

УДК 519.81:330.45

DOI: 10.31891/2307-5740-2019-272-4-1-116-121

КУЧЕРУК О. Я., КИСІЛЬ Т. М.
Хмельницький національний університет

ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ ТА ОБСЯГІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОДУКЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ МЕТОДОМ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ

Вибір каналів реалізації продукції є однією з складних та багатокритеріальних проблем прийняття рішень, що потребує врахування багатьох факторів. Інтеграція декількох критеріїв, кількісних та якісних, змушує шукати найбільш ефективні інструменти для вирішення проблеми та прийняття рішення.

Метою дослідження є визначення оптимальної структури та обсягів реалізації продукції аграрними товаровиробниками за допомогою методу аналізу ієрархій. Побудовано ієрархічну модель прийняття рішень щодо оптимального вибору каналів збуту продукції садівництва. Сформовано рекомендації щодо обсягів реалізації продукції за різними каналами.

Ключові слова: реалізація продукції, ієрархічна модель; метод аналізу ієрархій.

KUCHERUK O., KYSIL T.
Khmelnitsky National University

OPTIMIZATION OF THE STRUCTURE AND VOLUMES OF REALIZATION OF AGRICULTURAL ENTERPRISES' PRODUCTS BY THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS

Market relations pose new challenges for agricultural producers. Their essence is the need to develop the most effective system of organization and management of sales. Efficiency of the organization of sale of products is one of the prerequisites for economic efficiency of agricultural production and depends to a large extent on the directions of its realization [1]. The low efficiency of the agricultural sales system results in significant losses of agricultural producers' produce and income. The choice of sales channels is an important management decision because the turnover directly affects the revenue and thus the profit of the enterprise. The sale of products through different channels for a particular agricultural enterprise is a difficult task, both organizationally and economically. The purpose of the study is to determine the optimal structure and volume of sales of agricultural products by the method of analysis of hierarchies. The study was carried out in cooperation with the agricultural company Svarog West Group. A hierarchical model of decision making regarding the optimal choice of marketing channels for horticultural products is constructed. The preferences of company executives over the criteria and each of the alternatives by defined criteria were determined by paired comparisons on the Saati scale. The resulting pairwise matrices and normalized estimator matrices were used to obtain a global ranking, reflecting the decision makers' preferences for individual decision options. The resulting pairwise matrices and normalized estimator matrices were used to obtain a global ranking, reflecting the decision makers' preferences for individual decision options. Recommendations were made regarding the volume of sales of products through different channels.

Keywords: product sales channel, hierarchical model, Analytic Hierarchy Process.

Вступ. Ринкові взаємини ставлять перед аграрними виробниками нові завдання. Їх суть полягає в необхідності розробки найбільш результативної системи організації і управління збутом. Ефективність організації збуту продукції є однією із передумов економічної ефективності сільськогосподарського виробництва і залежить у значній мірі від напрямів її реалізації [1]. Низька ефективність системи збуту в аграрній сфері спричиняє значні втрати продукції та доходів сільськогосподарських товаровиробників.

Проблему збуту та реалізації продукції сільськогосподарськими підприємствами досліджували в своїх працях, зокрема, І. Абрамович, В. Андрійчук, Ю. Атаманчук, Л. Безугла, О. Варченко, І. Гришова, З. Колос, О. Красноручський, Д. Микитюк, І. Паска, П. Саблук, І. Свиноус, Л. Титова та інші.

Вибір каналів реалізації продукції є важливим управлінським рішенням, оскільки товарообіг безпосередньо впливає на виручку та відповідно на прибуток підприємства. Реалізація продукції по різних каналах для певного сільськогосподарського підприємства є важким завданням як в організаційному, так і в економічному аспектах.

Останнім часом у сільськогосподарських товаровиробників є реальна можливість самостійно обирати канали продажу вирощеної продукції, однак при цьому існує головна перепона — недостатня інформованість та обізнаність щодо ринкової маркетингової стратегії, брак навичок правильно оцінювати можливості ринку й обирати вигідні умови контрактів [2].

