



УДК 338.486
JEL Classification D80

Гусарина Наталія

к. е. н., доцент, доцент кафедри економіки і підприємництва
Херсонський національний технічний університет
м. Херсон, Україна
E-mail: gusarina@ukr.net

ОЦІНКА ЗАГАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ СКЛАДАННЯ ПРОГНОЗІВ АДЕКВАТНИХ ЗМІНАМ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Анотація

Вступ. Актуальність дослідження обумовлюється тим, що основна проблема для прогнозування інноваційного розвитку підприємств під впливом зовнішнього середовища полягає в отриманні необхідного об'єму якісної інформації, так як її мала кількість знижує точність прогнозів, а більша пов'язана з труднощами обробки виробничих даних.

Методи. При управлінні інноваційним розвитком промислових підприємств використовуються методи прогнозу і ідентифікації, де завдання прогнозу за даними спостережень передбачати майбутні значення економічних показників, завдання ідентифікації полягає в визначенні параметрів системи, які породили даний часовий ряд; при побудові моделі оцінки загальної кількості інформації використовувались фінансово-економічні показники підприємства.

Результати. Запропонована модель необхідної кількості вхідної інформації при прийнятті управлінських рішень по інноваційному розвитку підприємств в умовах невизначеності. В основі моделі покладена різниця апіорної і апостеріорної інформації. Виконана експериментальна перевірка репрезентативності вхідної інформації на підставі аналізу показників економічної динаміки, з використанням теореми Байеса. В результаті виконаної роботи уточнені значення апостеріорної ймовірності, на підставі яких виконано розрахунки потрібної кількості інформації для складання прогнозів.

Перспективи подальших досліджень полягають у побудові трендів фінансово-економічних показників динамічного ряду в різних часових інтервалах для складання прогнозів адекватних змінам зовнішнього середовища в умовах невизначеності.

Ключові слова: інновації, інформація, ентропія, ймовірність, модель, невизначеність, прийняття рішень.

Вступ.

Сучасні умови господарювання характеризуються невизначеністю і неоднозначністю впливу зовнішнього оточення. Проблема економічного розвитку підприємств в умовах невизначеності і ризику вимагає переосмислення сформованих уявлень про природу, джерела і фактори економічного зростання, реалізації сучасної парадигми розвитку, заснованої на інноваціях в умовах динамічних змін зовнішнього середовища і розробки адекватних управлінських рішень. Виникає необхідність розробки інструментарію, який дозволяє забезпечити своєчасну і адекватну реакцію на

зміни ринкового середовища. До невирішених частин загальної проблеми управління економічним розвитком в умовах невизначеності відносять розробку моделей кількісної оцінки вхідної інформації та необхідних даних про усунення невизначеності.

Аналіз останніх досліджень та публікацій показує, що в економічних теоріях багато економічних показників внаслідок складності опису ринкових систем часто розглядаються як випадкові величини. Тому їх тимчасові ряди аналізуються за допомогою статистичних методів і моделей [1-3]. Основна проблема управління інноваційним розвитком підприємств полягає в якості інформації, отримання необхідного обсягу вхідних даних і прогнозування економічних показників виробництва під впливом зовнішнього середовища [4-9]. Прогнозування економічного зростання підприємств в умовах невизначеності вимагає детального вивчення статистичних властивостей дискретних значень економічних показників.

Мета.

Метою роботи є наукове обґрунтування загальної кількості інформації, необхідної для складання прогнозів при непередбачуваних змінах впливу зовнішнього середовища на функціонування підприємств. Завданнями дослідження є складання характеристик невизначеності, визначення інформаційних параметрів системи, побудова моделі кількісної оцінки вхідної інформації та її експериментальна перевірка.

Методологія дослідження.

Невизначеність впливу зовнішнього середовища при реалізації завдань управління інноваційної діяльністю пов'язана з неадекватністю прийняття рішень, що призводить до зниженню результативності заходів щодо економічного розвитку підприємств. Проблема прийняття рішень в умовах невизначеності пов'язана з тим, що неможливо однозначно передбачити їх наслідки.

Характеристиками невизначеності є: відхилення від запланованого результату, не визначення коливань майбутнього прибутку, непередбачуваність поведінки агентів бізнесу, відсутність вихідної інформації, недостатність відомостей про умови, в яких буде протікати економічна діяльність, відсутність достатнього обсягу інформації.

При управлінні інноваційним розвитком промислових підприємств повинні бути вирішені два основних завдання: завдання прогнозу, яке стосується передбачення майбутніх значень економічних показників за даними спостережень і завдання ідентифікації, що полягає в визначенні параметрів системи, які породили даний часовий ряд.

Кожному стану зовнішнього середовища, який впливає на функціонування виробничої системи, можна поставити у відповідність певне число варіантів реалізації управління виробничою діяльністю. Чим більше засобів реалізації, тим більше інформаційна невизначеність.

Мірою невизначеності істинного значення вимірюваної величини являється ентропія. Ентропія представляє собою міру неорганізованості і невизначеності стану регульованого об'єкту. Чим більше ентропія, тим вище економічна невизначеність, чи непередбачуваність поведінки виробничого об'єкту. Сталому стану виробництва відповідає мінімум ентропії. При перешкодах досягнення рівноважного стану виробництва ентропія збільшується, якщо перешкоди відсутні – ентропія досягає мінімуму. В управлінні розвитком економічної системи поняття ентропії відноситься до характеристик збору, передачі і обробки інформації.

