

Віталій Вікторович ШАРКО

доктор економічних наук, доцент, доцент кафедри товарознавства експертизи та торговельного підприємництва, Вінницький торговельно-економічний інститут ДТЕУ
ORCID ID: 0000-0001-5830-8911

Тетяна Павлівна ЗАВГОРОДНЯ

доктор економічних наук, професор кафедри автоматизованих систем та моделювання в економіці, Хмельницький національний університет
ORCID ID: 0000-0001-7786-4649

**МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ГНУЧКОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ
ВИРОБНИЧО-ЕКОНОМІЧНОЇ СИСТЕМИ**

Шарко В. В., Завгородня Т. П. Моделювання показників гнучкого функціонування виробничо-економічної системи. *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2022. Том 7. № 1. С. 20-26.

Анотація

У статті розглянуто актуальні проблеми дослідження функціонування виробничо-економічної системи. Авторами представлено моделювання передумов для покрокового гнучкого коригування стратегій досягнення передбачуваного (прогнозованого) значення складових динамічного функціонування певної виробничо-економічної системи (кон'юнктури ринку). Було доведено, що визначення значення відстані між двома показниками створює передумови для покрокового гнучкого коригування стратегій досягнення передбачуваного (прогнозованого) його значення. В будь який момент часу t_1 може бути скориговано значення кінцевого $T = T \pm \Delta t$, змінено стратегію його досягнення $f_i(t)$ (1, 2...7), а також змінювати загальний об'єм можливих витрат: $V_i = \int_{t_i}^T f_i(t) dt$. Відстань між двома точками на площині в розумінні менеджменту та економічному сприйнятті – це є вибір доцільної стратегії динамічного переходу від однієї, заданої у визначених одиницях виміру своїх координат, до іншої, параметри якої відповідають значенню показника прогнозу. Доцільна стратегія гнучкого динамічного переходу це є вибір в певний момент часу найбільшої вигоди чи найменших витрат. Показник прогнозу це досягнення значення певного очікуваного (планового чи передбачуваного) та навіть його інтуїтивно можливого.

Ключові слова: виробничо-економічна система, гнучке динамічне функціонування, моделювання, прогнозування, кон'юнктура ринку.

Vitalii SHARKO

Doctor of Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Commodity Examination and Trade Entrepreneurship,
Vinnitsia Institute of Trade and Economics SUTE

Tatiana ZAVHORODNIA

Doctor of Economics, Professor of the Department of Automated Systems and Modeling in Economics, Khmelnytskyi National University

**MODELING OF FLEXIBLE FUNCTIONING INDICATORS
OF PRODUCTION AND ECONOMIC SYSTEM**

Sharko V., Zavhorodnia T. Modeling of flexible functioning indicators of production and economic system. *Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology*. 2022. Volume 7. № 1, pp. 20-26.

Abstract

The created economic and mathematical models allowed to calculate the quantitative ratio of product costs and investment costs for progressive technological renewal of production, and established interval limits to predict possible changes in production as a result of new technologies and plan

the results of the enterprise depending on its investment and innovation activity. During the analysis, the parameters that characterize the quality of the developed models and indicate their adequacy, and feasibility in practice are calculated. Scientific novelty of the research is a mathematical explanation of the laws of interaction of innovation and production activities, estimated quantitative impact of new technologies on the growth of efficiency of industrial enterprises. The article considers the current problems of development of the production and economic system. The authors present a modeling of the prerequisites for step-by-step flexible adjustment of strategies to achieve the expected (predicted) value of the components of the flexible functioning of a particular production and economic system (market conditions). As a result, it was determined that the distance between two points on the plane (t, R) in management understanding and economic perception is a choice at a certain point in time t , belonging to the interval $[t_0, T]$ of the appropriate strategy of flexible dynamic transition (with the greatest benefit or with the lowest costs), from one $(t_0, R(t_0))$, specified in certain units of measurement of their coordinates, to another $(T, R(T))$, the parameters of which correspond to the value of their possible achievement, i.e. a certain expected (planned) or predictable and even intuitive forecast indicator. Determining the value of the distance between two indicators creates the preconditions for step-by-step flexible adjustment of strategies to achieve its expected (predicted) value. At any time t_1 , the value of the final $T = T \pm \Delta t$ can be adjusted, the strategy for achieving it $f_i(t)$ (1, 2... 7) can be changed, and the total amount of possible costs can be changed: $V_i = \int_{t_i}^T f_i(t) dt$.

