

Т. О. ПРОКОПЕНКО, В. І. КРЕЗУБ

ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ З ВРАХУВАННЯМ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Пропонується імітаційна модель прийняття рішення з врахуванням оцінювання ефективності для підприємств хімічної промисловості, що забезпечує вибір та прийняття стратегічних рішень на основі оцінювання поточного стану підприємства, зокрема в галузі хімічної промисловості. В основі розробки даної моделі застосовано мультиагентний підхід. Зроблено висновки про можливість застосування даної моделі при розробці інформаційних систем управління підприємствами хімічної промисловості.

Ключові слова: імітаційна модель, оцінювання ефективності, мультиагентний підхід, прийняття стратегічних рішень.

Предлагается имитационная модель принятия решения с учетом оценки эффективности для предприятий химической промышленности, которая даст возможность выбора и принятия стратегических решений на основании оценивания текущего состояния предприятия, в частности в отрасли химической промышленности. Разработка данной модели базируется на применении мультиагентного подхода. Сделаны выводы о возможности применения данной модели при разработке информационных систем управления предприятиями химической промышленности.

Ключевые слова: имитационная модель, оценка эффективности, мультиагентный подход, принятие стратегических решений.

For the chemical industry it is an important management decision. Predicting the results of the decision should avoid mistakes and unnecessary waste of resources for the implementation of inappropriate decisions. The evaluation of the effectiveness of the current state of the enterprise ensures identify ways to further its strategic development. There have been proposed simulation model of decision-making with regard to evaluating the effectiveness of the chemical industry. This model provides choice and strategic decisions on the basis of an assessment of the current situation of the company, particularly in the chemical industry. The formulation of the model applied multi-agent approach. The conclusions about the applicability of this model in the development of management information systems of enterprises of chemical industry have been made.

Keywords: simulation model, evaluating performance, multi-agent approach, strategic decisions.

Вступ. Загальною тенденцією сучасних виробництв, зокрема в галузі хімічної промисловості, є розробка та впровадження сучасних інформаційних технологій, що забезпечують поточний збір та обробку інформації, виконання функцій контролю відхилень фактичних показників діяльності підприємства від планових, а також підготовку рекомендацій для прийняття управлінських рішень. Це надасть можливість суттєво підвищити ефективність підприємства за рахунок зниження витрат цільового продукту у виробництві, збільшення коефіцієнта використання виробничої потужності, підвищення продуктивності праці, зниження собівартості продукції, економії енергетичних ресурсів. Оцінювання ефективності підприємства хімічної промисловості забезпечує отримання інформації, що відображає поточну ситуацію, а також є об'єктивною платформою для прийняття ефективних управлінських рішень в умовах динамічної зміни оточуючого середовища. Застосування імітаційного моделювання забезпечує отримання прогнозних даних та підвищує гнучкість управління. Тому сучасні та перспективні інформаційні системи в управлінні підприємствами повинні враховувати особливості функціонування підприємств, перспективні можливості розвитку, а також забезпечення максимально ефективного управління, зокрема для підприємств в галузі хімічної промисловості.

Аналіз основних досягнень і літератури. В сучасних складних умовах, пов'язаних з нестабільністю економіки, кризовими явищами, значними ризиками, управління підприємствами хімічної промисловості потребує розробки ефективних методів прийняття як оперативних, так і стратегічних рішень, що забезпечить розвиток та стабільність впродовж тривалого періоду

часу [1]. Важливим є поряд з виробленням управлінського рішення прогнозування результатів прийнятого рішення, що забезпечить уникнення помилок, а також зайвих витрат ресурсів на реалізацію неприйнятного рішення. Оцінювання ефективності поточного стану підприємства забезпечує визначення шляхів подальшого його стратегічного розвитку. При цьому важливим є застосування розроблених методів імітаційного моделювання, що розглядаються в роботах вітчизняних вчених Ладанюка А.П. [2], Томашевського В. М. [3] та зарубіжних вчених Борисова В. В. [4], Юдіцкого С. А. [5], Трахтенгерца Е. А. [6].

