які виражають відносний вплив множини елементів на елемент вищого рівня. Знаходимо відносну вагу кожного фактора через «розв'язок» матриці, яка має обернено симетричні властивості:

$$a_{ji} = 1/a_{ij}. \quad (2)$$

Для цього потрібно обчислити множину власних векторів для матриці, а потім нормалізувати результат до одиниці, отримуючи таким чином вектор пріоритетів.

Одним з найкращих шляхів наближення до пріоритетів є середнє геометричне (перемноження факторів в кожному рядку і добування кореня n -го степеня, де n – кількість факторів):

$$A_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}, \quad (3)$$

де A_i – компонента власного вектора i -цї рядка матриці.

Отриманий у такий спосіб стовпець чисел нормалізується діленням кожного числа на суму всіх чисел. Сума компонент власного вектора обчислюється за формулою:

$$S1 = \sum_{i=1}^n A_i. \quad (4)$$

Отже, ми можемо визначити не тільки порядок пріоритетів кожного окремого фактора, але й величину його пріоритету.

Вага кожного з восьми факторів матриці визначається за формулою:

$$W_i = \frac{A_i}{S1}. \quad (5)$$

Такі вимірювання, в даному випадку, інтенсивність відносної важливості факторів, супроводжуються похибками. Ці похибки можуть призвести до неузгоджених висновків. Інформацію про ступінь порушення числової і порядкової узгодженості нам дає так званий індекс узгодженості (ІУ). Разом з матрицею попарних порівнянь ми маємо показник оцінки ступеня відхилення від узгодженості. Коли такі відхилення перевищують встановлені межі, то слід перевірити судження в матриці іще раз.

Індекс узгодженості матриці можна обчислити вручну. Спочатку підсумовуємо кожен стовпець суджень, потім суму першого стовпця множимо на величину першої компоненти нормалізованого вектора пріоритетів, суму другого стовпця – на другу компоненту і т.д. Отримані числа підсумовуються. Так можна отримати величину λ_{\max} . Для індексу узгодженості маємо:

$$ІУ = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1), \quad (6)$$

де λ_{\max} – найбільше власне значення матриці суджень A ; n – кількість порівнюваних елементів. Для обернено симетричної матриці $\lambda_{\max} \geq n$.

У табл.3 дано середні узгодженості для випадкових матриць різного порядку.

Таблиця 3

Середні узгодженості для матриць різного порядку

Розмір матриці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Випадкова узгодженість	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Якщо поділити ІУ на число, яке відповідає випадковій узгодженості матриці того ж порядку, то отримаємо відношення узгодженості (ВУ). Величина ВУ повинна знаходитись в межах 10 % чи менше. Якщо ВУ виходить за ці межі, то слід ще раз дослідити задачу і перевірити судження.

У табл.4 подано матрицю попарних порівнянь для другого рівня ієрархії з обчисленим вектором пріоритетів, власним значенням λ_{\max} , індексом узгодженості та відношенням узгодженості.

Отримані результати показують пріоритетність кожного з факторів щодо інших. З результатів розрахунку, наведених у табл. 4, видно, що найбільшої ваги набув такий фактор, як організаційна структура підприємства та вплив зовнішнього середовища на діяльність підприємства. Отже, цим напрямом керівники підприємств повинні приділяти першочергову увагу.

Таблиця 4

Матриця попарних порівнянь для 2-го рівня

Фактори впливу	Керівник	Особисті якості прац.	Морально-психол. клімат	Ресурси	Організаційна структура	Складність зовн. середов.	Конкуренція	Зміни в попиті на продукцію	Вектор пріоритетів
Керівник	1	3	4	1/3	1/5	1/4	6	5	0.099
Особисті якості працівників	1/3	1	3	1/4	1/6	1/5	5	4	0.063
Морально-психол. клімат	1/4	1/3	1	1/5	1/7	1/6	4	3	0.041
Ресурси	3	4	5	1	1/4	1/3	7	6	0.155
Організаційна структура	5	6	7	4	1	3	9	8	0.360
Складність зовн. середовища	4	5	6	3	1/3	1	8	7	0.238
Конкуренція	1/6	1/5	1/4	1/7	1/9	1/8	1	1/3	0.017
Зміни в попиті на продукцію	1/5	1/4	1/3	1/6	1/8	1/7	3	1	0.026
$\lambda_{\max}=8,858$ $IV=0,123$ $BU-1=0,093$									

BU-1 знаходиться в допустимих межах, отже, судження експертів є узгодженими і немає потреби проводити додаткові опитування.