Keywords: production and economic system, flexible dynamic operation, modeling, forecasting, market conditions.

JEL classification: C15

Вступ

Постійно зростаюча увага фахівців різних спрямувань до досліджень у розбудові теоретичного обґрунтування сучасної економіки та особливо її складових, таких як поведінкова економіка та інформаційна економіка, потребують створення нових системних, а також нетрадиційних методів, передбачення на основі обмеженої бази даних. Більш за все на це заслуговує її кон'юнктура через те, що саме вона дає повне та ґрунтовне знання про стан ринку економіки, де закони класичної економіки на зазначених умовах діють не зовсім ефективно або взагалі не діють. Враховуючи, що кон'юнктура ринку – це стан економіки, який формується певними чинниками, тобто попитом, пропозицією, цінами, а також оцінюється сукупною дією як прогнозованих, так і не прогнозованих факторів.

Питання моделювання процесів виробництва та виробничих функцій закладені у роботах багатьох зарубіжних і вітчизняних учених, зокрема, П. Дугласа, Д. Кобба, В. Леонт'єва, К. Ерроу, Х. Ченері, Б. Мінаса, Р. Солоу, Р. Сато, Дж. Хікса, М. Дж. Бекмана, Т. Свена, Д. Касса, С. Голдмана, Г. Тітнера, М. Брауна, Л. Канторовича, Л. Терехова, Б. Єршова, Ю. Яременка, А.Смишляєва, А.Гранберга, М.Баркалова, Г.Б.Клейнера, Ю.П.Іванілова, Ю.В. Кравчика, М.М. Мойсеєва, Р.Л. Раяцкаса, О.О. Шананіна, О.О. Бакаєва, В.М. Геєця, І.М. Ляшенка, В.С. Григорківа, М.В. Михалевича та інших. Проте, незважаючи на значні досягнення в цій галузі науки, велика кількість питань на сьогодні залишилась відкритою і недостатньо вивченою.

Формулювання цілей статті

Метою статті є моделювання передумов для покрокового гнучкого коригування стратегій досягнення передбачуваного (прогнозованого) значення складових динамічного функціонування певної виробничо-економічної системи (кон'юнктури ринку).

Виклад основного матеріалу

Неодмінною складовою економічного аналізу при моделюванні та аналізі головних економічних показників виготовлення продукції підприємствами є математичні методи і моделі. Застосування математичного моделювання модернізації виробництва продукції дозволяє, по-перше, виокремити і формально описати найбільш значні, суттєві зв'язки економічних змінних і об'єктів – дослідження будь-якого складного об'єкта припускає високий ступінь абстракції. По-друге, визначимо, що при чітко сформульованих вихідних показниках і співвідношеннях

