

УДК 517.977.5:332.8

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ, ВЫПУСКАЮЩИХ РАЗНУЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТУЮ ПРОДУКЦИЮ

ЕВСЮКОВА М. Е.¹, студент,
ЕРШОВА Н. М.^{2*}, д. т. н., проф.

¹ Кафедра «Прикладная математика и информационные технологии». Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина, тел. +38 (099) 971-38-37, email: maryevs1710@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3612-2902

^{2*} Кафедра «Прикладная математика и информационные технологии». Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина, тел. +38 (095) 918-01-02, email: nersova107@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0198-0883

Аннотация. Цель. При использовании ограниченных производственных ресурсов решающее значение имеет тесное и непрерывное взаимодействие предприятий в единой производственной системе в интересах получения взаимной выгоды при решении совместных задач по удовлетворению потребностей общества. Производственная система будет эффективно работать, если входящие в нее предприятия будут устойчиво функционировать. Цель работы - исследовать устойчивость трех отдельно функционирующих предприятий и их поведение в кризисных ситуациях. **Методика.** Выходным параметром, характеризующим результативность предприятия, является производственная мощность. При переменной фондоемкости основных производственных фондов предприятия производственная мощность описывается системой двух обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Для анализа устойчивости функционирования предприятия необходимо получить аналитическое решение и решение в системе моделирования. Составляется схема моделирования и выполняется моделирование по программе пользователя. Результаты моделирования выдаются в виде графиков. Кроме того, имеется текстовый редактор, с помощью которого фиксируются числовые данные результатов моделирования. **Результаты.** Получено аналитическое решение дифференциального уравнения производственной мощности при переменной фондоемкости. Создана схема моделирования и получены графики производственной мощности каждого предприятия. Выполнено моделирование кризисных ситуаций для каждого предприятия. Установлено, что, несмотря на существенное различие параметров предприятий, производственная мощность их мало отличается. Для устойчивого функционирования предприятия должны вкладывать инвестиции в развитие основного производства. Предприятия могут работать в единой производственной системе. **Научная новизна.** Предложен новый подход к формированию производственных систем. Прежде, чем создавать производственную систему, необходимо выяснить возможности входящих в нее предприятий: проверить устойчивость их функционирования и поведение в кризисных ситуациях. **Практическая значимость.** Новый подход позволит повысить эффективность работы производственной системы.

Ключевые слова: производственная мощность предприятий, устойчивость функционирования, производственная система, моделирование кризисных ситуаций, система моделирования

МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЧОЇ ПОТУЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ, ЩО ВИПУСКАЮТЬ РІЗНУ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТУ ПРОДУКЦІЮ

ЕВСЮКОВА М. Є.¹, студент,
ЄРШОВА Н. М.^{2*}, д. т. н., проф.

¹ Кафедра «Прикладна математика та інформаційні технології». Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (099) 971-38-37, email: maryevs1710@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3612-2902

^{2*} Кафедра «Прикладна математика та інформаційні технології». Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (095) 918-01-02, email: nersova107@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0198-0883

Анотація. Мета. При використанні обмежених виробничих ресурсів вирішальне значення має тісне і безупинне взаємодія підприємств в єдиній виробничій системі в інтересах отримання взаємної вигоди при вирішенні спільних завдань по задоволенню потреб суспільства. Виробнича система буде ефективно працювати, якщо підприємства, що входять до неї, будуть стійко функціонувати. Мета роботи - дослідити стійкість трьох окремо функціонуючих підприємств і їх поведінку в кризових ситуаціях. **Методика.** Вихідним параметром, що характеризує результативність підприємства, є виробнича потужність. При змінній фондоемкості основних виробничих фондів підприємства виробнича потужність описується системою двох звичайних диференціальних рівнянь першого порядку. Для аналізу стійкості функціонування підприємства необхідно отримати аналітичне рішення і рішення в системі моделювання. Складається схема моделювання і виконується

моделирования за програмою користувача. Результати моделювання видаються у вигляді графіків. Крім того, є текстовий редактор, за допомогою якого фіксуються числові дані результатів моделювання. **Результати.** Отримано аналітичний розв'язок диференціального рівняння виробничої потужності при змінній фондомісткості. Створена схема моделювання та отримані графіки виробничої потужності кожного підприємства. Виконано моделювання кризових ситуацій для кожного підприємства. Встановлено, що, незважаючи на істотну відмінність параметрів підприємств, виробничі потужності їх мало відрізняються. Для сталого функціонування підприємства повинні вкладати інвестиції в розвиток основного виробництва. Підприємства можуть працювати в єдиній виробничій системі. **Наукова новизна.** Запропоновано новий підхід до формування виробничих систем. Перш, ніж створювати виробничу систему, необхідно з'ясувати можливості входять до неї: перевірити стійкість їх функціонування і поведінку в кризових ситуаціях. **Практична значимість.** Новий підхід дозволить підвищити ефективність роботи виробничої системи.