Знаючи інтенсивність впливу факторів, можна визначити пріоритет однієї фірми відносно іншої щодо величини інноваційного потенціалу. Тобто здійснити порівняння, наскільки краще та чи інша фірма задовольняє кожен з критеріїв другого рівня. Отримуємо вісім матриць суджень розмірністю 3x3, оскільки є вісім критеріїв на другому рівні і три фірми на третьому рівні, які попарно порівнюються за кожним з факторів.

Оцінки експертів щодо визначення значущості фірми за факторами впливу на інноваційний потенціал не завжди збігаються, тому для об'єднання різних суджень в єдину матрицю (табл. 5) було використано формулу середнього геометричного:

$$b_{ivt} = \sqrt[s]{\prod_{p=1}^s b_{ivtp}}, \quad (7)$$

де (b_{ivt}) – елемент матриці попарних порівнянь фірм за i-м фактором v-го рядка t-го стовпця; v, t – індекси матриці попарних порівнянь фірм; p – індекс експерта; s – кількість експертів.

Матриця попарних порівнянь фірм для 3-го рівня

Керівник	ВАТ «Ватра»	ВАТ «Іскра»	СП «Ватра Шредер»	Організаційна структура	ВАТ «Ватра»	ВАТ «Іскра»	СП «Ватра Шредер»
ВАТ «Ватра»	1	1	1/5	ВАТ «Ватра»	1	1	1/6
ВАТ «Іскра»	1	1	1/5	ВАТ «Іскра»	1	1	1/6
СП «Ватра Шредер»	5	5	1	СП «Ватра Шредер»	6	6	1
Особисті якості працівників	ВАТ «Ватра»	ВАТ «Іскра»	СП «Ватра Шредер»	Складність зовн. середовища	ВАТ «Ватра»	ВАТ «Іскра»	СП «Ватра Шредер»
ВАТ «Ватра»	1	1	1/4	ВАТ «Ватра»	1	1	1
ВАТ «Іскра»	1	1	1/4	ВАТ «Іскра»	1	1	1
СП «Ватра-Шредер»	4	4	1	СП «Ватра Шредер»	1	1	1
Морально-психологічний клімат	ВАТ «Ватра»	ВАТ «Іскра»	СП «Ватра Шредер»	Конкуренція	ВАТ «Ватра»	ВАТ «Іскра»	СП «Ватра Шредер»
ВАТ «Ватра»	1	1	1/3	ВАТ «Ватра»	1	1/3	1/3
ВАТ «Іскра»	1	1	1/3	ВАТ «Іскра»	3	1	1/3
СП «Ватра Шредер»	3	3	1	СП «Ватра Шредер»	3	3	1
Ресурси	ВАТ «Ватра»	ВАТ «Іскра»	СП «Ватра Шредер»	Зміни в попиті на продукцію	ВАТ «Ватра»	ВАТ «Іскра»	СП «Ватра Шредер»
ВАТ «Ватра»	1	2	1/3	ВАТ «Ватра»	1	1/3	1/6
ВАТ «Іскра»	1/2	1	1/3	ВАТ «Іскра»	3	1	1/6
СП «Ватра Шредер»	3	3	1	СП «Ватра Шредер»	6	6	1

Наступним завданням є вибір фірми з більшим інноваційним потенціалом за кожним з факторів другого рівня. Для цього потрібно обчислити множину власних векторів для матриці, а потім нормалізувати результат до одиниці, отримуючи таким чином вектор пріоритетів для третього рівня.