методами дедукції можна одержувати висновки та результати, еквівалентні досліджуваному об'єкту тією ж мірою, що й виконані передумови. По-третє, оцінка форми і параметрів залежностей його змінних, що максимальною мірою відповідні наявним спостереженням, дозволяє індуктивним шляхом отримувати сучасні знання про об'єкт лише методом математики і статистики. Нарешті, по-четверте, точно і компактно викладати положення економічного аналізу, формулювати його поняття і висновки ми можемо лише за умов використання мови математики. Для обґрунтованого практичного використання математичних моделей процесу модернізації підприємств і заснованих на них економіко-математичних методів має бути вивчена їх стійкість по відношенню до допустимих відхилень вихідних даних і передумов моделей. В результаті вдається відібрати з багатьох моделей найбільш рівнозначну та адекватну, оцінити точність запропонованого управлінського рішення, встановити необхідну точність знаходження параметрів. Саме тому для підвищення результативності та ефективності процесів модернізації виробництва підприємств харчової промисловості необхідно використовувати економіко-математичні методи і моделі, засновані на адекватних теоретичних підходах. Процеси модернізації підприємств відтворюються в конкретних ситуаціях, на наше переконання, з досить високим рівнем невизначеності. Велика роль нечислової інформації (невизначеність і нечислова природа) у суб'єктів господарювання як на «вході», так і на «виході» процесу прийняття управлінського рішення повинна бути відображена під час аналізу стійкості економіко-математичних методів і моделей. У процесі здійснення господарської діяльності підприємств значну роль відіграє нечислова інформація як на «вході», так і на «виході» при прийнятті управлінських рішень. Нечислова природа управлінської інформації та її невизначеність повинні бути відображені при аналізі стійкості економіко-математичної моделі. Тому активізація модернізації підприємств промисловості вимагає застосування сучасних наукових методів управління, вирішення різних завдань його раціональної організації. Використання кореляційно-регресійного аналізу дослідження та методу найменших квадратів для визначення параметрів майбутньої моделі регресії передбачає перевірку наявності мультиколінеарності факторів та виявлення факторів, між якими є взаємна кореляція. Високій рівень взаємної корельованості пояснюючих перемінних, яка призводить до лінійної залежності нормальних рівнянь і є мультиколінеарністю. Головним різновидом формалізованого знакового моделювання є економіко-математичне моделювання, що здійснюється за допомогою прийомів математики і логіки. Для вивчення того або іншого явища внутрішнього або зовнішнього середовища підприємства будується його економіко-математична модель. Математична модель являє собою сукупність співвідношень (нерівностей, рівнянь, формул, логічних умов), що характеризують процес зміни стану системи залежно від її вхідних сигналів, параметрів, початкових умов і часу. Саме тому економіко-математична модель – це наближений опис будь-якого варіанту фактів, яка виражена за допомогою математичної символіки. Можна констатувати, що в сучасних умовах господарювання з метою забезпечення економічного розвитку варто інтенсивно застосовувати математичні методи і моделі для модернізації управління підприємствами. З'явилася необхідність у проведенні досліджень, націлених на розробку і впровадження стійких економіко-математичних моделей підприємств, які призначені для модернізаційних зрушень у виробництві продукції підприємств.

Невід'ємний інструмент підвищення ефективності промислового виробництва – активізація інноваційної діяльності, яка заснована на застосуванні досягнень науково-технічного прогресу (НТП). Саме це обумовлює необхідність розробки науково обґрунтованих підходів до управління інноваційною діяльністю, спрямованою на підвищення ефективності використання ресурсів і результатів діяльності промислових підприємств, а також визначення напрямів її організації. Підвищення ефективності

діяльності підприємства пов'язане із його умінням пристосовуватися до особливостей сучасної конкуренції і швидких змін ринкового середовища своєчасно реагувати на ці зміни, визначати стратегічні напрями діяльності, зокрема такі, як застосування нових технологій і створення ефективних механізмів упровадження інновацій.

Математичне моделювання – це складний багатоетапний процес, який полягає в заміні об'єкта дослідження його формалізованим образом, моделлю. Це дає можливість швидко і якісно досліджувати й управляти економічними системами. При використанні економіко-математичної моделі ми отримуємо нові знання про економічну систему, модель якої ми досліджували. Необхідно враховувати, що будь-яка математична модель створюється людиною, отже, вона суб'єктивна. Відповідно до цілей дослідження, прийнятих гіпотез в моделях відображені не всі, а лише суттєві властивості об'єкта-оригіналу. Моделюючи, слід правильно встановити межу між спрощенням та адекватністю реальному об'єкту.

Після побудови моделі проводять низку запланованих дослідів, за допомогою яких і отримують нові знання про об'єкт дослідження, які згодом застосовуються для ефективного управління відповідною економічною системою.