Існує ряд методів, що реалізують різні шляхи імітаційного моделювання. Так, в роботах [7] і [8] розглянута група методів, в основі яких є застосування мультиагентного підходу. Однак недостатність або невизначеність знань про фактори зовнішнього середовища, неповнота, неточність, недостатня достовірність інформації, на основі якої приймаються рішення, а також практична неможливість її уточнення в наслідок дефіциту часу обумовлюють перспективність реалізації імітаційного моделювання прийняття управлінських рішень на основі оцінювання ефективності при вирішенні задач стратегічного та оперативного управління підприємствами в складних умовах.

Мета дослідження, постановка задачі.

Підприємства хімічної промисловості характеризуються наступними особливостями: багатомірністю, наявністю та зміною багатьох цілей, нестаціонарністю процесів, залежністю від енергоносіїв, залежністю від сезонних коливань, тісним взаємозв'язком організаційних та технологічних процесів [9]. Прийняття управлінських рішень для

таких підприємств супроводжується значними труднощами та вимагає точності та оперативності при наявності дефіциту часу. При цьому не враховуються неоднозначні ситуації, які можуть вплинути на хід реалізації рішення в майбутньому, а також нові та складні фактори, що в різному ступені визначають ефективність підприємства. Тому важливим є розробка методів та моделей, що забезпечать прийняття управлінських рішень з врахуванням поточної оцінки ефективності підприємства. Таким чином, метою досліджень є розробка імітаційної моделі прийняття управлінського рішення, яка б дала змогу визначити траєкторію розвитку підприємства з врахуванням та оцінкою поточних ситуацій і прогнозу майбутнього.

Матеріали досліджень. Прийняття управлінських рішень направлено на підвищення ефективності функціонування підприємств, зокрема в галузі хімічної промисловості. Тому для визначення очікуваного ефекту вводиться критерій ефективності ef , який визначається наступним чином:

$$E: F_{st} \times F \rightarrow ef, \quad (1)$$

де F – множина всіх функцій управління; F_{st} – деяка множина функціональних структур управління.

Показниками ефективності можуть бути надійність прийняття рішення, економічна оцінка наслідків прийнятого рішення та ін. Тому необхідно отримати таке значення критерію ефективності, щоб:

$$ef(F_{st}, F) \rightarrow \max \quad (2)$$

Для підприємства хімічної промисловості важливим є саме економічна оцінка наслідків прийнятих рішень. Ефективність виробництва є комплексним показником, що характеризується відбиттям кінцевих результатів та витрат за певний проміжок часу. Основною ознакою ефективності може бути необхідність досягнення мети виробничо-господарської діяльності підприємства з найменшими витратами ресурсів або часу. Тому необхідно досліджувати та контролювати такі показники ефективності виробництва як кількість виготовленої продукції, витрати на енергоносії, дохід підприємства, які безпосередньо визначають техніко-економічну ситуацію на підприємстві.

Імітаційна модель прийняття рішення з врахуванням оцінювання ефективності підприємства хімічної промисловості, здійснюється на основі застосування мультиагентного підходу. Дана модель характеризується гнучкістю на певному часовому інтервалі, а також забезпечить можливість дослідження динаміки зміни показників ефективності у відповідності до того чи іншого прийнятого управлінського рішення.

Мультиагентна модель прийняття рішення складається з множини агентів двох типів: агента-режисера та агентів-виконавців. Модель агента складається з двох частин: виконавчої структури і сценарію. Виконавча структура задає сукупність процесів, що можуть реалізуватись послідовно чи

паралельно, а також інформаційно-матеріальні зв'язки з зовнішнім середовищем і процесами. Сценарій установлює черговість активізації процесів. Виконавча структура визначає потенційно можливу поведінку агента, що характеризується зв'язками між процесами, між процесами і зовнішнім середовищем та представляє собою граф послідовності виробничих процесів. Сценарій накладає обмеження на потенційно можливу поведінку агента.

У початковій точці (перший момент) кожного i -го інтервалу ($i = 1, 2, \dots, N$) агент-режисер на основі звітів виконавців по $(i - 1)$ -му інтервалу оцінює ситуацію і приймає краще з можливих рішень про паралельний запуск підмножини виконавців на i -му інтервалі. На початку першого інтервалу ситуація визначається на основі оцінювання показників ефективності.