Одним з найкращих шляхів наближення до пріоритетів є середнє геометричне (перемноження значень в кожному рядку і добування кореня степені f , де f – кількість фірм):

$$B_{iv} = \sqrt[f]{\prod_{t=1}^f b_{ivt}}, \quad (8)$$

де B_{iv} - компонента власного вектора матриці за i -м фактором v -го рядка.

Отриманий у такий спосіб стовпець чисел нормалізується діленням кожного числа на суму всіх чисел. Сума компонент власного вектора (S_{2i}) обчислюється за формулою:

$$S_{2i} = \sum_{v=1}^f B_{iv}. \quad (9)$$

Таким чином, ми можемо визначити значення кожної фірми за кожним з факторів. Значимість (M_{iv}) V-фірми за і-м фактором визначається за формулою:

$$M_{iv} = \frac{B_{iv}}{S2_i} . \quad (10)$$

Всі вимірювання, в даному випадку значущість фірм щодо факторів впливу, супроводжуються похибками. Ці похибки можуть призвести до неузгоджених висновків. Інформацію про ступінь порушення числової і транзитивної (порядкової) узгодженості нам дає так званий індекс узгодженості (ІУ). Разом з матрицями попарних порівнянь фірм ми маємо міру оцінки ступеня відхилення від узгодженості. Коли такі відхилення перевищують встановлені межі, то слід перевірити судження в матриці іще раз.

Індекс узгодженості в кожній матриці і для всієї ієрархії можна обчислити за формулою 6, а індекс узгодженості порівняти із даними таблиці 3, в якій дано середні узгодженості для випадкових матриць різного порядку.

Якщо поділити ІУ на число, яке відповідає випадковій узгодженості матриці того ж порядку, то отримаємо відношення узгодженості (ВУ). Величина ВУ повинна знаходитись в межах 10% чи менше. Якщо ВУ виходить за ці межі, то слід ще раз дослідити задачу і перевірити судження.

Таблиця 6

Матриця попарних порівнянь фірм для 3-го рівня

Керівник	ВАТ «Ватра»	ВАТ «Іскра»	СП «Ватра Шредер»	Вектор пріоритетів	Організаційна структура	ВАТ «Ватра»	ВАТ «Іскра»	СП «Ватра Шредер»	Вектор пріоритетів
ВАТ «Ватра»	1	1	1/5	0.143	ВАТ «Ватра»	1	1	1/6	0.125
ВАТ «Іскра»	1	1	1/5	0.143	ВАТ «Іскра»	1	1	1/6	0.125
СП «Ватра Шредер»	5	5	1	0.714	СП «Ватра Шредер»	6	6	1	0.750
$\lambda_{\max} = 3.000$ ІУ= -0.000 ВУ= -0.000					$\lambda_{\max} = 3.000$ ІУ= 0.000 ВУ= 0.000				
Особисті якості працівників	ВАТ «Ватра»	ВАТ «Іскра»	СП «Ватра Шредер»	Вектор пріоритетів	Складність зовн. середовища	ВАТ «Ватра»	ВАТ «Іскра»	СП «Ватра Шредер»	Вектор пріоритетів
ВАТ «Ватра»	1	1	1/4	0.167	ВАТ «Ватра»	1	1	1	0.333
ВАТ «Іскра»	1	1	1/4	0.167	ВАТ «Іскра»	1	1	1	0.333
СП «Ватра Шредер»	4	4	1	0.667	СП «Ватра Шредер»	1	1	1	0.333
$\lambda_{\max} = 3.000$ ІУ= -0.000 ВУ= -0.000					$\lambda_{\max} = 3.000$ ІУ= 0.000 ВУ= 0.000				
Морально-психологічн. клімат	ВАТ «Ватра»	ВАТ «Іскра»	СП «Ватра Шредер»	Вектор пріоритетів	Конкуренція	ВАТ «Ватра»	ВАТ «Іскра»	СП «Ватра Шредер»	Вектор пріоритетів
ВАТ «Ватра»	1	1	1/3	0.200	ВАТ «Ватра»	1	1/3	1/3	0.135
ВАТ «Іскра»	1	1	1/3	0.200	ВАТ «Іскра»	3	1	1/3	0.281
СП «Ватра Шредер»	3	3	1	0.600	СП «Ватра Шредер»	3	3	1	0.584
$\lambda_{\max} = 3.000$ ІУ= -0.000 ВУ= -0.000					$\lambda_{\max} = 3.136$ ІУ= 0.068 ВУ= 0.051				
Ресурси	ВАТ «Ватра»	ВАТ «Іскра»	СП «Ватра Шредер»	Вектор пріоритетів	Зміни в попиті на продукцію	ВАТ «Ватра»	ВАТ «Іскра»	СП «Ватра Шредер»	Вектор пріоритетів
ВАТ «Ватра»	1	2	1/3	0.249	ВАТ «Ватра»	1	1/3	1/6	0.085
ВАТ «Іскра»	1/2	1	1/3	0.157	ВАТ «Іскра»	3	1	1/6	0.177
СП «Ватра Шредер»	3	3	1	0.594	СП «Ватра Шредер»	6	6	1	0.737
$\lambda_{\max} = 3.054$ ІУ= 0.027 ВУ= 0.020					$\lambda_{\max} = 3.136$ ІУ= 0.068 ВУ= 0.051				

