

В.О. Костюк

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

МЕТОДИКА АНАЛІТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ І ФАКТОРНОГО АНАЛІЗУ ПРОДУКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧОГО УСТАТКУВАННЯ

Розглядається методика розрахунку впливу найважливіших чинників на загальну зміну продуктивності виробничого устаткування. Пропонується при моделюванні і факторному аналізі цього показника використовувати мультиплікативні детерміновані моделі, що містять в собі набір різноманітних техніко-експлуатаційних чинників. Для визначення абсолютного впливу цих факторів на загальну зміну продуктивності виробничого устаткування рекомендується здійснювати поетапний факторний аналіз даного показника, в основі якого лежить метод ланцюгових підстановок.

Ключові слова: методика, моделювання, продуктивність, метод, фактор.

Постановка проблеми

Одним з найважливіших факторів розвитку виробництва є наявність виробничого устаткування і ефективності його використання. Більш повне використання виробничого устаткування дає можливість збільшити випуск продукції, зменшити її собівартість, отримати додатковий прибуток і підвищити рівень рентабельності виробництва. Для узагальнюючої характеристики ефективності й інтенсивності виробничого устаткування застосовують низку різноманітних показників. Найбільш узагальнюючим і вирішальним із них є рівень продуктивності його одиниці. Тому актуального значення набуває дослідження теоретичних підходів щодо методики математичного моделювання і факторного аналізу цього показника, тобто визначення абсолютного і відносного впливу окремих чинників на його зміну.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідженню проблемних питань моделювання і факторного аналізу узагальнюючих показників роботи підприємства, тобто вивченню впливу найважливіших чинників на їх зміну, присвячено багато наукових праць [1–10]. Однак, незважаючи на кількість проведених досліджень, є ряд питань, пов'язаних із розробкою сучасних економіко-статистичних моделей, що характеризують, зокрема, продуктивність одиниці виробничого устаткування і потребують свого подальшого вивчення та конкретизації.

Метою даної статті є аналітико-синтетичне дослідження впливу найважливіших чинників на загальну зміну продуктивності одиниці виробничого устаткування.

Виклад основного матеріалу

Кінцеві результати діяльності будь-якого підприємства (обсяг виробництва продукції, прибуток) залежать від стану і ефективності використання виробничого устаткування. Показники використання устаткування поділяють на дві групи: показники екстенсивного використання (характеризують роботу обладнання за його кількістю або часом роботи) і показники інтенсивного використання (визначають рівень використання потужності обладнання, його продуктивність). За ознакою участі в процесі виробництва все устаткування розподіляють на такі групи: наявне (рачується на балансі підприємства і занесене в інвентарні картки обліку основних засобів), встановлене (змонтовано і підготовлене до роботи) і фактично діюче (може знаходитись у роботі). Важливою складовою оцінки екстенсивного використання обладнання є аналіз повноти його використання за часом. Рівень використання устаткування за часом характеризується системою показників-коефіцієнтів, які визначаються як відношення відпрацьованого обладнанням часу до загального фонду часу [4. с. 172–173].

Показником, що характеризує рівень інтенсивного використання виробничого устаткування є продуктивність його одиниці. Величина цього показника залежить від багатьох різноманітних чинників. Тому актуальне значення має факторний аналіз даного показника і визначення впливу окремих чинників на його зміну. Важливою методологічною проблемою аналізу продуктивності устаткування є вибір одиниць виміру затрат часу на виробництво продукції, які можуть бути виражені середньою кількістю устаткування (верстатів, машин), а також у кількості відпрацьованих

обладнанням верстато-діб, верстато-змін і верстато-годин. Вибір для дослідження показника продуктивності устаткування залежить від мети аналізу. Найоб'єктивнішу оцінку ефективності використання виробничого устаткування можна отримати на основі показника середньогодинної продуктивності одиниці обладнання (відношення обсягу виробництва продукції до кількості відпрацьованих устаткуванням верстато-годин). Всі інші показники продуктивності одиниці виробничого устаткування (змінна продуктивність, добова, місячна, квартална, річна) є інтегральні, які враховують рівень годинної продуктивності і використання робочого часу, аналогічно тому, як це має місце серед взаємозв'язку аналогічних показників продуктивності праці [4, с. 139].