В багатьох сільськогосподарських підприємствах основним індикатором в прийнятті рішень щодо каналу збуту є ціни на продукцію. Але під час прийняття рішень щодо реалізації продукції важливо, окрім цін, враховувати й інші чинники, зокрема, витрати на транспортування, зберігання, адміністративні витрати та інші.

Отже, необхідне вдосконалення збутової політики сільськогосподарських підприємств, з метою оптимізації структури каналів та обсягів реалізації продукції. Зокрема, використання сучасних методів прийняття рішень.

Метою даної роботи є представлення можливостей використання методу аналізу ієрархій у визначенні оптимальної структури та обсягів реалізації продукції сільськогосподарськими товаровиробниками.

Експериментальна частина. Метод аналізу ієрархій (Analytic Hierarchy Process – AHP) нині є одним з найпопулярніших інструментів для прийняття комплексних рішень за умови багатокритеріальності. Даний метод розроблений американським вченим Томасом Сааті в 1970-х роках. Нині метод аналізу ієрархій використовують для прийняття рішень, зокрема, у таких сферах людської діяльності, як економіка та управління, політика, технології, соціальна сфера тощо. Простота та універсальність методу дозволяє застосовувати його також і в повсякденному житті.

У шістдесятих та сімдесятих роках XX століття було створено багато методів прийняття рішень окрім AHP, зокрема ELECTRE, PROMETHEE & GAIA, MACBETH, VDA. Однак жоден з цих методів не став таким популярним як метод аналізу ієрархій, який широко застосовується в наукових дослідженнях та на практиці під час прийняття рішень. Серед організацій, що використовують даний метод у прийнятті рішень, зокрема, Міністерство оборони США, IBM, British Airways, Xerox, Ford [3, 4].

Підвищення інтересу до застосування методу в різноманітних дослідженнях відбулось у 90-х роках XX століття, зокрема, з 1988 року по 2005 рік відбулось 8 міжнародних симпозіумів з AHP в різних частинах світу (1988, Tianjin (Chiny); 1991, Pittsburgh (USA); 1994, Washington D.C. (USA); 1996, Vancouver (Kanada); 1999, Kobe (Japonia); 2001, Bern (Szwajcaria); 2003, Bali (Indonezja); 2005, Hawaje (USA)) [5]. Аналіз літератури вказує на кілька сотень статей щодо використання методу AHP в різних галузях та у багатьох країнах, наприклад, у США, Туреччині, Китаї, Індії, Японії, Бразилії, Чехії, Польщі та ін. Не згає інтерес до даного методу і нині.

Метод аналізу ієрархій призначений для прийняття багатокритеріальних рішень в умовах невизначеності вихідної інформації, заданої набором кількісних та якісних залежностей. Причинами невизначеності є неповнота знань експерта про властивості об'єктів; недостатня впевненість особи, що приймає рішення, в правильності своїх оцінок; суперечливість знань; нечіткість уявлення інформації.

Застосування методу аналізу ієрархій відбувається в декілька етапів (рис. 1), реалізація яких дозволяє одержати об'єктивні кількісні оцінки вагомості всіх елементів в структурі ієрархії, пов'язаної з поставленою проблемою [6].

Етап 1 – декомпозиція проблеми та побудова моделі проблеми у вигляді ієрархії. Метою даного етапу є детальний аналіз та опис проблеми, структурування існуючої інформації та побудова ієрархії, де перший рівень (вершина) – мета, проміжні рівні – критерії та підкритерії, за якими порівнюються елементи наступних нижчих рівнів ієрархії, найнижчий рівень – альтернативи рішення. Найбільш популярною є тривірнева ієрархія «мета – критерії – альтернативи».

Під час побудови ієрархії варто враховувати певні правила побудови ієрархій, одним з найбільш важливих є правило « 7 ± 2 » («число Міллера»). Дане правило означає, що в середньому людина не в змозі опрацювати більше 7 елементів інформації відразу, є ті, хто здатний обробляти лише 5, і лише деякі – 9. Отже, жоден рівень в ієрархічній моделі не повинен містити більше 9 елементів [3].