З метою ефективного вирішення низки проблем гнучкого функціонування виробничо-економічної системи традиційних методів недостатньо, тому активно потрібно використовувати математичне моделювання для прийняття складних управлінських рішень. Оскільки стан економіки, що формується на основі впливу певних чинників (попит, пропозиція, ціна), а також оцінюється сукупністю дії як прогнозованих, так і непрогнозованих факторів, вважаємо, що значення цих чинників задаються певною величиною, яка відповідає функції поведінки $Rt=R(t)$, де аргументом є час, що визначається величиною t , тоді з геометричної точки зору вони утворюють площину значень (t, R) .

Відтак, означення відстані між двома точками з погляду менеджера та економіста, яке фактично відповідає основам теорії поведінкової економіки сформулюємо таким чином: відстань між двома точками на площині в декартовій системі координат в розумінні менеджменту та економічному сприйнятті це є вибір ефективної стратегії гнучкого динамічного переходу від однієї (початкової), заданої у визначених одиницях виміру своїх координат, до іншої (кінцевої), параметри якої відповідають значенню показника прогнозу.

Прогнозування – це передбачення за допомогою наукових методів, які ґрунтуються на даних попередніх періодів про певний показник, а сам результат передбачення визначається на декілька кроків, щонайменше на один крок. Постає питання: як, маючи певні задані показники про стан об'єкту на даний момент часу t та можливі їх показники через певні кроки, досягти бажаного результату? Це означає, що за координатами двох точок на площині треба визначити стратегічну лінію переходу від однієї із них до іншої або відстань між ними, і при цьому вид функції треба вибрати з їх конкретної заданої множини та яка б відповідала певному критерію економічної доцільності, тобто вид функції треба визначити за цими даними, щоб можна було її використати для покрокових передбачень. При цьому важливою умовою мають бути:

1. Розуміння менеджменту та економічне сприйняття це складові будь-якої виробничо-економічної системи в теорії поведінкової економіки.

2. Ефективна стратегія гнучкого динамічного переходу це є оцінка в певний момент часу найбільшої вигоди чи найменших витрат.

3. Показник прогнозу це досягнення значення певного очікуваного (планового чи передбачуваного) та навіть його інтуїтивно можливого.

4. Початкова точка визначається своїми координатами $(t_0, R(t_0))$, де t_0 є момент часу, коли досліджуваний параметр системи має значення $R(t_0)$.

5. Кінцева точка визначається своїми координатами $(T, R(T))$, де $R(T)$ на момент часу T фактично є показник прогнозу.

6. Проміжок часу $[t_0, T]$ відповідає інтервалу $t=T-t_0$ дослідження динамічного переходу параметра системи від початкової точки до кінцевої.

7. Різниця між кінцевим та початковим значенням це: $R=R(T)-R(t_0)$ у прийнятих одиницях виміру.

8. Швидкість досягнення прогнозованого показника R_t , або dR/dt .

Визначення прогнозованої залежності для кожної складової кон'юнктури (попит, пропозиція, ціна товару або інтелектуального продукту чи послуги тощо) дозволить приймати гнучкі та ефективні рішення.

Для визначення прогнозованих значень показників кон'юнктури в класичній економіці знайшли своє використання методи регресійного та кореляційного аналізу, які ґрунтуються на статистичних даних про показники за певний попередній період, але нестабільність в сучасній економіці робить ці методи не достатньо ефективними.

Для інформаційної економіки, яка тільки починає своє становлення, фактично попереднього часу не існує, а тому ці методи не дають достатніх підстав для прийняття їх при дослідженні законів її функціонування. Така ж проблема притаманна і для економік з недостатньо стійким режимом функціонування та й у цілому для будь-яких систем з обмеженою статистикою про її стан. Через це координація діяльності синхронізує зусилля та інтегрує їх в єдине ціле. Це процес розподілу діяльності в часі, приведення окремих елементів системи в таке поєднання, яке дозволило б найбільш ефективно та швидко досягати поставлених цілей системи.