Враховуючи вищезазначене, у процесі моделювання факторних детермінованих систем продуктивності одиниці устаткування слід враховувати наступні основні чинники, що відображають ефективність використання виробничого обладнання і його вплив на величину досліджуваного показника:

- коефіцієнт готовності устаткування до роботи (відношення кількості встановленого обладнання до кількості наявного устаткування);

- коефіцієнт використання встановленого устаткування (відношення кількості фактично працюючого обладнання до кількості встановленого устаткування);

- коефіцієнт змінності роботи устаткування (відношення відпрацьованих верстато-змін до відпрацьованих верстато-діб);

- середня тривалість зміни (відношення відпрацьованих верстато-годин до відпрацьованих верстато-змін);

- середньогодинна продуктивність одиниці фактично працюючого устаткування.

Для визначення впливу цих чинників на загальну зміну досліджуваного показника продуктивності одиниці виробничого устаткування пропонується здійснювати поетапний факторний аналіз цього показника. А саме, залежно від наявної статистичної інформації і задач аналізу, рекомендується обчислювати вплив на зміну продуктивності виробничого устаткування різної кількості факторів (двох, трьох тощо), тобто здійснювати двохфакторний, трьохфакторний і багатофакторний аналіз цього показника. Відповідно до цього пропонується здійснювати і побудову детермінованих мультиплікативних моделей продуктивності одиниці виробничого устаткування. Враховуючи це, розглянемо спочатку методику двохфакторного аналізу цього показника, тобто коли на його зміну впливають тільки два чинники. Структурно-логічну модель даного показника в найбільш інтегрованому вигляді, що відображає його взаємозв'язок з чинниками, які впливають на його зміну, зображено на рис. 1.

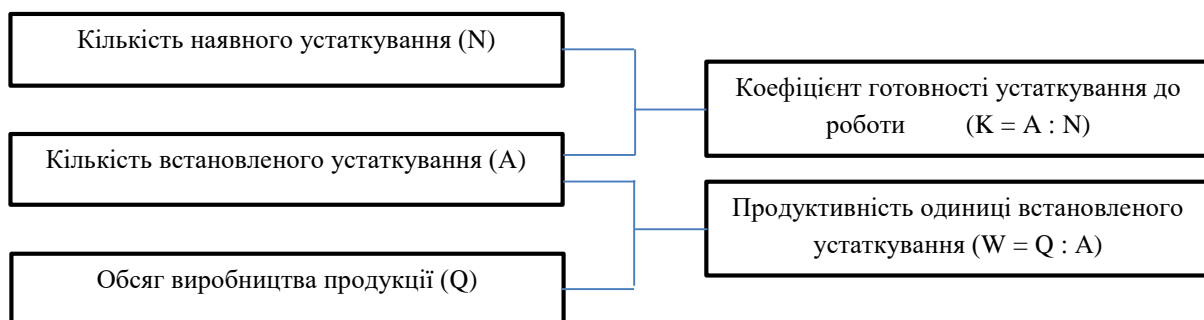


Рис. 1. Структурно-логічна модель двохфакторного аналізу продуктивності одиниці виробничого устаткування

Виходячи з наведеної схеми взаємозв'язку (рис.1), продуктивність одиниці наявного виробничого устаткування (v) можна представити у вигляді наступної формули (1):

$$v = \frac{Q}{N} = \frac{A}{N} * \frac{Q}{A} = K * W. \quad (1)$$

Ця формула повністю відповідає теорії методу ланцюгових підстановок, так як вона побудована на основі відомого правила розмірностей співмножників-факторів, суть якого полягає в тому, що в такій формулі чисельник розрахункової

формули попереднього чинника одночасно є знаменником розрахункової формули наступного фактора [7, с. 53–54]. Тому, застосовуючи до цієї формули різновидність ланцюгових підстановок «прийом обчислення абсолютних різниць» пропонується здійснювати розрахунок впливу зазначених вище чинників на загальну зміну досліджуваного показника продуктивності одиниці наявного виробничого устаткування наступним чином (через «0» позначено абсолютні величини факторних показників у базовому періоді, через «1» – їх значення у звітному періоді):

- абсолютний вплив чинника «К» (2)

$$\Delta V_K = (K_1 - K_0) W_0, \quad (2)$$

- абсолютний вплив чинника «W» (3)

$$\Delta V_W = K_1 (W_1 - W_0), \quad (3)$$

де $\Delta V_K, \Delta V_W$ - абсолютний вплив чинників «К» і «W» на загальну зміну продуктивності одиниці наявного виробничого устаткування.