Ключові слова: виробничі потужності підприємств, стійкість функціонування, виробничі системи, моделювання кризових ситуацій, система моделювання

MODELING OF PRODUCTION CAPACITY OF ENTERPRISES WHICH RELEASE DIFFERENT ECOLOGICALLY CLEAN PRODUCTS

YEVSUKOVA M. E.¹, *student*,
YERSHOVA N. M.^{2*}, *Dr. Sci., Prof.*

¹ Department of Applied Mathematics and Information Technologies. State Institution of Higher Education "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", Chernyshevskogo Street 24-a, 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 971-38-37, email: maryevs1710@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3612-2902

^{2*} Department of Applied Mathematics and Information Technologies. State Institution of Higher Education "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", Chernyshevskogo Street 24-a, 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (095) 918-01-02, email: nersova107@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0198-0883

Abstract. Goal. When using limited production resources critical and continuous interaction of enterprises in a single production system in the interests of obtaining mutual benefits in solving common problems to meet the needs of society. The production system will work efficiently, if its enterprises will operate stably. The purpose of the work is to investigate the stability of three separate enterprises and their behavior in crisis situations. **Method.** The output parameter characterizing the enterprise's performance is production capacity. When variable capital intensity of the main production assets of the enterprise, the production capacity is described by the system of two ordinary differential equations of the first order. To analyze the stability of the operation of an enterprise, it is necessary to obtain an analytical solution and a solution in the modeling system. A simulation scheme is formed and the user program is modeled. The simulation results are presented as graphs. In addition, there is a text editor that fixes the numerical data of the simulation results. **Results.** The analytical solution of the differential equation of production capacity with variable capital stock is obtained. A simulation scheme was created and graphs of production capacity of each enterprise were obtained. Crisis modeling is done for each enterprise. It is established that, despite the significant difference in the parameters of enterprises, their production capacity is not much different. For sustainable operation, enterprises must invest in the development of the main production. Enterprises can work in a single production system. **Scientific novelty.** A new approach to the formation of production systems is proposed. Before creating a production system, it is necessary to find out the possibilities of entering it: to check the stability of their functioning and behavior in crisis situations. **Practical significance.** The new approach will increase the efficiency of the production system.

Keywords: production capacity of enterprises, operational stability, production system, modeling of crisis situations, modeling system

Введение

В настоящее время много предприятий, не выдержав конкуренции рынка, прекращают функционирование. Решающее значение при использовании ограниченных производственных ресурсов имеет тесное и непрерывное взаимодействие предприятий в единой производственной системе в интересах получения взаимной выгоды при решении совместных задач по удовлетворению потребностей общества [3]. Для этого необходимо разработать методики взаимодействия предприятия с другими предприятиями, на основе которых можно определить долю потока промежуточной и конечной

продукции, обеспечивающих их стабильную работу. Производственная система будет эффективно работать, если входящие в нее предприятия будут устойчиво функционировать.

Проблемой сегодняшнего дня является создание экологически чистых домов. В Украине имеются предприятия, выпускающие экологически чистую продукцию. Так, компания «GlinKo» производит экологически чистые отделочные материалы на основе глины Украинских месторождений. В линейку товаров входят: глиняные штукатурки и глиняные краски. Экологически безопасные, они способны превратить даже городское жилье в экологическое. В Европе и Америке строительство из глины и отделка

этим материалом помещений с каждым годом набирает обороты. Имея хорошую сырьевую базу в Украине, товары компании по качеству не уступают им. В текущем году, имея десятилетний опыт, компания «GlinKo» планирует сделать свои товары доступными в каждом городе Украины.

Для многих остается загадкой утверждение, что дом из глины может быть таким же прочным и долговечным как, например, из кирпича. Но глина действительно является полноценным конкурентом любым строительным материалам. Она обладает целым рядом достоинств, благодаря которым экоматериалом становится надежным, прочным и энергосберегающим. Глина способна «дышать», поглощая вредные испарения. Регулируя влажность в пределах 45 – 60 %, глина создает определенный микроклимат, при котором значительно снижается образование в доме пыли и уменьшается вероятность возникновения в воздухе аллергических раздражителей.

