

М.Ю. Карпенко, О.М. Штельма, І.С. Баранчук

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

МОДЕЛЬ КОНКУРЕНТНОГО ВИПУСКУ ЯК СКЛАДОВА СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Розглянуто питання використання імітаційного моделювання економічних процесів у системі дистанційної освіти. Запропоновано математичну модель поведінки підприємства в умовах конкуренції, яка може використовуватися при реалізації дистанційних курсів відповідного спрямування.

Ключові слова: конкурентний випуск, математична модель, математичний аналіз, виробничі можливості, функція корисності.

Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень і публікацій

Використання дистанційних технологій є ключовою відмінністю сучасної освіти. На сьогодні дистанційні форми викладання активно впроваджуються до навчального процесу, підтримуються у переважній більшості навчальних закладів, набувають рис лідируючої технології підготовки фахівців [1].

Популярність онлайн освіти – явище не випадкове, оскільки дистанційна форма викладання має низку суттєвих переваг. Серед них можна вказати на високу технологічність навчального процесу, що дозволяє накопичувати та систематизувати великі обсяги навчального матеріалу у вигляді текстового, аудіо- та відео контенту з метою його подальшого використання, високий рівень мобільності надання освітніх послуг, розширення географії викладання, прозорість оцінювання якості тощо.

Суттєвим поштовхом до активізації використання дистанційних технологій стали події, що пов'язані з пандемією коронавірусу.

Вимушена робота закладів освіти в режимі карантину зробили дистанційний спосіб викладання чи не єдиною можливістю надання освітніх послуг.

Тому можна стверджувати, що на сьогодні використання дистанційних технологій є невід'ємною складовою навчального процесу, а підвищення ефективності форм навчання є актуальним завданням, що суттєво впливає на підвищення якості освітніх послуг.

Водночас слід зауважити, що використання дистанційних технологій у навчальному процесі має певні проблеми. Ці проблеми є наслідком специфіки сприйняття інформації через систему електронних комунікацій.

Серед них такі як, наприклад, часткове обмеження прямого спілкування із членами групи

слухачів, складний адаптації до онлайн формату, обмеженість соціальної взаємодії, необхідність підтримки, високого рівня самомотивації тощо.

Більшість із вказаних проблем можна нівелювати внаслідок використання у межах дистанційної освіти різних форм та методів викладання навчального матеріалу.

Важливу роль у цьому процесі відіграє створення комп'ютерних тренажерів та ділових ігор, що дозволяють дослідити певні процеси та відпрацювати навички, які наближені до реальної роботи, з подальшою їх інтеграцією до дистанційних курсів.

Невід'ємною частиною створення інтерактивних ігор або тренажерів є розробка відповідної математичної моделі, яка буде імітувати той чи інший процес.

У статті буде розглянуто одну з таких моделей, що імітує поведінку підприємства в умовах конкурентного середовища. Така модель може використовуватись як підґрунтя для розробки ділових ігор та тренажерів при підготовці спеціалістів відповідного спрямування.

Мета роботи

Враховуючи вищевказане, метою роботи є розробка математичної моделі конкурентного випуску, яку можна використовувати для дослідження та вибору оптимальної стратегії поведінки підприємства в умовах конкурентного середовища з метою подальшого використання цієї моделі в системі дистанційної освіти.

Постановка задачі

Структура бізнес-процесу поведінки підприємства складається із низки блоків, як зображено на рисунку 1. Вона включає такі компоненти [2–4].

Блок «Виробнича система» (ВС) реалізує набір виробничих функцій. Входом є ресурси та параметри

виробництва. Виходом блоку є випуск продукції у натуральному виразі. Блок ВС моделюється автоматично, параметрів управління у ньому не передбачено. Блок «Ринок» реалізує 3 типи моделей ціноутворення та поведінки споживача, що визначає обсяги реалізації: 1) фіксовані ціни; 2) призначені виробником ціни; 3) конкурентні ціни, що визначаються на основі попиту та пропозиції [5]. Реалізація випущеної продукції у випадках 1), 3) – повна, у разі 2) – визначається на основі функцій корисності. Керуючим параметром є ціни Р.