При більш детальному аналізі продуктивності одиниці виробничого устаткування можна вивчити вплив і інших чинників на загальну зміну цього показника. З цією метою пропонується розширити

двохфакторну модель шляхом розкладання комплексного чинника «W» на такі субфактори: коефіцієнт використання встановленого устаткування (β) і продуктивність одиниці фактично працюючого устаткування (F). Це означає, що на цьому етапі факторного аналізу продуктивності одиниці виробничого устаткування на його зміну будуть впливати такі чинники: коефіцієнт готовності устаткування до роботи (K), коефіцієнт використання встановленого устаткування (β) і продуктивність одиниці фактично працюючого устаткування (F). У цьому разі структурно-логічна модель факторного аналізу показника продуктивності одиниці наявного виробничого устаткування матиме вигляд, наведений на рис. 2.

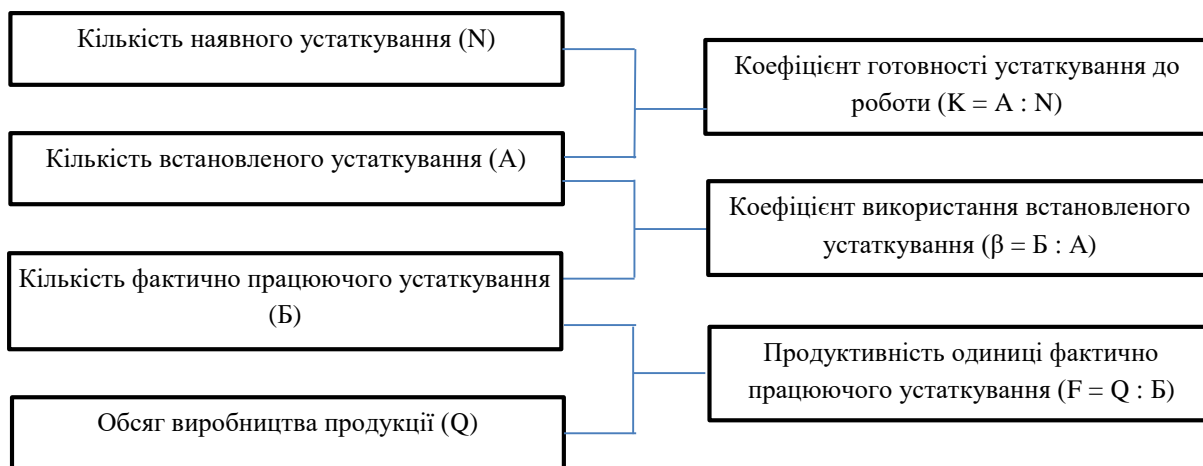


Рис. 2. Структурно-логічна модель трьохфакторного аналізу продуктивності одиниці наявного виробничого устаткування

З наведеної блок-схеми (рис. 2), випливає така мультиплікативна модель рівня продуктивності одиниці наявного устаткування (4):

$$V = \frac{Q}{N} = \frac{A}{N} * \frac{B}{A} * \frac{Q}{B} = K * \beta * F. \quad (4)$$

При застосуванні до цієї моделі методу ланцюгових підстановок, отримаємо наступні розрахункові формули, на основі яких визначається вплив зазначених чинників на загальну зміну рівня продуктивності одиниці наявного виробничого устаткування за відповідний період часу:

- вплив чинника «К» (5)

$$\Delta V_K = (K_1 - K_0) \beta_0 F_0, \quad (5)$$

- вплив чинника « β » (6)

$$\Delta V_\beta = K_1 (\beta_1 - \beta_0) F_0, \quad (6)$$

- вплив чинника «F» (7)

$$\Delta V_F = K_1 \beta_1 (F_1 - F_0), \quad (7)$$

де $\Delta V_\beta, \Delta V_F$ – абсолютний вплив чинників « β » і «F» на загальну зміну продуктивності одиниці наявного виробничого устаткування.