Неоценимым свойством глины является ее способность экранировать любые электромагнитные излучения, в том числе от бытовых электрических приборов и электрических инженерных систем, что особенно важно для здоровья людей (в первую очередь - малышей), проживающих в таких экодомах или комнатах с экологической отделкой.

ТМ «ЖиваИзол» - украинский производитель экологически чистых, натуральных материалов для экостроительства, безопасного утепления дома и возведения пассивных домов. Компания объединила все производственные процессы, начиная от выращивания сырья и заканчивая производством готовых изделий. Все изделия отличаются абсолютной экологичностью и высоким качеством. Компания производит следующие виды продукции: арболит из костры конопли, льняной и конопляный утеплитель, подложка, костр, межвенцовый утеплитель, пропитка для дерева.

Компания «Life House Building» занимается строительством экологических домов и производством панелей из соломы, при этом используют технологию S-cube (каркасно-панельная технология, в которой в качестве утеплителя используется натуральная ржаная солома, уплотненная до 120кг/м³).

При производстве панелей используется ржаная солома с влажностью не более 12%, сухой калиброванный сосновый брус, пропитанный противопожарным и антисептическим составом под давлением 6 атм., влагостойкую фанеру 1-го сорта и высокопрочные саморезы. Ассортимент стандартных элементов и возможность изготовления индивидуальных панелей позволят реализовать многие проекты. Оборудование для изготовления панелей дает возможность получить высокую точность деталей и качественную равномерную прессовку. Ржаная солома содержит ничтожно малое количество питательных веществ, поэтому совершенно не интересна насекомым и грызунам, а в

сочетании с плотной прессовкой и известковой штукатуркой сводит на нет вероятность появления нежелательных «жильцов». Стены такого дома быстро и несложно монтируются и, при соблюдении прилагаемых инструкций, прослужат не менее 75 лет. Компания выполняет работы под ключ или производит шеф-монтаж всех этапов строительства.

Для исследования примем предприятия, выпускающие разную продукцию: первое предприятие производит экологически чистые отделочные материалы; второе – строит экологически чистые дома; третье - производит экологически чистые утеплительные материалы.

Цель работы

Исследовать устойчивость трех отдельно функционирующих предприятий и их поведение в кризисных ситуациях.

Методика

Если выпускаемая предприятиями продукция не идет на развитие их производственной мощности, то уравнение мощности имеет вид [3]

$$\frac{dm_i y_i}{dt} + \beta_i y_i = 0, \quad y_i(0) = y_{i0}, \quad (1)$$

где y_i - производственная мощность i - го предприятия; m_i - мгновенная фондоемкость основных производственных фондов (ОПФ) i - го предприятия; β_i - коэффициент выбытия ОПФ i - го предприятия.

Тогда при постоянных фондоемкостях и коэффициентах выбытия ОПФ имеем

$$y_i(t) = y_{i0} e^{-\beta_i t},$$

т. е. мощность – убывающая функция. Мощность убывает за счет выбытия, старения ОПФ. Автор работы [2] считает, что при переменной фондоемкости мощность может сохраняться или даже увеличиваться. Переменность фондоемкости означает, что на предприятии имеются организационные, структурные изменения. При этом развитие предприятия происходит не в смысле простого роста мощности, а в смысле качественного изменения предприятия.

Дифференциальное уравнение мощности одного предприятия при переменном значении фондоемкости и вложении ОПФ в развитие производства имеет вид:

$$\frac{dm}{dt} y + m \frac{dy}{dt} + \alpha m y = v, \quad (2)$$

где $\alpha = \beta / m$.

Дифференциальное уравнение фондоемкости [1]:

$$\frac{dm}{dt} = -sm, \quad m(0) = m_o, \quad (3)$$

где s - обобщенный технико-экономический показатель отражения уровня научно-технического развития предприятия, имеет решение

$$m = m_o \exp(-st). \quad (4)$$

После подстановки (3) и (4) в уравнение (2) получим

$$\frac{dy}{dt} + (\alpha - s)y = \frac{v}{m_o} e^{st}, \quad y(0) = y_o. \quad (5)$$

Решение уравнения (5) имеет вид:

$$y(t) = e^{st} \left(\frac{v}{\alpha m_o} + \left(y_o - \frac{v}{\alpha m_o} \right) e^{-\alpha t} \right). \quad (6)$$

Если не вкладывать ОПФ в развитие производства, т. е. $v = 0$, тогда

$$y(t) = y_o e^{-\alpha t} e^{st}. \quad (7)$$

Проверка устойчивости функционирования предприятий

Выполним моделирование производственной мощности предприятий в системе моделирования МВТУ 3.7.