У табл.6 подано матрицю попарних порівнянь для другого рівня ієрархії з обчисленим вектором пріоритетів, власним значенням λ_{\max} , індексом узгодженості та відношенням узгодженості.

Наступним етапом роботи є синтез отриманих пріоритетів. Пріоритети фірм за кожним з факторів впливу перемножуються на пріоритет відповідного фактора другого рівня і підсумовуються за кожним з факторів. Порівняльний інноваційний потенціал підприємств подано в табл.7, він визначається за формулою:

$$\Pi_v = \sum_{i=1}^n M_{vi} \times W_i . \quad (11)$$

Для ВАТ «Ватра»: $\Pi_{\text{«Ватра»}} = (0.143 \times 0,099) + (0.167 \times 0,063) + (0.200 \times 0,041) + (0.249 \times 0,155) + (0.125 \times 0,360) + (0.333 \times 0,238) + (0.135 \times 0,017) + (0.085 \times 0,017) = 0,200$

Для ВАТ «Іскра»: $\Pi_{\text{«Іскра»}} = (0.143 \times 0,099) + (0.167 \times 0,063) + (0.200 \times 0,041) + (0.157 \times 0,155) + (0.125 \times 0,360) + (0.333 \times 0,238) + (0.281 \times 0,017) + (0.177 \times 0,017) = 0,191$

Для СП «Ватра-Шредер»: $\Pi_{\text{«Ватра-Шредер»}} = (0.714 \times 0,099) + (0.667 \times 0,063) + (0.600 \times 0,041) + (0.594 \times 0,155) + (0.750 \times 0,360) + (0.333 \times 0,238) + (0.584 \times 0,017) + (0.737 \times 0,017) = 0,609$

Таблиця 7

Порівняння інноваційного потенціалу підприємств

Фактори впливу та їх ваги		Керівник (0,099)	Особисті якості прац. (0,063)	Морально-психол. клімат (0,041)	Ресурси (0,155)	Орг. структура (0,360)	Складність зовн. середов. (0,238)	Конкуренція (0,017)	Зміни в попиті на продукцію (0,026)	Інноваційний потенціал підприємства
Пріоритети підприємств за кожним з факторів впливу	ВАТ «Ватра»	0.143	0.167	0.200	0.249	0.125	0.333	0.135	0.085	0.200
	ВАТ «Іскра»	0.143	0.167	0.200	0.157	0.125	0.333	0.281	0.177	0.191
	СП «Ватра-Шредер»	0.714	0.667	0.600	0.594	0.750	0.333	0.584	0.737	0.609