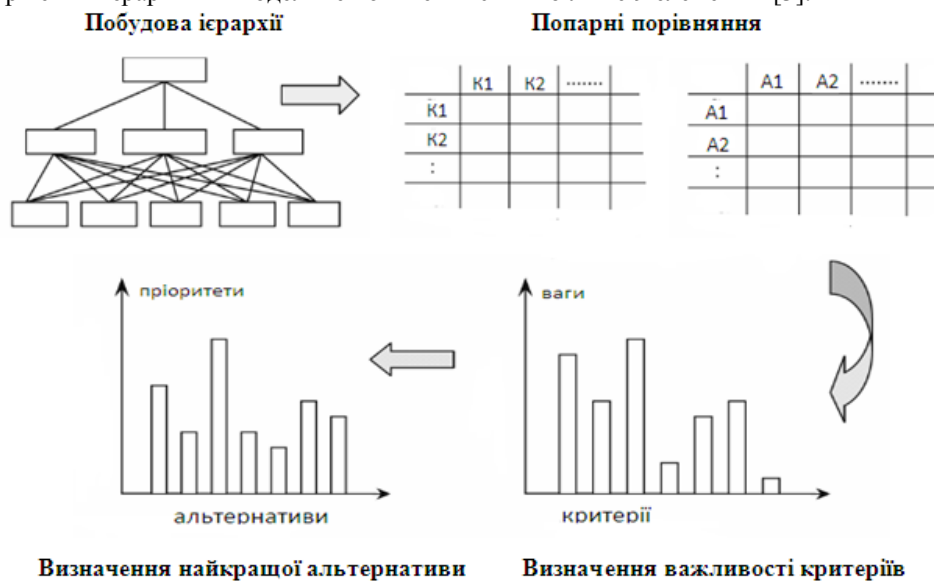


Рис. 1. Алгоритм методу аналізу ієрархій (за [7])

Етап 2 – формування матриці попарного порівняння. На даному етапі відбувається попарне порівняння елементів з нижчих рівнів ієрархії відносно елементів рівня, що безпосередньо лежить вище в ієрархії. Наприклад, в тривірневій ієрархії критерії аналізуються з точки зору мети, а альтернативи – відносно критеріїв.

Результатом таких порівнянь є відповідні матриці. Елементи матриці попарних порівнянь $A = \|a_{ij}\|$ являють собою попарні відношення важливості i -го та j -го елементів, що порівнюються, які виробляються експертом та виражаються ним в числовій формі з використанням спеціальної шкали відносної важливості (табл. 1). Для прийняття рішення може долучатись група експертів. Тоді для об'єднання оцінок суджень декількох експертів будується матриця з середніх геометричних оцінок. При цьому вважається, що судження експертів мають однаковий ступінь значущості.

Таблиця 1

Шкала відносної важливості (шкала Сааті)

Визначення переваг або важливості однієї альтернативи над іншою	Міра переваги (важливості)
Переваги немає зовсім. Рівнозначна	1
Незначна перевага. Деяко важливіша	3
Відчутна перевага. Важливіша	5
Сильна перевага. Значно важливіша	7
Абсолютна перевага. Абсолютна важливість	9
Проміжні оцінки	2, 4, 6, 8.

Матриця попарних порівнянь має наступні властивості: діагональні елементи матриці рівні 1; якщо $a_{ij} = \alpha$, то $a_{ji} = \frac{1}{\alpha}$ для будь-яких i, j [6].

Етап 3 – визначення за матрицями попарних порівнянь векторів локальних пріоритетів. Т. Сааті показав, що для того, щоб одержати пріоритети елементів, що досліджуються, по відношенню до елемента з верхнього рівня ієрархії, необхідно знайти власний вектор відповідної матриці попарних порівнянь, що відповідає її максимальному власному значенню. Даний власний вектор і буде вектором пріоритетів [6].