Для подальшого факторного аналізу рекомендується комплексний чинник «F» розкласти на два наступні чинники: кількість відпрацьованих діб одиницею виробничого устаткування (Д) і середньодобову продуктивність одиниці працюючого устаткування (М). Тоді отримаємо таку схематичну чотирьохфакторну модель показника продуктивності одиниці наявного виробничого устаткування (рис. 3).

Наведена вище блок-схема взаємозв'язку аналізованого і факторних показників (рис. 3) свідчить про те, що рівень продуктивності одиниці наявного устаткування можна зобразити у вигляді наступної математичної моделі (8):

$$V = \frac{Q}{N} = \frac{A}{N} * \frac{B}{A} * \frac{D}{B} * \frac{Q}{D} = K * \beta * D * M. \quad (8)$$



Рис. 3. Структурно-логічна модель чотирьохфакторного аналізу продуктивності одиниці наявного виробничого устаткування

При застосуванні до цієї факторної моделі методу ланцюгових підстановок, отримаємо такі формули для розрахунку впливу чинників «К», «β», «Д», і «М» на загальну зміну продуктивності одиниці наявного виробничого устаткування:

- вплив чинника «К» (9)

$$\Delta V_K = (K_1 - K_0) \beta_0 D_0 M_0 \quad (9)$$

- вплив чинника «β» (10)

$$\Delta V_\beta = K_1 (\beta_1 - \beta_0) D_0 M_0, \quad (10)$$

- вплив чинника «Д» (11)

$$\Delta V_D = K_1 \beta_1 (D_1 - D_0) M_0 \quad (11)$$

- вплив чинника «М» (12)

$$\Delta V_M = K_1 \beta_1 D_1 (M_1 - M_0), \quad (12)$$

де ΔV_D , ΔV_M – абсолютний вплив чинників «Д» і «М» на загальну зміну досліджуваного показника «V».

Поглиблюючи далі факторний аналіз рівня продуктивності одиниці наявного виробничого устаткування, можна розрахувати вплив на його зміну і інших чинників, якщо чинник «середньодобова продуктивність одиниці працюючого устаткування» розкласти на два наступні субфактори: коефіцієнт змінності роботи устаткування (γ) і середньозмінну продуктивність одиниці працюючого устаткування (π). Це означає, що на даному етапі факторного аналізу взаємозв'язок між досліджуваним показником «V» і чинниками, що впливають на його зміну можна проілюструвати у вигляді такої структурно-логічної моделі (рис. 4).

Для здійснення факторного аналізу рівня продуктивності одиниці наявного виробничого устаткування на цьому етапі його дослідження використаємо наступну п'ятифакторну модель даного показника, яка впливає з наведеної вище блок-схеми (рис. 4) (13):

$$V = \frac{Q}{N} = \frac{A}{N} * \frac{B}{A} * \frac{V}{B} * \frac{\Gamma}{V} * \frac{Q}{\Gamma} = K * \beta * D * \gamma * \pi. \quad (13)$$

Використовуючи цю детерміновану факторну модель, пропонується обчислювати абсолютний вплив згаданих чинників на загальну зміну рівня продуктивності одиниці наявного устаткування за наступними формулами:

- вплив чинника «К» (14)

$$\Delta V_K = (K_1 - K_0) \beta_0 D_0 \gamma_0 \pi_0, \quad (14)$$

- вплив чинника «β» (15)

$$\Delta V_\beta = K_1 (\beta_1 - \beta_0) D_0 \gamma_0 \pi_0, \quad (15)$$

- вплив чинника «Д» (16)

$$\Delta V_D = K_1 \beta_1 (D_1 - D_0) \gamma_0 \pi_0, \quad (16)$$

- вплив чинника «γ» (17)

$$\Delta V_\gamma = K_1 \beta_1 D_1 (\gamma_1 - \gamma_0) \pi_0, \quad (17)$$

- вплив чинника «π» (18)

$$\Delta V_\pi = K_1 \beta_1 D_1 \gamma_1 (\pi_1 - \pi_0), \quad (18)$$

де ΔV_γ , ΔV_π – абсолютний вплив чинників «γ» і «π» на загальну зміну аналізованого показника «V».