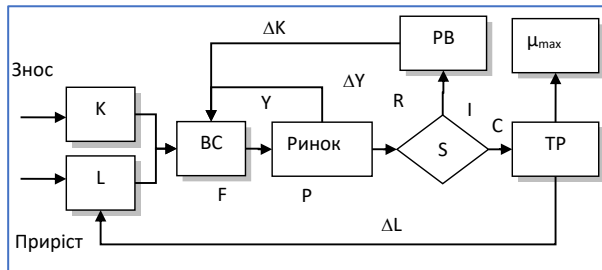


Рис. 1. Структура бізнес-процесу

Нереалізовані залишки накопичуються і включаються у випуск на наступному етапі моделювання. У міру реалізації продукції формується дохід R. У розподільчому блоці «S» дохід ділиться на дві складові: інвестиції I і споживання C. Керуючим параметром служить норма накопичення S. Блок «Розвиток виробництва» (PB) моделює стратегію розвитку виробництва за рахунок інвестування коштів у збільшення обсягу виробничих фондів, підвищення технічного та професійного рівня, зниження матеріальних витрат [6–10]. Блок «Трудові ресурси» (TP) регулює чисельність працюючих I з урахуванням їхнього перерозподілу між підприємствами. Параметри бізнес-процесу наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Основні параметри бізнес-процесу

Параметр	Зміст
K	Основні фонди (вартість)
L	Трудові ресурси (чисельність)
BC	Виробнича система
F	Виробнича функція
Y	Випуск продукції, $Y=F(K,L)$
ΔY	Нереалізовані залишки
P	Ціни
R	Дохід
S	Норма накопичення
I	Інвестиції
C	Споживання

Критерієм оптимальності є максимізація сумарного споживання $\mu_{\max}$. На базі представленої схеми може бути згенеровано 6 базових компонентів: «Економічне зростання», «Економічне рівновагу», «Розвиток виробництва», «Конкурентний випуск», «Трудові ресурси», «Дуополя», які є невід'ємною частиною при побудові дисциплін економічного циклу. Вони відрізняються набором керуючих впливів та умовами зовнішнього середовища. Розглянемо для прикладу модель конкурентного випуску.

У цьому бізнес-процесі об'єднані три складові: набір економічних аспектів механізму утворення доходу підприємства, розширення обсягу випуску та зниження собівартості продукції. З моделлю працюють кілька учасників-конкурентів, кожен управляє своїм підприємством. Йому відомі вихідні параметри моделі: оцінка попиту на продукцію, її ціна, обсяг основних фондів підприємства, граничний обсяг випуску продукції, її собівартість, чисельність працюючих.

Робота з моделлю має ітераційний характер. На кожному кроці учасники аналізують економічну ситуацію і розподіляють дохід свого підприємства, спрямовуючи його на капітальні вкладання та на споживання. Модель кожному кроці коригує стан ринку, коригує попит, поточні ціни, розраховує дохід підприємств. Ці дані доступні всім учасникам. Дохід підприємства залежить від обсягу випуску V, собівартості Z та рівня цін P.

Ціни формуються ринком в залежності від сумарного випуску. Для цього в модель закладена функція еластичності попиту за ціною, причому граничний попит зростає з постійним темпом. Ціна P залежить від сумарного обсягу пропозиції. Мета гри – вибрати стратегію, яка максимізує сумарне споживання підприємства за певний період.

Виклад основного матеріалу

Математична модель конкурентного випуску. Нехай V_t – об'єм продукції в натуральному виразі, що випускає підприємство і за період $t, i=1, \dots, N, N$ – кількість підприємств. Тоді загальний обсяг виробництва становитиме:

$$V_t = \sum_{i=1}^N V_{it} \quad (1)$$

Будемо вважати, що ціна продукції лінійно залежить від загальної пропозиції:

$$P_t = -\frac{P^*}{G_t} V_t + P^* \quad (2)$$

де P^* – гранична ціна, G_t – граничний попит на продукцію. Будемо також вважати, що $P=0$ при $V_t \geq G_t$.

Розглянемо динаміку одного підприємства, опустивши індекс i . Виробнича функція, що визначає випуск продукції у періоді t , ($t=1, 2, \dots, T$) має вигляд: $V_t = V_0 F(K_t L_t)$, де K_t – об'єм основних фондів, L_t – чисельність працюючих, тобто:

$$V_t = V_0 \sqrt{\frac{K_t}{K_0}} \sqrt{\frac{L_t}{L_0}} \quad (3)$$

Обсяг реалізації продукції V_t за ціною P_t складатиме величину $P_t * V_t$, а витрати становитимуть $Z_t * V_t$, де Z – собівартість одиниці продукції. Відповідно дохід підприємства за період t становитиме:

$$V_t = V_t(P_t - Z_t) \quad (4)$$

Величина Y_t розподіляється підприємством на дві складові:

$$- \text{капітальні інвестиції } I_t = S_t V_t \quad (5)$$

$$- \text{споживання } C_t = (1 - S_t) V_t \quad (6)$$

У свою чергу, капітальні інвестиції спрямовуються на фізичне збільшення об'єму основних фондів:

$$\Delta K_t = S_t^* I_t, \quad (7)$$

та на підвищення технічного рівня виробництва, що сприяє зниженню собівартості продукції:

$$R_t = (1 - S_t^*) I_t, 0 < S_t^* < 1 \quad (8)$$

Величина ΔK_t збільшує обсяг об'єму основних фондів на величину:

$$K_{t+1} = K_t + \Delta K_t \quad (9)$$

та, враховуючи (3), – впливає на об'єм виробництва.