Схема моделирования, представленная на рисунке 1, составлена по математической модели (10) [5].

$$\begin{aligned} \dot{y} &= (s - \alpha)y + v/m; & y(0) &= y_o \\ \dot{m} &= -sm, & m(0) &= m_o. \end{aligned} \quad (10)$$

В работе [5] доказано, что предприятия функционируют устойчиво, если $0,08 \leq \beta \leq 0,3$

$$0,2 \leq m_o \leq 4,9; \quad 0,002 \leq s \leq 0,052.$$

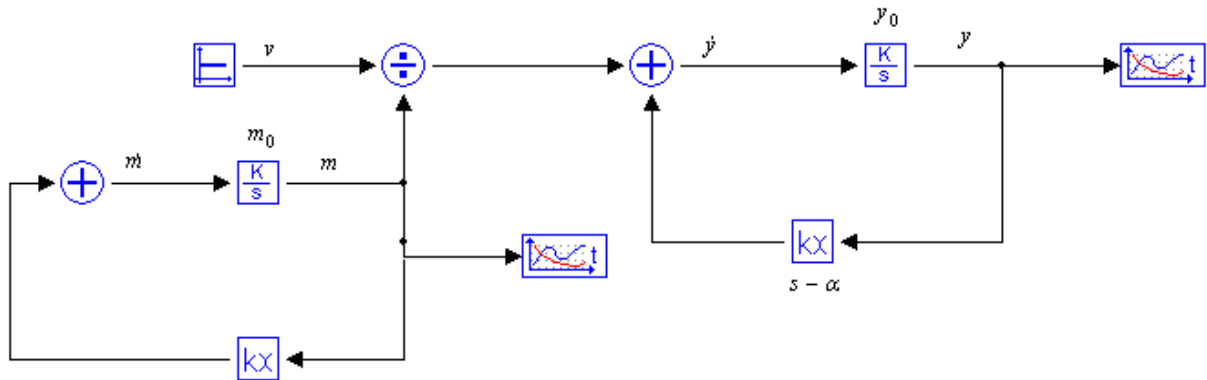


Рис 1. Схема моделирования / Scheme of modeling

Исходные данные приведены в таблице 1. Некоторые результаты моделирования представлены на рисунках 2-4.

Таблица 1

Параметры предприятий / Parameters of enterprises

	Предприятие		
	первое	второе	третье
m_o	1,4	1,8	2,1
β	0,1	0,096	0,15
s	0,005	0,006	0,003
y_o , уе в год	500	400	600
v , уе в год	200	200	300

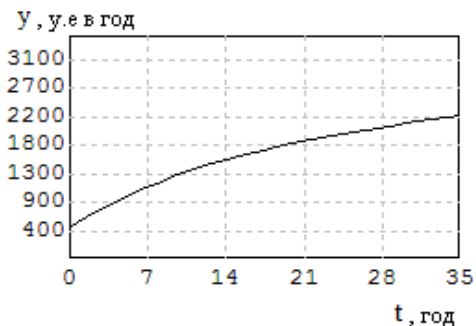


Рис. 2. Мощность первого предприятия / Capacity of the first enterprise

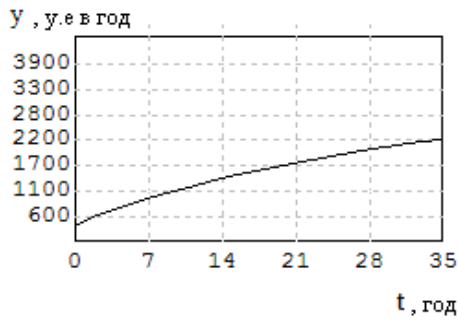


Рис. 3. Мощность второго предприятия / Capacity of the second enterprise

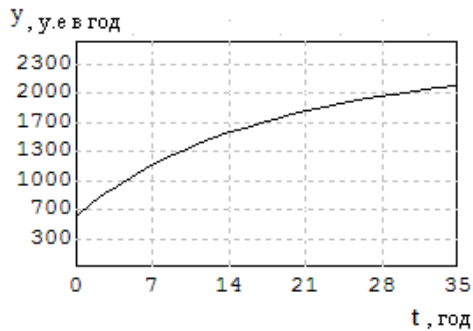


Рис. 4. Мощность третьего предприятия / Capacity of the third enterprise

Моделирование кризисных ситуаций внутри предприятия

Моделирование кризисных ситуаций внутри предприятий выполнено по схеме моделирования рисунка 1 и методике работы [1]. Исследовано влияние на производственную мощность предприятий:

- обобщенного технико-экономического показателя отражения уровня научно-технического развития предприятия ($s=0,01; 0,03; 0,05$);
- коэффициента выбытия ОПФ ($\beta=0,08; 0,16; 0,32$);
- вновь поступающего в производство потока ОПФ ($v=200; 50; 0$).

Некоторые результаты моделирования представлены на рисунках 5-10.

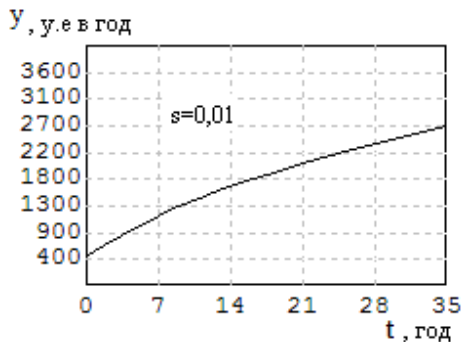


Рис. 5. Мощность первого предприятия / Capacity of the first enterprise

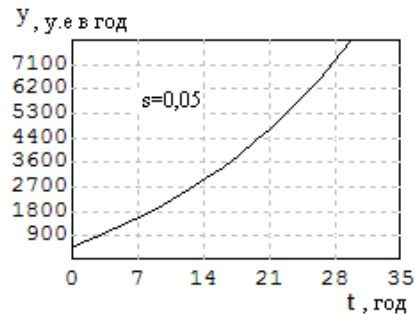


Рис. 6. Мощность первого предприятия / Capacity of the first enterprise

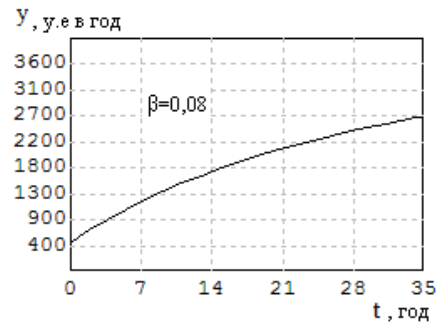


Рис. 7. Мощность первого предприятия / Capacity of the first enterprise

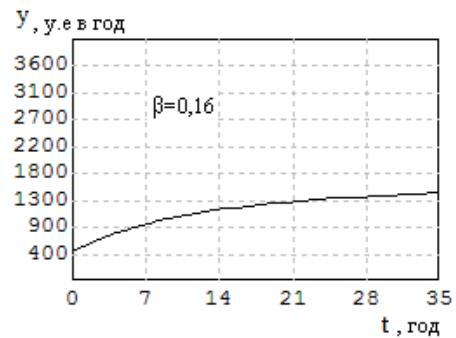


Рис. 8. Мощность первого предприятия / Capacity of the first enterprise

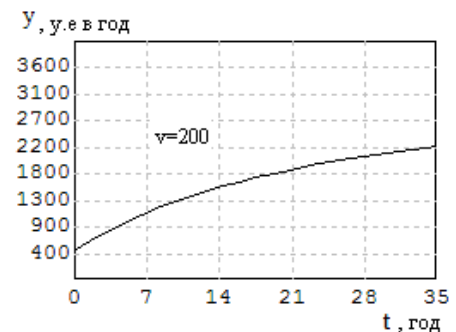


Рис. 9. Мощность первого предприятия / Capacity of the first enterprise

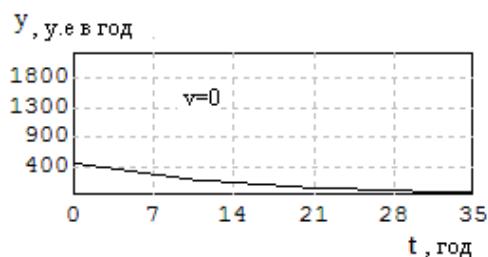


Рис. 10. Мощность первого предприятия / Capacity of the first enterprise

Установлено, что кризисные ситуации на предприятии могут наступить в том случае, если оно или:

- имеет низкий уровень научно-технического развития;
- коэффициент выбытия ОПФ больше 0,3;
- не вкладывает инвестиции в развитие основного производства.