Відтак, параметри a_1 і a_2 функції, що моделює лінію стратегічного досягнення очікуваного (передбачуваного) або прогнозованого значення складових функціонування певної системи (кон'юнктури ринку) представимо у такому вигляді – формула 1:

$$R_t=R(t, a_1, a_2) \quad (1)$$

при цьому відомо, що в початковий момент часу t_0 їх кількісні показники задані значенням $R(t_0)$, а на кінець очікуваного періоду T матиме $R(T)$. Таким чином, знаючи задані значення $t_0, R(t_0), T, R(T)$ необхідно визначити параметри a_1 і a_2 залежності (1), за допомогою якої з'являється можливість знайти проміжні показники R_t з проміжку $[t_0, T]$. Це означає, що при $t=t_0$ і $t=T$ функція (1) дає можливість скласти систему рівнянь з двома невідомими a_1 і a_2 :

$$R(t_0)=R(t_0, a_1, a_2), \quad (2)$$

Конкретний вид співвідношень для a_1 і a_2 залежить від відповідної прогнозованої функції, а також значення досягнутого рівня прогнозованого показника на момент часу t :

$$R_t=t \cdot \frac{dR}{dt}(a_1, a_2, t) \quad (3)$$

та швидкість руху при цьому:

$$dR/dt=R(t, a_1, a_2) \quad (4)$$

Для конкретних найбільш відомих функцій сформуємо зведену табл. 1, визначення показників гнучкого динамічного функціонування виробничо-економічної системи.

Відстань між двома точками на площині (t, R) в розумінні менеджменту та економічному сприйнятті це є вибір в певний момент часу t , що належить проміжку $[t_0, T]$ доцільної стратегії гнучкого динамічного переходу (з найбільшою вигодою чи з найменшими витратами), від однієї $(t_0, R(t_0))$, заданої у визначених одиницях виміру своїх координат, до іншої $(T, R(T))$, параметри якої відповідають значенню можливого їх досягнення, тобто певного очікуваного (планового) чи передбачуваного та навіть інтуїтивного показника прогнозу.

Відстань між двома точками на площині в розумінні менеджменту та економічному сприйнятті – це є вибір доцільної стратегії динамічного переходу від однієї, заданої у визначених одиницях виміру своїх координат, до іншої, параметри якої відповідають значенню показника прогнозу.

Доцільна стратегія гнучкого динамічного переходу це є вибір в певний момент часу найбільшої вигоди чи найменших витрат. Показник прогнозу це досягнення зна-

чення певного очікуваного (планового чи передбачуваного) та навіть його інтуїтивно можливого.

Таблиця 1. Визначення показників для гнучкого динамічного функціонування виробничо-економічної системи

№/№ п/п	Вид функціональної залежності	Співвідношення для визначення коефіцієнтів a_1, a_2 за заданими значеннями $t_0, T, R(t_0), R(T)$	Швидкість досягнення прогнозованого показника dR/dt
1	лінійна $Rt=a_1+a_2t$	$a_1=R(t_0)-t_0(R)/t$ $a_1=R(T)-T(R)/t$ $a_2=(R)/t$	$a_2=Rt$
2	Гіперболічна $Rt=a_1+a_2/t$	$a_1=R(t_0)+T(R)/t$ $a_1=R(T)+t_0(R)/t$ $a_2=(-R)/t)Tt_0$	$a_2=-Rt/t_2$
3	Експоненційна $Rt=a_1a_2t$	$a_1=R(T)/R(t_0)(t_0/t)/R(t_0)$ $a_1=R(T)/R(t_0)(T/t)/R(T)$ $a_2=R(T)/R(t_0)(1/t)$	$a_1a_2t \ln a_2$
4	Степенева $Rt=a_1ta_2$	$a_1=R(t_0) t_0 \ln(R(T)/R(t_0))/\ln(T/t_0)$ $a_1=R(T)T \ln(R(T)/R(t_0))/\ln(T/t_0)$ $a_2=\ln(R(T)/R(t_0))/\ln(T/t_0)$	$a_1(a_2-1)ta_2$
5	Логістична $Rt=a_2/(1+a_1e^{-t})$	$a_1=(R)/(R(t_0)e^{-t_0}-R(T)e^{-T})$ $a_2=R(t_0)(1+(R(T)-R(t_0))(R(t_0)e^{-t_0}-R(T)e^{-T})e^{-t_0})$ $a_2=R(T)(1+(R(T)-R(t_0))(R(t_0)e^{-t_0}-R(T)e^{-T})e^{-T})$	$a_2a_1e^{-t}(1+a_1e^{-t})^2$
6	Параболічна $Rt=a_1+a_2t^2$	$a_1=R(t_0)-t_0^2(R)/(T^2-t_0^2)$ $a_2=R/(T^2-t_0^2)$	$2a_2t$
7	Крива накопичення Клинча $Rt=a_1t/(1+a_2t)$	$a_1=R(t_0)t_0R(T)TtR$ $a_2=(R(t_0)t_0-R(T)T)/R$	$a_1(1+a_2t)^2$