Моделювання прийняття рішення з врахуванням оцінювання ефективності підприємства на i -му інтервалі здійснюється на основі наступної процедури:

Крок 1. Підготовка агентами-виконавцями набору значень показників ефективності P та визначення поточного стану підприємства. Оцінювання поточного стану описується продукційними правилами ЯКЦО – ТО. Показники ефективності взаємопов'язані та взаємообумовлені, тому зміна одних приводить до зміни інших, що впливає на ефективність в цілому.

Приведемо ряд продукційних правил. Показники ефективності підприємства представлено в табл. 1. Тоді продукційне правило оцінювання ефективності може мати вид:

ЯКЦО (P_1 істотно зростає) \wedge ($P_2 \geq \pi$), ТО P_4 помірно зростає), де π – деякий фіксований поріг витрат на енергоносії;

ЯКЦО (P_2 істотно знижені) \wedge ($P_2 \geq \pi$), ТО (P_4 помірно зростає);

ЯКЦО (P_3 істотно зростає) \wedge ($P_2 \geq \pi$), ТО (P_4 помірно зростає).

Таблиця 1 – Показники ефективності підприємства хімічної промисловості

Позначення показника ефективності	Назва показника
P_1	Кількість виготовленої продукції
P_2	Витрати на енергоносії
P_3	Добова продуктивність
P_4	Дохід підприємства

Крок 2. Задається множина альтернативних рішень $R = \{r_1, \dots, r_n\}$, що забезпечать підвищення показників ефективності (табл.2).

Таблиця 2 – Можливі альтернативні рішення

Позначення рішення	Формулювання рішення
r_1	Збереження тенденції, що склалася, тобто продовжувати "як є".
r_2	Збільшити обсяг реалізованої продукції за рахунок розширення ринків збуту.
r_3	Скоротити витрати за рахунок зниження обсягів виробництва

Крок 3. Особа що приймає рішення ініціює моделювання процесу оцінювання ефективності на i -м інтервалі. Моделювання ініціюється зміною значень показників ефективності, що сформовані на Кроці 1, у значення, що враховують відповідні рішення для i -го інтервалу (видані на кроці 2).

Значення показників відповідно до роботи [10] відбивають характер їхньої зміни і відповідають числам з інтервалу $[0, 1]$ зі знаком "+", якщо показник зростає, і знаком "–", якщо він спадає. Сталість показника відображається числом 0. Швидкість зміни (зростання чи спадання) оцінюється за допомогою граничних точок на інтервалі $[0, 1]$: 0,1 – дуже слабке; 0,3 – помірне; 0,5 – істотне; 0,7 – сильне; 1,0 – дуже сильна зміна показника.

Таблиця 3 – Зміна значень показників ефективності.

Позначення показника ефективності	Поточне значення показника	r_1	r_2	r_3
P_1	-0,5	-0,5	+0,3	+0,1
P_2	-0,2	-0,2	+0,1	+0,1
P_3	-0,3	-0,3	+0,2	+0,2
P_4	-0,5	-0,5	+0,3	+0,2

Приклад опису входу/виходу на даному кроці ілюструється табл.3, де другий стовпчик відповідає значенням показників P_1, \dots, P_4 , обчислених на попередньому інтервалі, а інші – значенням показників з урахуванням рішень табл. 2, прийнятих для даного інтервалу.

Як видно з табл. 3, значення другого і третього стовпчиків збігаються, тобто при прийнятті рішення r_1 (продовжувати "як є") значення показників у початковій точці інтервалу не змінюються.

Таблиця 5 – Визначення індексу ефективності підприємства

Показник	Вага показника	Рішення		
		r_1	r_2	r_3
P_1	7	-0,6	+0,6	+0,3
P_2	1	-0,2	+0,2	+0,1
P_3	5	-0,4	+0,3	+0,3
P_4	4	-0,6	+0,5	+0,3
Індекс стану підприємства		-8,8	+7,4	+4,9

Крок 5. Аналізується табл.5: для кожної граfi r_j обчислюється індекс $I(r_j)$ оцінки ефективності у вигляді суми добутків вписаних у графу значень показників на їх "ваги":

$$I(r_j) = \sum_{i=1}^n \alpha_i P_i, \quad (3)$$

де α_i – "вага" показника P_i ; n – число показників. Далі вибирається той стовпчик, тобто рішення, індекс стану