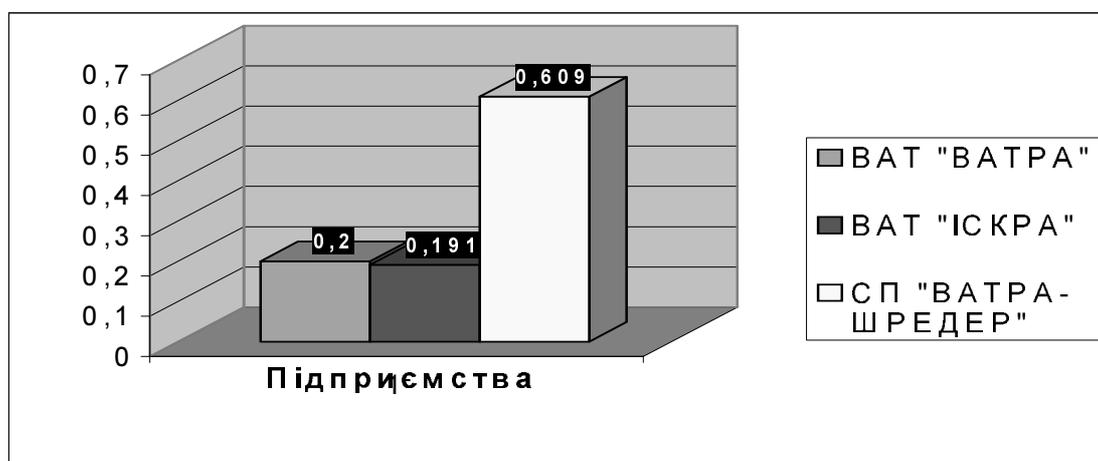


Рис.2. Порівняльні величини інноваційного потенціалу підприємств

З розрахунку видно, що порівняно з іншими підприємствами більший інноваційний потенціал має СП «Ватра-Шредер». Результати аналізу показано на рис.2.

Проведені розрахунки дозволяють встановити, на які параметри підприємство повинно звертати більше уваги, які із них потребують покращання.

УДК 331.8 / .9

УПРАВЛІННЯ УМОВАМИ ПРАЦІ – ЗАПОРУКА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ

© Кравець Н., 2000

Львівський національний університет ім.І.Франка

Розглядаються проблеми збереження трудових ресурсів. Проаналізовано попит на трудові ресурси в Україні у зіставленні з пропозицією робочих місць. Зроблено висновки про необхідність створення умов для роботи.

The article deals with problems of accumulation of human capital. The author analyzes damage of human capital in Ukraine causes by imperfection of job safety. The conclusion about the necessity of working conditions management is grounded.

Розв'язання економічних та соціальних проблем розвитку України на сучасному етапі неможливе без повноцінного та стабільного функціонування вітчизняного виробництва. Стратегічним чинником, який забезпечить виживання підприємств в умовах мінливості ринку, є людський капітал.

Людський капітал – це запас наукових знань, індивідуальних здібностей, талантів і нахилів, які невіддільні від особистості, тобто його носія. Людський капітал розглядається в різних країнах світу як найцінніший виробничий ресурс, що порівняно з іноді занадто зношеним основним капіталом невинно оновлюється, вдосконалюється, слугує могутнім рушієм суспільного прогресу. Чим вищими є показники рівня освіти, профпідготовки, працездатності та здоров'я населення, тим більшим буде людський капітал.

Нарощування людського капіталу відбувається за рахунок вкладень у його компоненти. Усі ці вкладення передбачають початкові витрати і здійснюються з надією на їх добру окупність в майбутньому.

Беручи до уваги те, що подібні видатки протягом короткого періоду здійснюють тривалий в часі вплив на продуктивність праці, їх, за аналогією з вкладеннями інших видів, вважають інвестиціями у людський капітал.

Як показують численні емпіричні дослідження, норма віддачі від інвестицій у людський капітал значно перевищує ефективність вкладень у розширення основних фондів чи будь-яких інших. За розрахунками американських економістів, цей показник в