Графічне зображення зазначених стратегій в табл. 1 представимо на рис. 1.

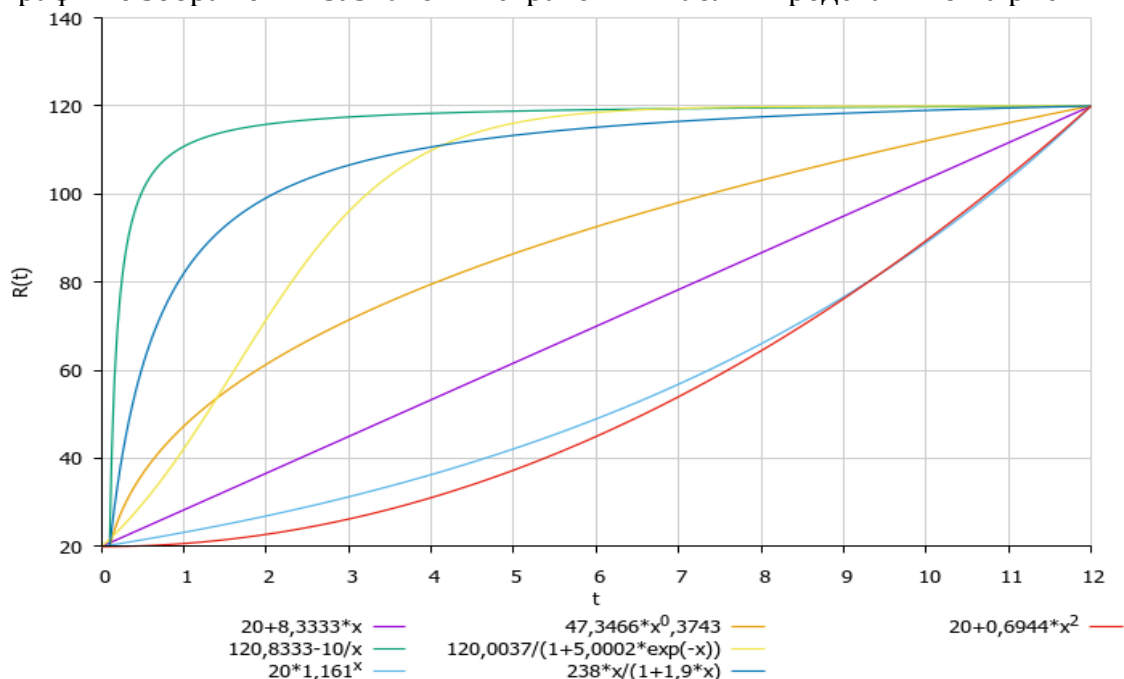


Рис. 1. Графік стратегій досягнення прогнозованого (передбачуваного) показника
Висновки та перспективи подальших розвідок

Визначення значення відстані між двома показниками створює передумови для покрокового гнучкого коригування стратегій досягнення передбачуваного (прогнозованого) його значення. В будь який момент часу t_1 може бути скориговано значення кінцевого $T = T \pm \Delta t$, змінено стратегію його досягнення $f_i(t)$ (1, 2...7), а також

змінювати загальний об'єм можливих витрат: $V_i = \int_{t_i}^T f_i(t) dt$.