На наступній стадії факторного аналізу рівня продуктивності наявного виробничого устаткування рекомендується чинник «середньозмінна продуктивність одиниці працюючого устаткування» розкласти на такі більш прості чинники: середню фактичну тривалість однієї зміни роботи устаткування (t) і

середньогодинну продуктивність одиниці працюючого устаткування (f). У цьому випадку отримаємо таку схематичну шести факторну модель показника рівня

продуктивності одиниці наявного виробничого устаткування (рис.5).

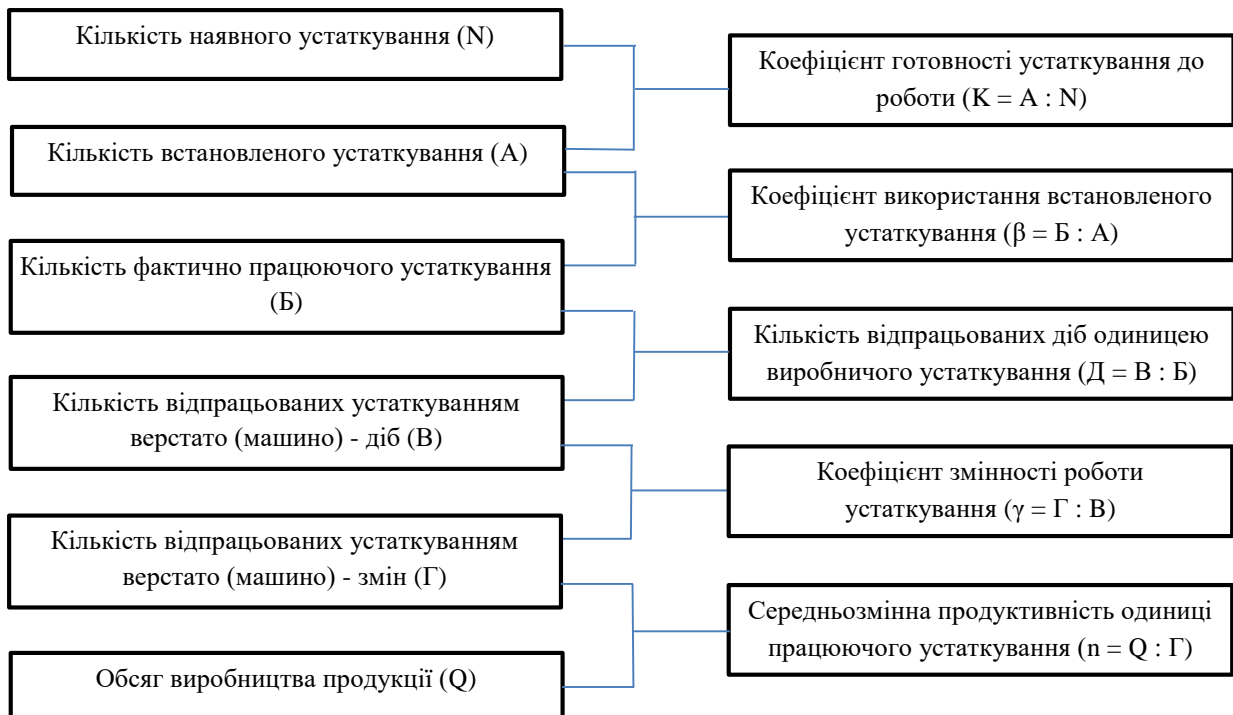


Рис. 4. Структурно-логічна модель п'ятифакторного аналізу продуктивності одиниці наявного виробничого устаткування



Рис. 5. Структурно-логічна модель шестифакторного аналізу продуктивності одиниці наявного виробничого устаткування

З наведеної блок-схеми (рис. 5) впливає наступна економіко-статистична мультиплікативна модель рівня продуктивності одиниці виробничого устаткування для факторного аналізу цього показника (19):

$$V = \frac{Q}{N} = \frac{A}{N} * \frac{B}{A} * \frac{B}{B} * \frac{\Gamma}{B} * \frac{\Gamma}{\Gamma} * \frac{\Gamma}{\Gamma} * \frac{Q}{\Gamma} = K * \beta * D * \gamma * t * f. \quad (19)$$