Методи обчислення власних характеристик матриць добре відомі. Вони досить трудомісткі та вимагають великої кількості обчислень. Існують наближені методи, розроблені для обернено-симетричних матриць, які описані, зокрема в [8]. У них спочатку наближено знаходиться власний вектор, а потім по ньому шукається наближене власне значення. Найпопулярніший спосіб визначення власного вектора – використання середнього геометричного (табл. 2). Згідно з даним способом:

1) знаходимо середнє геометричне значень кожного рядку матриці порівнянь: $a_i = \sqrt[n]{\prod_j a_{ij}}$;

2) додаємо елементи отриманого стовпця та ділимо кожен з цих елементів на отриману суму:

$$w_i = \frac{a_i}{\sum_i a_i} = \frac{\sqrt[n]{\prod_j a_{ij}}}{\sum_i a_i}$$

Таблиця 2

Загальна схема визначення пріоритетів з використанням геометричного середнього для матриці порівнянь 3×3

Матриця порівнянь			Крок 1: знаходимо середнє геометричне кожного рядку	Крок 3: знаходимо вагові коефіцієнти
1	a_{12}	a_{13}	$a_1 = \sqrt[3]{1 \cdot a_{12} \cdot a_{13}}$	$w_1 = \frac{a_1}{\sum_{i=1}^3 a_i}$
a_{21}	1	a_{23}	$a_2 = \sqrt[3]{a_{21} \cdot 1 \cdot a_{23}}$	$w_2 = \frac{a_2}{\sum_{i=1}^3 a_i}$
a_{31}	a_{32}	1	$a_3 = \sqrt[3]{a_{31} \cdot a_{32} \cdot 1}$	$w_3 = \frac{a_3}{\sum_{i=1}^3 a_i}$
Крок 2: сумуємо середнє геометричне			$\sum_{i=1}^3 a_i$	$\sum_{i=1}^3 w_i = 1$

Судження експертів при проведенні попарних порівнянь повинні бути, по можливості, ідеально узгодженими. Очевидно, що домогтися повної погодженості матриці парних порівнянь при експертних оцінках об'єктів неможливо, тому необхідно перевірити ступінь погодженості отриманих оцінок. Як міру погодженості розглядають два показники:

- Індекс узгодженості (ІУ): $IU = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$, де λ_{\max} – максимальне власне значення матриці A , n – порядок матриці. Наближене власне значення λ_{\max} знаходиться наступним чином: для кожного стовпця матриці A знаходимо суму його елементів: $b_j = \sum_i a_{ij}$, після чого знаходимо скалярний добуток векторів $w = (w_1, \dots, w_n)$ та $b = (b_1, \dots, b_n)$, який і дає значення λ_{\max} , тобто $\lambda_{\max} = b_1 w_1 + b_2 w_2 + \dots + b_n w_n$.
- Відношення узгодженості (ВУ): $BV = \frac{IU}{BI}$, де BI – випадковий індекс, що визначається за таблицею (табл. 3). Якщо значення BV менше ніж 0,1, то ступінь узгодженості вважається прийнятним [9].

Таблиця 3

Значення випадкового індексу													
порядок матриці	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
BI	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59

Етап 4 – визначення найкращої альтернативи. За результатами третього етапу будується матриця локальних пріоритетів $V = (v_{ij})$, $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$, стовпцями якої є вектори пріоритетів альтернатив за кожним критерієм. Вектор глобальних пріоритетів визначається як добуток матриці локальних пріоритетів альтернатив і вектора локальних пріоритетів критеріїв.

Корпорація «Сварог Вест Груп» є аграрною компанією, що об'єднує підприємства, які розташовані в Хмельницькій, Чернівецькій та Житомирській областях і працюють у всіх сферах сільського господарства. Одним з напрямків діяльності корпорації є садівництво. Площа садів складає 505 га, 85% яких займають яблуневі сади. Збут продукції – один з найбільш важливих аспектів діяльності аграрної компанії. Від збутової діяльності залежить організація виробництва, його матеріально-технічне забезпечення; обсяг збуту визначає величину доходів, прибутку, рівень рентабельності, розмір і джерела інвестиції на оновлення і розширення виробництва.

Система збуту характеризується комбінацією каналів збуту. Найважливішою частиною збутової діяльності є обґрунтування найбільш ефективних каналів реалізації продукції. За співпраці з представниками компанії було визначено три основних канали збуту яблук: експорт, внутрішній ринок (торгівельна біржа), фруктосховища. Для визначення оптимальної структури та обсягів реалізації продукції за зазначеними каналами було визначено наступні критерії:

- K_1 – кошти на транспортування;
- K_2 – кошти на упаковку;
- K_3 – фінансові ризики;
- K_4 – ціна на фрукти (середня пропозиція);
- K_5 – вимоги до якості;
- K_6 – обсяги проданих фруктів за один раз;
- K_7 – додаткові витрати.