Список літератури

1. Кравчик Ю. В. Планування зовнішньоекономічної діяльності як фактор підвищення конкурентоспроможності підприємства на світовому ринку. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: економічні науки*. 2021. №4. С. 78-83.
2. Москаленко В. В., Годлевський М. Д. Моделі та методи стратегічного управління розвитком підприємства : монографія. Харків : Видавництво «Точка», 2018. 208 с.
3. Рябкова О. В. Моніторинг економічних показників результативності машинобудівного підприємства: дис. ... канд. екон. наук : 08.00.04. Львів, 2018. 222 с.
4. Серіков А.В., Гранько К.Б. Економіко-математичне дослідження процесів формування фінансово-виробничого потенціалу будівельного підприємства. *Проблеми економіки*. № 1, 2012. С. 101-105.
5. Федулова Л. І. Інноваційний розвиток промисловості України: тенденції та закономірності. *Актуальні проблеми економіки*. 2007. № 3 (69). С. 82–97
6. Шарко В. В. Алгоритм управління інноваційним розвитком виробничих. *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. 2019. № 4. С. 253–258.
7. Шеннон, К. Работы по теории информации и кибернетике. М.: Изд-во иностранной литературы, 1963. 830 с.
8. Лагодієнко В.В., Лагодієнко Н.В. Моделювання оцінки інноваційної спроможності промислових підприємств. *Збірник наукових праць «Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії та практики»*. Web of Science. №1 (28), 2019. С. 280-289.

References

1. Kravchuk, Yu. V. (2021). «Planning of foreign economic activity as a factor in increasing the competitiveness of the enterprise on the world market». *Visnyk Khmel'nyts'koho natsional'noho universytetu. Serii: ekonomichni nauky*. no. 4, pp. 78-83.
2. Moskalenko, V. V., Hodlevs'kyj, M. D. (2018). *Modeli ta metody stratehichnoho upravlinnia rozvytkom pidpryemstva*. [Models and methods of strategic management of enterprise development]. Vydavnytstvo «Tochka». Kharkiv. Ukraine.
3. Riabkova, O. V. (2018). *Monitorynh ekonomichnykh pokaznykiv rezul'tatyvnosti mashynobudivnoho pidpryemstva*. [Monitoring of economic indicators of efficiency of the machine-building enterprise]. Ph.D. Thesis: 08.00.04. L'viv. Ukraine.
4. Sierikov, A. V., Hran'ko, K. B. (2012). «Economic and mathematical study of the processes of formation of financial and production potential of a construction company». *Problemy ekonomiky*. no. 1, pp. 101-105.
5. Fedulova, L. I. (2007). «Innovative development of Ukrainian industry: trends and patterns». *Aktual'ni problemy ekonomiky*. no. 3 (69), pp. 82–97
6. Sharko, V. V. (2019). «Algorithm for managing innovative development of production. Bulletin of Khmelnytsky National University». *Ekonomichni nauky*. no. 4, pp. 253–258.
7. Shannon, K. (1963). *Raboty po teoryy ynformatsyy y kybernetyke*. [Works on information theory and cybernetics]. Yzd-vo ynostrannoj lyteratury. Moscow. Russia.
8. Lahodiienko, V. V., Lahodiienko, N. V. (2019). «Modeling the assessment of innovation capacity of industrial enterprises». *Zbirnyk naukovykh prats' «Finansovo-kredytna diial'nist': problemy teorii ta praktyky»*. *Web of Science*. №1 (28), pp. 280-289. <https://doi.org/10.18371/fcapter.v1i28.162979>

Стаття надійшла до редакції 29.12.2021 р.