Результаты

Получено аналитическое решение дифференциального уравнения производственной мощности предприятия и решение в системе моделирования МВТУ 3.7. Создана схема моделирования и получены графики производственной мощности каждого предприятия по данным, приведенным в таблице 1. Выполнено

моделирование кризисных ситуаций для каждого предприятия. Установлено, что, несмотря на существенное различие параметров предприятий, производственная мощность их мало отличается. Для устойчивого функционирования предприятия должны вкладывать инвестиции в развитие основного производства. Предприятия могут работать в единой производственной системе.

Научная новизна и практическая значимость

Предложен новый подход к формированию производственных систем. Прежде, чем создавать производственную систему, необходимо выяснить возможности входящих в нее предприятий: проверить устойчивость их функционирования и поведение в кризисных ситуациях. Это позволит повысить эффективность работы производственной системы.

Выводы

На основе выполненного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Рассматриваемые предприятия функционируют устойчиво.
2. Чтобы не допускать кризисных ситуаций, необходимо вкладывать инвестиции в развитие основного производства.
3. Исследуемые предприятия могут работать в единой производственной системе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ершова Н. М. Моделирование кризисных ситуаций в фирме на модели ее жизненного цикла / Н. М. Ершова, И. В. Лавренюк, С. В. Герасименко, О. Н. Шибко // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. научн. тр. Вып.49. – Днепропетровск, ПГАСА, 2009. – С. 37- 43.
2. Куршев В. Н. Теория оптимального управления экономическими системами: Учеб. пособие / В.Н. Куршев. – Казань: Изд-во Казан. Гос. Техн. Ун-та, 2003. –114 с.
3. Микрюков В. Ю. Теория взаимодействия экономических субъектов / В.Ю. Микрюков. – М.: Вузовская книга, 1999. – 96 с.
4. Сиразетдинов Т. К. Динамическое моделирование экономических объектов / Т.К. Сиразетдинов. – Казань: «Фан», 1996. – 223 с.
5. Системы автоматического регулирования: практикум по математическому моделированию / под ред. Б. А. Карташова. – Изд. 2-е, перераб. И доп. – Ростов на Дону: Феникс, 2015. – 458 с.
6. Шибко, О. Н. Выбор основного показателя характеристики жизненного цикла строительной фирмы / О. Н. Шибко // Матеріали 2 Міжнар. Наук. – практ. Конф. «Дні науки – '2006». – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2006. –Том 7: Економічні науки. – 2006. – С.95-97.

REFERENCES

1. Ershova N.M., Lavrenyuk I.V. and Gerasimenko S.V. Shybko O.N. *Modelirovaniye krizisnykh situatsiy v firme na modeli yeye zhyznennogo tsikla* [Modeling of crisis situations in a firm on a model of its life cycle], Dnipro, PGASA, 2009, pp.37-43 (in Russian).
2. Kurshev V.N. *Teoriya optimalnogo upravleniya ekonomicheskimi sistemami* [Theory of optimal control of economic systems: Proc. manual] Kazan, 2003, 114 p. (in Russian).
3. Mikryukov V.Yu. *Teoriya vzaimodeystviya ekonomicheskikh subektov* [Theory of interaction of economic subjects], Moscow: Vuzovskaya kniga, 1999, 96 p. (in Russian).
4. Sirazetdinov T.K. *Dinamicheskoye modelirovaniye ekonomicheskikh obektov* [Dynamic modeling of economic objects], Kazan: Fan Publ., 1996, 223 p. (in Russian).
5. Kartashov B.A. *Sistemy avtomaticheskogo regulirovaniya: praktikum po matematicheskomu modelirovaniyu* [Automatic control systems: a workshop on mathematical modeling]. Rostov na Donu: Feniks Publ., 2015, 458 p. (in Russian).
6. Shybko, O.N. *Vybor osnovnogo pokazatelya kharakteristiki zhyznennogo tsikla stroitelnoy firmy* [The choice of the main indicator of the characteristics of the life cycle of a construction company], Dnipropetrovsk: Nauka i Osvita, 2006, issue 7: Ekonomichni Nauky, 2006, pp. 95-97 (in Russian).