Крок 4. Здійснюється когнітивне моделювання на поточному інтервалі відповідно до методології [11]. Його входами є початкові умови з врахуванням рішень (табл. 2) і матриця взаємозв'язку показників P_1, P_2, \dots, P_n . У клітину матриці, що відповідає упорядкованій парі (P_i, P_j) , $i, j = 1, 2, \dots, n, i \neq j$, вписується знак "+", якщо зв'язок (P_i, P_j) прямий: при зростанні P_i зростає і P_j , (при спаданні P_i убуває і P_j). Інверсний зв'язок передається знаком "-" (при зростанні P_i , значення P_j , спадає, при спаданні P_i , значення P_j , зростає). Ступінь впливу оцінюється числами з інтервалу $[0, 1]$ з тими ж граничними точками, що й у п. 3. На різних інтервалах можуть застосовуватися різні матриці взаємозв'язку показників.

Приклад матриці взаємозв'язку показників оцінки ефективності функціонування підприємства хімічної промисловості даний у табл. 4.

Таблиця 4 – Взаємовплив показників ефективності

Показник	P_1	P_2	P_3	P_4
P_1	-	+0,3	+0,1	+0,5
P_2	+0,2	-	+0,1	+0,1
P_3	+0,3	+0,1	-	+0,2
P_4	+0,5	+0,2	+0,1	-

Виходом даного кроку є таблиця прогнозованих станів показників ефективності в кінцевій точці інтервалу при всіх можливих рішеннях (табл. 2). В другому стовпчику табл. 5 зазначені "ваги" (пріоритети) показників по 10-бальній шкалі, в інших стовпчиках, що відповідають рішенням, представлені прогнозовані стани.

для якого задовольняє прийнятому критерію. Критерієм прийнятого рішення вважається максимум значення побудованого індексу, тому на даному інтервалі вибирається рішення r_2 та формується керуючий вплив, що запускає агентів-виконавців.

Агент-режисер A_R реалізує перший – четвертий кроки процедури моделювання. Інші агенти виконавчі, вони реалізуються на п'ятому кроці.

Застосування мультиагентного підходу забезпечить централізоване управлінням та

координацію дій між агентами, що представляють собою різні об'єкти системи управління та зовнішнього середовища. Агентами є автономні модулі, реалізовані на основі відповідного програмного забезпечення та інтуїції і досвіду людини (експерта) і реалізують інформаційні процеси в системі управління [12]. Колективна інтелектуальна поведінка при цьому базується на інтелектуальній поведінці окремого агента, дії агента направлені на досягнення своїх цілей та активно впливають на інших агентів. Агенти можуть приймати часткові та узагальнені рішення у відповідності з деяким набором правил, взаємодіяти з зовнішнім середовищем та іншими агентами, а також змінюватись. Динаміка функціонування системи в цілому визначається динамікою внутрішньої та зовнішньої поведінки агентів, а також динамікою взаємодії між агентами.

Висновки. Отримані результати показують, що застосування імітаційного моделювання при прийнятті управлінських рішень з врахуванням оцінювання ефективності підприємства дозволяє врахувати складність та невизначеність зовнішнього середовища та зміни внутрішнього стану. Тому на сучасному етапі розвитку інформаційних технологій в управлінні хімічними підприємствами в умовах динамічної зміни оточуючого середовища важливим є розробка інтелектуальних технологій, які дали б змогу прийняття рішення при швидко змінюваних обставинах, коли необхідно охопити великий обсяг інформації, що надходить, порівняти її з інформацією, яка вже є, врахувати досвід минулого, розібратися в різних ситуаціях, втрутитись в хід реалізації управлінського рішення та виконати оцінку в різних аспектах, вибравши найбільш правильний варіант. Побудова інформаційних технологій управління підприємствами, зокрема в галузі хімічної промисловості, на основі застосування імітаційного моделювання забезпечить надання інформації з високим ступенем якості та надійності, а також підтримку прийняття управлінських рішень в умовах невизначеності та ризиків.