Ієрархічне представлення досліджуваної проблеми зображено на рис. 2.

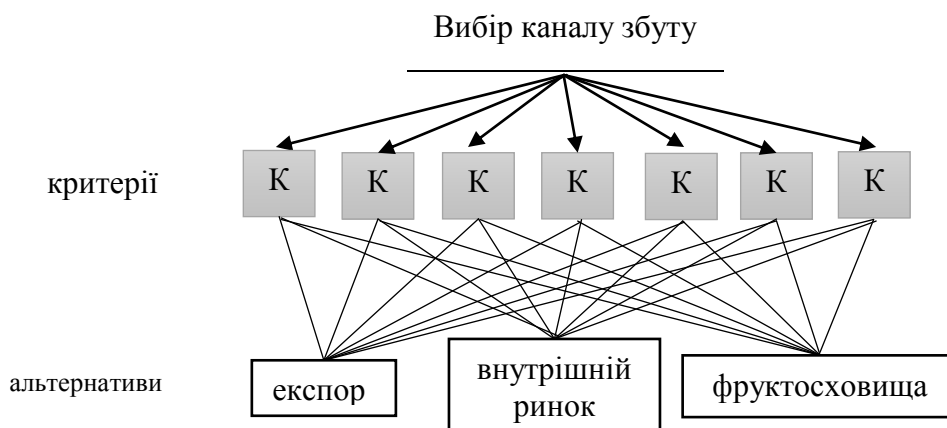


Рис. 2. Ієрархічна модель вибору СКМ

Побудова матриць попарних порівнянь та визначення за одержаними матрицями векторів локальних пріоритетів, а також перевірка узгодженості матриць здійснювалась з використанням програмного продукту AHP Priority Calculator (https://bpmmsg.com/academic/ahp_calc.php). Наприклад, матриця попарних порівнянь критеріїв та вектор їх пріоритетів представлено на рис. 3.

	1	2	3	4	5	6	7
1	1	3.00	0.50	0.17	0.33	0.20	6.00
2	0.33	1	0.33	0.20	0.17	0.20	6.00
3	2.00	3.00	1	0.17	0.33	0.33	7.00
4	6.00	5.00	6.00	1	2.00	3.00	9.00
5	3.00	6.00	3.00	0.50	1	2.00	9.00
6	5.00	5.00	3.00	0.33	0.50	1	7.00
7	0.17	0.17	0.14	0.11	0.11	0.14	1

Cat		Priority	Rank
1	кошти на транспортування	7.1%	5
2	кошти на упаковку	4.7%	6
3	фінансові ризики	9.2%	4
4	ціна на фрукти	36.0%	1
5	вимоги до якості	22.5%	2
6	обсяги проданих фруктів за один раз	18.6%	3
7	додаткові витрати	1.9%	7

$$\lambda_{max} = 7,639; BV = 0,0807$$

Рис. 3. Матриця попарних порівнянь критеріїв та вектор пріоритетів

Результати попарних порівнянь альтернатив за всіма критеріями, а саме їх локальні пріоритети подано в таблиці 4.

Таблиця 4

Локальні пріоритети альтернатив

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇
експорт	0,089	0,089	0,084	0,655	0,122	0,582	0,271
внутрішній ринок	0,588	0,559	0,705	0,095	0,648	0,109	0,644
фруктосховища	0,323	0,352	0,211	0,25	0,23	0,309	0,085

Аналіз таблиці 4 показує, що за більшістю критеріїв перевагу має альтернатива «внутрішній ринок», проте за критеріями «ціна на фрукти» та «обсяги проданих фруктів за один раз» значну перевагу має альтернатива «експорт». Графічне порівняння локальних пріоритетів досліджуваних альтернатив представлено на рис. 4.