Використовуючи цю факторну модель, пропонується обчислювати абсолютний вплив зазначених чинників, що характеризують наявність і ефективність використання виробничого устаткування на загальну зміну його продуктивності за такими формулами:

- вплив чинника «К» (20)

$$\Delta V_K = (K_1 - K_0) \beta_0 D_0 \gamma_0 t_0 f_0, \quad (20)$$

- вплив чинника «β» (21)

$$\Delta V_\beta = K_1 (\beta_1 - \beta_0) D_0 \gamma_0 t_0 f_0, \quad (21)$$

- вплив чинника «Д» (22)

$$\Delta V_D = K_1 \beta_1 (D_1 - D_0) \gamma_0 t_0 f_0, \quad (22)$$

- вплив чинника «γ» (23)

$$\Delta V_\gamma = K_1 \beta_1 D_1 (\gamma_1 - \gamma_0) t_0 f_0, \quad (23)$$

- вплив чинника «t» (24)

$$\Delta V_t = K_1 \beta_1 D_1 \gamma_1 (t_1 - t_0) f_0, \quad (24)$$

- вплив чинника «f» (25)

$$\Delta V_f = K_1 \beta_1 D_1 \gamma_1 t_1 (f_1 - f_0), \quad (25)$$

де ΔV_t , ΔV_f – абсолютний вплив чинників «t» і «f» на загальну зміну рівня продуктивності роботи одиниці наявного виробничого устаткування.

Сумарний вплив усіх чинників має дорівнювати загальній величині зміни рівня продуктивності одиниці наявного виробничого устаткування у звітному періоді стосовно базового (ΔV) (26):

$$\Delta V = \Delta V_K + \Delta V_\beta + \Delta V_D + \Delta V_\gamma + \Delta V_t + \Delta V_f. \quad (26)$$

Для визначення відносного впливу окремих чинників на загальну зміну аналізованого показника необхідно величину абсолютного впливу кожного чинника поділити на базове значення цього показника і результат помножити на 100. Аналогічно для обчислення структури впливу факторів потрібно отриманий частковий вплив

кожного чинника поділити на загальну зміну величини рівня продуктивності одиниці виробничого устаткування і результат помножити на 100.

Висновок

Наведена методика моделювання і факторного аналізу рівня продуктивності виробничого устаткування дає можливість розкласти цей синтетичний показник на ряд первинних аналітичних складових, обчислити вплив найважливіших чинників на його зміну, дослідити закономірності такого впливу, обґрунтувати відповідні управлінські рішення щодо подальшого використання технічного потенціалу підприємства.

Література

1. Доля, В. Т. *Экономический анализ : теория и практические методики [Текст] : учеб. пособие / В. Т. Доля.* – Київ : Кондор, 2003. – 208 с.
2. *Економічний аналіз [Текст] : навч. посібник / За ред. Ф. Ф. Бутинця.* – Житомир : Рута, 2003. – 680 с.
3. *Економічний аналіз [Текст] : навч. посібник / М. А. Болюх, В. З. Бурчевський, М. І. Горбатюк; за ред. М. Г. Чумаченка.* – Київ : КНЕУ, 2001. – 540 с.
4. Кіндрацька Г. І. *Економічний аналіз : теорія і практика [Текст] : підручник / Г. І. Кіндрацька, М. С. Білик, А. Г. Загородній.* – Львів : «Магнолія – 2006», 2008. – 440 с.
5. Косова, Т. Д. *Організація і методика економічного аналізу [Текст] : навч. посібник / Т. Д. Косова, П. М. Сухарев, Л. О. Ващенко та ін.* – Київ : Центр учбової літератури, 2012. – 528 с.
6. Костенко, Т. Д. *Економічний аналіз і діагностика стану сучасного підприємства [Текст] : навч. посібник / Т. Д. Костенко, Є. О. Підгора, В. С. Рижиков та ін.* – Київ : Центр навчальної літератури, 2005. – 400 с.
7. Костюк, В. О. *Техніко-економічний аналіз діяльності підприємств міського господарства [Текст] : підручник / В. О. Костюк ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова.* – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 233 с.
8. Попович, П. Я. *Економічний аналіз діяльності суб'єктів господарювання [Текст] : підручник / П. Я. Попович.* – Київ : Знання, 2008. – 630 с.
9. Савицька, Г. В. *Економічний аналіз діяльності підприємства [Текст] : навч. посібник / Г. В. Савицька.* – Київ : Знання, 2004. – 654 с.
10. Тарасенко, Н. В. *Економічний аналіз [Текст] : навч. посібник / Н. В. Тарасенко.* – Львів : «Новий Світ-2000», 2006. – 344 с.