Кошти, що спрямовані на підвищення технічного рівня виробництва, впливають коефіцієнт технічного рівня:

$$X_{t+1} = \sum_{i=1}^t R_i / K_{t+1}, \quad (10)$$

від якого залежить собівартість продукції (у моделі прийнято $\alpha=1$):

$$Z_{t+1} = Z_0 e^{-\alpha X_{t+1}} \quad (11)$$

Чисельність працюючих та граничний попит на продукцію зростають відповідно з темпами η і β :

$$L_t = L_0 e^{-\eta X_{t+1}}, \quad (12)$$

$$G_t = G_0 e^{-\beta X_{t+1}}, \quad (13)$$

при цьому рекомендується вибирати $\beta > \eta$.

Завдання дослідження моделі, – досягти максимального сумарного споживання:

$$F_i = \sum_{t=1}^{T\Sigma} C_{ij} \rightarrow \max \quad (14)$$

Висновки

Вибираючи оптимальну стратегію, слухач повинен спиратися на такі рекомендації:

– малі значення керуючого параметра S_{it} (норми накопичення) призводить до збільшення частки споживання C_{it} , проте при цьому повільно покращуються фактори виробництва K_{it} та Z_{it} , при великих значеннях S_{it} спостерігається протилежний ефект - знижується споживання, при $S_{it}=100$ маємо $C_{it}=0$;

– зменшення S^*_{it} тягне за собою повільне зростання обсягу основних фондів K_t і випуску V_t , проте при цьому підвищується технічний рівень виробництва, знижується собівартість продукції Z_t , що може компенсувати негативний ефект від зниження темпу зростання випуску;

– збільшення обсягів випуску внаслідок швидкого зростання обсягу основних фондів призводить до падіння ціни P_t ; при великій кількості підприємств, що збільшують випуск, це падіння може бути значним, що спричинить зниження доходів Y_{it} , тому необхідно враховувати поведінку партнерів та економічні показники їхніх підприємств;

– зниження собівартості за рахунок вдосконалення технології, економії сировини та підвищення технічного рівня виробництва стабілізує Y_{it} при коливаннях ціни; зниження собівартості не безмежне і уповільнюється зі зростанням технічного рівня виробництва;

– умова $\beta > \eta$ в даній моделі забезпечує можливість зростання ціни P при обмеженні зростання обсягів випуску більшістю підприємств ($S^*_{it}=0$), що збільшує дохід;

– умовою, коли збільшення випуску лише одним підприємством і призводить до збільшення його доходу є рівність: $P - Z_i > g (V_i + \Delta V_i)$, де ΔV_i – приріст випуску продукції, $g = P^*/G$ – вплив зростання випуску на ціну. При цьому у j -го підприємства, що не збільшує випуск, дохід зменшується на величину: $V_j = g V_i V_j$.

Описана модель реалізована як складова частина дистанційної системи, яка використовується при викладанні курсів в Харківському національному

університеті міського господарства імені О.М. Бекетова.

Застосування засобів моделювання у поєднанні з традиційними засобами електронного навчання підтвердило їх високу ефективність.