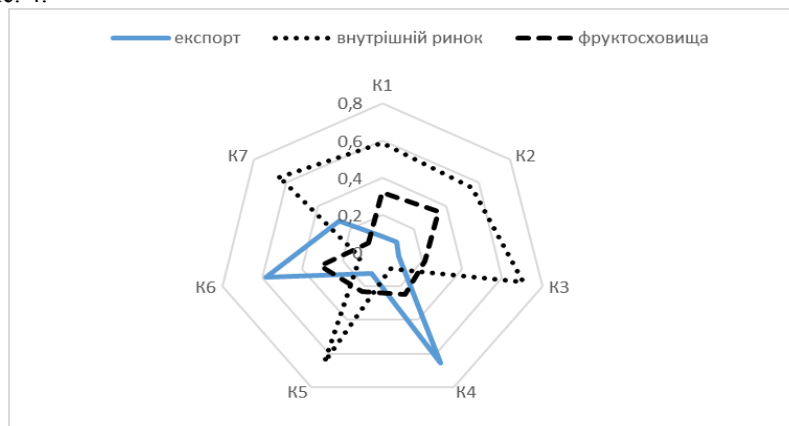


Рис. 4. Діаграма локальних пріоритетів

Вектор глобальних пріоритетів визначаємо як добуток матриці локальних пріоритетів альтернатив та вектора пріоритетів критеріїв:

$$\begin{pmatrix} 0,089 & 0,089 & 0,084 & 0,655 & 0,122 & 0,582 & 0,271 \\ 0,588 & 0,559 & 0,705 & 0,095 & 0,648 & 0,109 & 0,644 \\ 0,323 & 0,352 & 0,211 & 0,250 & 0,230 & 0,309 & 0,085 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0,071 \\ 0,047 \\ 0,092 \\ 0,360 \\ 0,225 \\ 0,186 \\ 0,019 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,3949 \\ 0,3454 \\ 0,2597 \end{pmatrix}$$

Таким чином, вектор глобальних пріоритетів: $W = (0,3949; 0,3454; 0,2597)$.

Отже, найкращою альтернативою є «експорт» (0,3949), наступною є «внутрішній ринок» (0,3454) та «фруктосховища» (0,2597) (рис. 5).

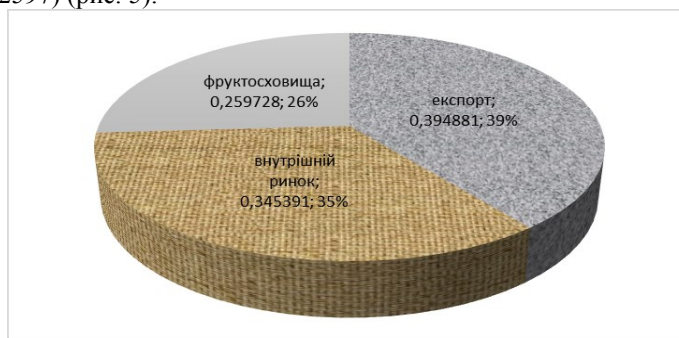


Рис. 5. Діаграма глобальних пріоритетів

Очевидно, що агрофірма не використовує лише один канал збуту продукції. Тому результати використання методу аналізу ієрархій варто розглядати як рекомендації щодо обсягів реалізації продукції за різними каналами. Так, за результатами дослідження 39% продукції варто відправити для реалізації на експорт, 35% продукції реалізовувати на внутрішньому ринку та 26% відправити на зберігання до фруктосховищ та реалізацію в більш пізні терміни.

Висновки

В умовах ринкових відносин для аграрних товаровиробників одним з найбільш важливих стає питання збуту сільськогосподарської продукції. Для успішної роботи компанії її керівники та аналітики повинні правильно оцінювати тенденції ринку та використовувати сучасні методи прийняття рішень в своїй діяльності. В статті продемонстровано можливість використання методу аналізу ієрархій для прийняття рішень у визначенні оптимальної структури та обсягів реалізації продукції. Перевагами методу аналізу ієрархій є гнучкість, простота використання, можливість використовувати критерії як кількісні, так і якісні.