References

1. Dolya, V. T. (2003) *Economic Analysis : Theory and Practical Techniques: learning guide.* – Kyiv : Kondor, 208.
2. *Economic Analysis: learning guide (2003) under the editorship of F. F. Butynets.* – Zhytomyr : Ruta, 680.
3. Bolyukh, M. A., Burchevskiy, V. Z., Horbatyuk, M. I. (2001) *Economic Analysis: learning guide / under the editorship of M. H. Chumachenko.* – Kyiv : KNEU, 540.

4. Kindratska, H. I., Bilyk, M. S., Zahorodniy, A. H. (2008) Economic Analysis : Theory and Practice: textbook. – Lviv : “Magnolia – 2006”, 440.
 5. Kosova, T. D., Sukharev, P. M., Vashchenko, L. O. and others. (2012) Organization and Methodology of Economic Analysis: learning guide. – Kyiv : Center of Educational Literature, 528.
 6. Kostenko, T. D., Pidhora, Ye. O., Ryzhykov, V. S. and others (2005) Economic Analysis and Diagnosis of Modern Enterprise: learning guide. – Kyiv : Center of Educational Literature, 400.
 7. Kostyuk, V. O. (2018) Technical and Economic Analysis of Municipal Enterprises: textbook. – Kharkiv : Kharkiv O. M. Beketov National University of Municipal Infrastructure, 233.
 8. Popovych, P. Ya. (2008) Economic Analysis of Economic Entities: textbook. – Kyiv : Znannya, 630.
 9. Savytska, H. V. (2004) Economic Analysis of Enterprise Activity: learning guide. – Kyiv : Znannya, 654.
 10. Tarasenko, N. V. (2006) Economic Analysis: learning guide. – Lviv : “Novyi Svit – 2000”, 344.
- Рецензент:** доктор економічних наук, професор Н.Ф. Чечетова, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Харків, Україна.
- Автор:** КОСТЮК Василь Остапович
кандидат економічних наук, доцент
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – vasyk.kostyuk@kname.edu.ua
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1039-9310>

METHODOLOGY OF THE ANALYTICAL MODELING AND FACTOR ANALYSIS OF THE PRODUCTION EQUIPMENT PRODUCTIVITY

V. Kostyuk

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

The article deals with the methodology of modeling and factor analysis of a production equipment unit productivity. It is emphasized that the productivity is an important generalizing indicator, that reflects the efficiency of the production equipment use. The final results of any enterprise’s activity directly depend on its absolute value and growth rates. The change of this indicator is influenced by various factors, that characterize the availability, structure and use of the production equipment in terms of time and capacity. In this regard, the factor analysis of the given indicator, i.e. the study of the influence of any individual factors on its change, has a relevant importance. The article emphasizes that the mathematical modeling of this indicator is an important way of solving any economic and statistical tasks, in particular, of studying the influence of the most important factors on the change in the productivity of a production equipment unit. The calculation of the quantitative influence of the mentioned factors on the change in the productivity of a production equipment unit is proposed to be carried out on the basis of the chain substitutions method. In the process of modeling of the factor systems of this indicator it is proposed to implement a phased factor analysis of a production equipment unit productivity, i.e. to consistently decompose the value of this index into a number of its initial indicators, which depending on the goals and objectives of the enterprise, gives the possibility to calculate the influence of those factors, that are the most significant and relevant at the moment. The methodology of the analytical modeling and factor analysis of production equipment productivity, given in the article, allows to present this indicator in the form of some deterministic multiplicative models, to determine the influence of the most important factors on its change, to investigate the regularities of such an influence, to justify the appropriate management decisions regarding the further development of the enterprise.

Keywords: methodology, modeling, productivity, method, factor.