Список літератури

1. Прокопенко, Т. О. Інформаційні технології управління організаційно-технологічними системами [Текст]: монографія / Т. О. Прокопенко, А. П. Ладанюк. – Черкаси: Вертикаль, видавець Кандич С. Г., 2015. – 224 с.
2. Ладанюк, А. П. Ситуаційне координування підсистем технологічних комплексів неперервного типу [Текст] / А. П. Ладанюк, Д. А. Шумигай, Р. О. Бойко // Проблеми управління і інформатики. – 2013. – № 4. – С. 117–122.
3. Томашевський, В. М. Засоби імітаційного моделювання для навчання, які ґрунтуються на мові GPSS [Текст] / В. М. Томашевський, В. В. Нехай // Технічні науки та технології: науковий журнал. – Чернівці: Черніг. нац. технол. ун-т. 2015. – № 2 (2). – С. 101–105.
4. Борисов, В. В. Комп'ютерна підтримка складних організаційно-технічних систем [Текст] / В. В. Борисов, И. А. Бычков, А. В. Демет'єв. – М.: Горячая линия–Телеком, 2002. – 154 с.
5. Юдицкий, С. А. Графодинамическое имитационное моделирование развития сетевых структур [Текст] / С. А. Юдицкий // Управление большими системами. – 2008. – вып. 23. – С. 126–136.
6. Трахтенгерц, Э. А. Компьютерные методы реализации экономических и информационных управленческих решений [Текст]: в 2 т. / Э. А. Трахтенгерц. – М.: Синтег, 2009. – Т. 2. – 224 с.
7. Brandshaw, J. M. KAoS: Toward an industrial-strength generic agent architecture. Software Agents [Text] / J. M. Brandshaw, S. Duffield, P. Benoit, J. D. Woolley // Cambridge MA: AAA/MIT Press. – 1996. – P. 375–418.
8. Salamon, T. Design of Agent-Based Models: Developing Computer Simulations for a Better Understanding of Social Processes [Text] / T. Salamon. – Bruckner Publishing, 2011. – 220 p.
9. Прокопенко, Т. О. Методологічні основи управління технологічними комплексами в умовах невизначеності [Текст] / Т. О. Прокопенко // Технологічний аудит і резерви виробництва. – 2013. – № 6/4 (14). – С. 27–29.
10. Прокопенко, Т. О. Інформаційна модель управління технологічними комплексами неперервного типу в класі організаційно-технічних систем [Текст] / Т. О. Прокопенко, А. П. Ладанюк // Международный научно-технический журнал «Проблемы управления и информатики». – 2014. – № 5. – С. 64–70.
11. Zhang, W. R. A Cognitive Map Based Approach to the Coordination of distributed cooperative agents [Text] / W. R. Zhang, S. S. Chen, W. Wang and R. S. King // IEEE Trans. Systems Man Cybernet. – 1992. – № 22. – P. 103–114. doi:10.1109/21.141315
12. Прокопенко, Т. О. Концепція мультиагентної інформаційної системи управління проектом в умовах невизначеності [Текст] / Т. О. Прокопенко, Ю. І. Урецька // Вісник НТУ «ХП» – 2014. – № 2 (1045). – С. 65–69.

References (transliterated)

1. Prokopenko, T. O., Ladanuk A. P. *Informaciyni tehnologii upravlinnya organizaciiyno-technologichnimi sistemami* [Information technology management organizational and technological systems]. Cherkassi, Vertikal, vidavec Kandich S.G., 2015. 224 p.
2. Ladanuk A. P., Shymigai D.A., Boiko R.O. *Sityacionnoe koordinirovanie podsistem tehnologicheskimi kompleksami neprerivnogo tipa* [Case coordination of subsystems of technological systems of continuous type]. *Problemi upravleniya i informatiki* [Management and Informatics problems], 2013, no. 4, pp.117–122.
3. Tomashevsky V.M. *Zasobi imitaciynogo modelyuvannya dlya navchannya, yaki gryntyuytsya na movi GPSS* [Means of simulation for training, based on the language GPSS]. *Tekhnichni nauki ta tehnologii: naukoviy zhurnal* [Engineering and Technology: Journal]. Chernigiv: Chernigiv. Nac. Tehnol. Un. 2015, No. 2(2), pp 101–105.
4. Borisov V. V., Bichkov I. A., Dementev A.V. *Komputernaya podderzka slozhnykh organizaciiyno-technicheskikh sistem* [Computer support complex organizational-technical systems]. Goryachaya linia-telecom, 2002. 154 p.
5. Udickiy S. A. *Grafodinamicheskoe imitacionnoe modelirovanie razvitiya setevih stryktyr* [Count dynamic simulation of network structures] *Upravlenie bolshimi sistemami* [Management of large systems], 2008, vol.3, pp. 45–62.
6. Trahtengerts EA *Komputernie metodi realizacii ekonomicheskikh I informacionnih upravlencheskikh reshenii* [Computer methods for the realization of economic and information management solutions]. Moscow, Sinteg, 2009. 224 p.
7. Brandshaw J. M. KAoS: Toward an industrial-strength generic agent architecture. Software Agents. *Cambrige MA: AAA/MIT Press.* 1996, pp.375–418.
8. Salamon T. Design of Agent-Based Models: Developing Computer Simulations for a Better Understanding of Social Processes. Bruckner Publishing, 2011. 220 p.
9. Prokopenko T. O. *Metodologichni osnovi upravlinnya tehnologichnimi kompleksami v umovah neviznachenosti* [Methodological basis of technological complexes under uncertainty]. *Tehnologicheskii audit I rezervi proizvodstva* [Technological audit and reserves of production]. 2013, no 6/4 (14), pp. 27–29.
10. Prokopenko T. O., Ladanuk A. P. *Informacionaya model upravleniya tehnologicheskimi kompleksami neprerivnogo tipa v klasse organizaciiyno-technicheskikh sistem* [Information technology management model of continuous-type complexes in the class of organizational and technical systems] *Problemi upravleniya i informatiki* [Management and Informatics problems]. 2014, no. 5, pp. 64–70.