Література

1. Колос З. В. Проблеми збутової діяльності сільськогосподарських підприємств / З. В. Колос // Агросвіт. – 2016. – № 10. – С. 8–11.
2. Варченко О. М. Методологічні підходи до оцінки збуту продукції сільськогосподарськими товаровиробниками / О. М. Варченко, І. В. Свиноус, Д. М. Микитюк // Вісник аграрної науки. – Серпень 2013 р. – С. 66–69.
3. Anna Prusak, Jacek Strojny, Piotr Stefanow Analityczny proces hierarchiczny (AHP) naskróty – kluczowe pojęcia i literature. Humanities and Social Sciences. vol. XIX, 21 (4/2014). P. 179–192.
4. Raghu Nandan Sengupta, Aparna Gupta Decision Sciences: Theory and Practice. CRC Press, 2017. 998 p.
5. Wiktor Adamus, Anna Gręda Wspomaganie decyzji wielokryterialnych w rozwiązywaniu wybranych problemów organizacyjnych i menedżerskich. Operations Research and Decisions. 2005. Nr 2. P. 5–36.
6. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Томас Саати. – М. : Радио и связь, 1993. – 320 с.
7. Tulecki A., Król S. Modele decyzyjne z wykorzystaniem metody Analytic Hierarchy Process (AHP) w obszarze transportu. Problemy eksploatacji. 2007. № 2. P. 171–179.
8. Дубровин В. И. Многокритериальная оптимизация технологического процесса с использованием метода анализа иерархий / В. И. Дубровин, Н. А. Миронова, В. А. Конопля // Радиоэлектроника. Информатика. Управление. – 2005. – № 2. – С. 47–53.
9. Катренко А. В. Оцінювання невизначеностей та аналіз на чутливість в методі аналітичної ієрархії (МАІ) / А. В. Катренко, І. В. Савка // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2008. – № 610 (Інформаційні моделі та мережі). – С. 148–158.

References

1. Kolos Z. V. Problemy zbutovoi diialnosti silskohospodarskykh pidpriemstv / Z. V. Kolos // Ahrosvit. – 2016. – № 10. – S. 8–11.
2. Varchenko O. M. Metodolohichni pidkhydy do otsinky zbutu produktsii silskohospodarskymy tovarovyrobnykamy / O. M. Varchenko, I. V. Svyuous, D. M. Mykytiuk // Visnyk ahrarnoi nauky. – Serpen 2013 r. – S. 66–69.
3. Anna Prusak, Jacek Strojny, Piotr Stefanow Analityczny proces hierarchiczny (AHP) naskróty – kluczowe pojęcia i literature. Humanities and Social Sciences. vol. XIX, 21 (4/2014). R. 179–192.
4. Raghu Nandan Sengupta, Aparna Gupta Decision Sciences: Theory and Practice. CRC Press, 2017. 998 r.
5. Wiktor Adamus, Anna Gręda Wspomaganie decyzji wielokryterialnych w rozwiązywaniu wybranych problemów organizacyjnych i menedżerskich. Operations Research and Decisions. 2005. Nr 2. R. 5–36.
6. Saaty T. Pryniatyte reshenyi. Metod analiza yerarkhyi / Tomas Saaty. – M. : Radyo y sviaz, 1993. – 320 s.
7. Tulecki A., Król S. Modele decyzyjne z wykorzystaniem metody Analytic Hierarchy Process (AHP) w obszarze transportu. Problemy eksploatacji. 2007. № 2. R. 171–179.
8. Dubrovin V. I. Mnogokriterialnaya optimizaciya tehnologicheskogo processa s ispolzovaniem metoda analiza ierarhij / V. I. Dubrovin, N. A. Mironova, V. A. Konoplya // Radioelektronika. Informatika. Upravlinnya. – 2005. – № 2. – S. 47–53.
9. Katrenko A. V. Otsiniuvannia nevyznachenosteï ta analiz na chutlyvist v metodi analitychnoi ierarhii (MAI) / A. V. Katrenko, I. V. Savka // Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnika». – 2008. – № 610 (Informatsiini modeli ta merezhi). – S. 148–158.

Рецензія / Peer review : 17.07.2019

Надрукована / Printed : 06.09.2019
Рецензент: д. е. н., проф. Григорук П. М.