Література

1. Купріянов О.В. Основи дистанційного навчання : навч. посіб. / О.В. Купріянов ; Укр. інж.-пед. акад. – Харків : Друкарня Мадрид, 2020. – 91 с.
2. Клебанова Т.С. Економіко-математичне моделювання : навч. посіб. / Т.С. Клебанова, О.В. Раєвнева, С.В. Прокопович та ін. – Х. : ІНЖЕК, 2010. – 328 с.
3. Кузьмичов А.І. Оптимізаційні методи і моделі: практикум в Excel : навч. пос. – К. : ВПЦ АМУ, 2013. – 438 с.
4. Лугінін О.Є. Економіко-математичне моделювання : навч. посіб. для ВНЗ / О.Є. Лугінін, В.М. Фомішєна. – К. : Знання, 2011. – 342 с.
5. Благу І.С. Математичні методи в економіці : навч. посіб. / І.С. Благу, В.П. Кічор, Р.В. Фецуру, С.І. Воробець ; за ред. В.П. Кічора. – Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2011. – 264 с.
6. Ульянченко О.В. Дослідження операцій в економіці : підруч. – Суми : Довкілля, 2010. – 594 с.
7. Економіко-математичне моделювання : навч. посіб. / За ред. О.Т. Іващука. – Тернопіль : ТНЕУ «Економічна думка», 2008. – 704 с.
8. Яровий А.А. Математичні методи дослідження операцій. Лінійне програмування. Ч. 1 : навч. посіб. / А.А. Яровий, Л.М. Ваховська, Л.В. Крилик. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 86 с.
9. Лавров Є.А. Математичні методи дослідження операцій : підруч. / Є.А. Лавров, Л.П. Перхун, В.В. Шендрикта ін. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 212 с.
10. Піддубний О.М. Дослідження операцій : навч. посіб. / О.М. Піддубний. – Луцьк : Східноєвроп. нац. ун-т імені Лесі Українки, 2017. – 268 с.
4. Luginin, O.E., Fomishena, V.M. (2011). *Economic and mathematical modeling*. Textbook. Kyiv, Knowledge. [in Ukrainian]
5. Blagun, I.S., Kichor, V.P., Feshchur, R.V., Vorobets, S.Y. (2011). *Mathematical methods in economics*. Ternopil, Textbook – Bogdan. [in Ukrainian]
6. Ulyanchenko, O.V. (2010). *Research of operations in economics*. Textbook. Sumy, Environment. [in Ukrainian]
7. *Economic and mathematical modeling*. Textbook. Ed. by O.T. Ivashchuk. Ternopil, TNEU "Economic Thought". [in Ukrainian]
8. Yarovy, A.A., Vakhovska, L.M., Krylyk, L.V. (2020). *Mathematical methods of operations research. Linear programming. Part 1*. Textbook. Vinnytsia, VNTU. [in Ukrainian]
9. Lavrov, E.A., Perhun, L.P., Shendrikta, V.V. (2017). *Mathematical methods of operations research*. Textbook. Sumy, Sumy State University. [in Ukrainian]
10. Piddubny, O.M. (2017). *Research of operations*. Textbook. Lutsk, Eastern Europe. Nat. Lesya Ukrainka University. [in Ukrainian]

Рецензент: д-р техн. наук, професор А.Л. Литвинов, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна.

Автор: КАРПЕНКО Микола Юрійович
доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – my.karpenko@gmail.com

Автор: ШТЕЛЬМА Ольга Миколаївна
старший викладач кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – olga.shtelma@gmail.com

Автор: БАРАНЧУК Ігор Сергійович
студент гр. М КН 2020-1 кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – igor.baranchuk333@gmail.com

References

1. Kupriyanov, O.V. (2020). *Fundamentals of distance learning*. Textbook. Kharkiv, Madrid Printing House. [in Ukrainian]
2. Klebanova, T.S., Raevneva, O.V., Prokopovich, S.V. and oth. (2010). *Economic and mathematical modeling*. Textbook. Kharkiv, INZhEK. [in Ukrainian]
3. Kuzmichov, A.I. (2013). *Optimization methods and models: a workshop in Excel*. Textbook. Kyiv, VPC AMU. [in Ukrainian]

THE MODEL OF COMPETITIVE GRADUATION AS PART OF A DISTANCE LEARNING SYSTEM

M. Karpenko, O. Shtelma, I. Baranchuk

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

The article deals with the use of process simulation modeling in distance education system.

In particular, it proposes a generalized mathematical model of the behavior of an enterprise operating in a competitive market, and discusses one of the components of this model in detail.

The generalized model is represented by a number of blocks, each of which is responsible for a particular production function of the enterprise. Among them are such blocks as "Production system", which transforms inputs into finished products; "Market" block, which implements a certain set of pricing rules (fixed, intended by producer

or competitive) and forms demand and sales volumes taking into account consumer behavior; "Production development" block, which implements rules of production development depending on investment volumes, increasing funds, increasing technical and professional level; "Labor resources" block, which is responsible for the number of employees in the enterprise.

All these components interact with each other, each of them has a set of adjustable parameters. Part of these parameters can be fixed, which allows you to get a set of local models, that is, consider the characteristics of the enterprise from different angles.

In the paper, the basis was focused on working with a variant of the model called "Competitive output".

According to the features of this model, the production function of the enterprise implements fixed mechanisms for calculating the volume of production, the dynamics of labor resources, labor force, the volume of investment. The main control parameter is the distribution of received resources between the consumption and development of the enterprise (carried out with the help of the normative). According to the entered values at each stage of modeling the system calculates the possible volumes of production, coordinates them with the demand, forms the current cost price of production taking into account technical level and characteristics of labor resources and thus offers the available volume of funds for further distribution.

The purpose of working with the model is to reach the maximum level of consumption by means of rational allocation of resources with sustainable development of production up to the specified level.

In the article the behavior of the Competitive Output model has been investigated and general recommendations on the choice of resource allocation strategy to achieve the optimal result have been given.

The described model is implemented as a part of the remote system, which is used in teaching courses at the Kharkiv National University of Municipal Economy.

Application of modeling tools in combination with traditional methods of e-learning has confirmed their high efficiency.

Keywords: competitive output, mathematical model, mathematical analysis, production capabilities, utility function.