11. Zhang, W.R. A Cognitive Map Based Approach to the Coordination of distributed cooperative agents. *IEEE Trans. Systems Man Cybernet.* 1992, no. 22, pp. 103–114. doi:10.1109/21.141315
12. Prokopenko T. O., Uretska Uy. I. Концепція multiagentnoi informacii noi sistemi upravlinnya proektom v umovah neviznachenosti [The concept of multi project management information system under uncertainty] *Vestnik NTU "KhPI"* [Bulletin of NTU KhPI]. 2014, no. 2 (1045), pp. 65–69.

Надійшла (received 09.12.16)

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

Імітаційна модель прийняття рішення з врахуванням оцінювання ефективності підприємств хімічної промисловості / Т. О. Прокопенко, В. І. Крезуб // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – № 3 (1225). – С. 77–81. – Библиогр.: 12 назв. – ISSN 2311–4738.

Имитационная модель принятия решений с учетом оценки эффективности предприятий химической промышленности / Т. О. Прокопенко, В. И. Крезуб // // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – № 3 (1225). – С. 77–81. – Библиогр.: 12 назв. – ISSN 2311–4738.

A simulation model of decision-making with regard to evaluating the effectiveness of the chemical industry / T. O. Prokopenko, V. I. Krezub // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Strategic management, portfolio, program and project management. – Kharkiv : NTU "KhPI", 2017. – No 3 (1225). – P. 77–81. – Bibliogr.: 12. – ISSN 2311–4738.

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Author

Прокопенко Тетяна Олександрівна – доктор технічних наук, доцент, Черкаський державний технологічний університет, доцент кафедри економічної кібернетики і маркетингу; тел.: (097) 299–99–79; e-mail: tatianaalexandr@yandex.ru. кандидат технических наук.

Прокопенко Татьяна Александровна – доктор технических наук, доцент, Черкасский государственный технологический университет, доцент кафедры экономической кибернетики и маркетинга; тел.: (097) 299–99–79; e-mail: tatianaalexandr@yandex.ru.

Prokopenko Tatiana Alexandrovna – Doctor of Technical Sciences (Ph. D.), Docent, Cherkasy State Technological University, Associate Professor at the Department of Economic Cybernetics and Marketing; tel.: (097) 299–99–79; e-mail: tatianaalexandr@yandex.ru

Крезуб Вікторія Іванівна – Черкаський державний технологічний університет, аспірант; тел.: (063) 624–09–72; e-mail: victorija.kulich@yandex.ru.

Крезуб Виктория Ивановна – Черкасский государственный технологический университет, аспирант; тел.: (063) 624–09–72; e-mail: victorija.kulich@yandex.ru.

Krezub Viktoriya Ivanivna – Cherkasy State Technological University, Postgraduate Student; tel.: (063) 624–09–72; e-mail: victorija.kulich@yandex.ru.