В теорії інформації ентропія H використовується як характеристика даного ансамблю повідомлень n , котра є мірою невизначеності і може бути представлена формулою Шеннона:

$$H = \frac{I}{n} = -\sum_{i=1}^m P_i \log_2 P_i, \quad (1)$$

де P_i – ймовірність знаходження системи в даному стані, I – об'єм інформації.

Практичний інтерес представляє не абсолютне значення ентропії, а її зміни.

$$I = \Delta H$$

Зміна ентропії – головний критерій ефективності інноваційної діяльності.

Апріорна та апостеріорна інформація – це зв'язані між собою поняття інформаційного дискурсу, які позначають знання попереднього досвіду і знання, котрі отримала система з досвіду їх використання. Апріорна інформація може бути взята із накопиченого досвіду, літературних джерел та Інтернету.

Інформаційна структура апріорних даних, необхідних для розрахунку апріорної ентропії в умовах невизначеності, повинна містити повідомлення, які укладені в носіях апріорної інформації про умови вибору управляючих альтернатив, структурних альтернативах і альтернативах діагностики.

Розрахунок апріорного розподілу станів зовнішнього бізнес-середовища здійснюється шляхом обробки статистичного матеріалу або аналітичними методами, які основані на ймовірнісних уявленнях.

Для подій x_1, x_2, \dots, x_n , які мають рівний ймовірній стан $1/n$, величина апріорної ентропії дорівнює:

$$H_0 = -n \times \frac{1}{n} \log_2 \frac{1}{n} = -\log_2 1 + \log_2 n \quad (2)$$

З урахуванням того, що:

$$P_1 = \frac{N(x_1)}{N}, \quad P_2 = \frac{N(x_2)}{N}, \quad \dots, \quad P_n = \frac{N(x_n)}{N}. \quad (3)$$

формула апостеріорної ентропії має вигляд:

$$H_1 = - \left[P_1 \left(\log_2 N(x_1) - \log_2 N \right) + P_2 \left(\log_2 N(x_2) - \log_2 N \right) + \dots + P_n \left(\log_2 N(x_n) - \log_2 N \right) \right] \quad (4)$$

Апостеріорна інформація являє собою залишкову невизначеність стану знань після отримання повідомлення.

Всі економічні показники мають різний порядок цифр і різні розмірності. Для приведення їх до безрозмірного вигляду і скорочення числа аналізованих цифр слід або зробити їх нормування, розділивши на деякий загальний показник, або обчислити їх відносні зміни у вигляді індексів.

Ентропія об'єднання статистичних незалежних джерел інформації дорівнює сумі цих ентропій.

$$H = \sum_{i=1}^n H_i \quad (5)$$

Встановлення ймовірностей реалізації появи кількісних значень аналізованих показників являється одним з важливих етапів методології управління інноваційним розвитком підприємств в умовах невизначеності, так як від числа реалізацій залежить кількість переданої інформації.

Виходячи з цього, різницю апріорної і апостеріорної ентропії представляє отримана інформація. Це положення являється основою запропонованої моделі кількісної оцінки вхідної інформації при прийнятті управлінських рішень по інноваційному розвитку підприємств в умовах невизначеності.

Практичне використання запропонованої моделі показано на основі даних Державного підприємства Науково-виробничий комплекс газотурбобудування «Зоря – Машпроект» (табл. 1).

Позначивши ймовірність P_i показників через x_i , отримаємо для апріорної ентропії, при рівних ймовірностях стану показників, наступні значення:

$$H_0 = - \left[\frac{1}{4} \left(\log_2 1 - \log_2 4 \right) + \frac{1}{4} \left(\log_2 1 - \log_2 4 \right) + \frac{1}{4} \left(\log_2 1 - \log_2 4 \right) + \frac{1}{4} \left(\log_2 1 - \log_2 4 \right) \right] = 2 \text{ [біт]}$$

Таблиця 1

Вхідна інформація про виробничу діяльність ДП НВКГ «Зоря – Машпроект»*

Позначення	Найменування показників	2012р.	2013р.	2014р.	2015р.	2016р.	2017р.
x_1	Індекс середньомісячного виробітку, у % до попереднього року	1,008	1,010	1,022	1,085	1,167	1,647
x_2	Індекс середньомісячного виробітку, в постійних цінах у % до попереднього року	1,002	1,031	0,916	0,852	0,814	1,119
x_3	Індекс середньомісячної заробітної плати одного працюючого, у % до попереднього року	1,043	1,051	1,243	1,071	1,340	1,178
x_4	Індекс середньомісячної реальної заробітної плати одного працюючого, у % до попереднього року	1,003	1,005	1,014	1,049	1,066	1,049

*Джерело: складено автором

Апостеріорна ентропія стану виробничої діяльності підприємства для значень $P_1 = 0,4$; $P_2 = 0,3$; $P_3 = 0,2$; $P_4 = 0,1$, що характеризує можливий ступінь впливу зовнішнього середовища, визначену на підставі експертного оцінювання, рівна:

$$H_1 = - \left[\frac{2}{5} \log_2 2 - \log_2 5 \right] - \frac{1}{5} \left[\log_2 1 - \log_2 5 \right] - \frac{3}{10} \left[\log_2 3 - \log_2 10 \right] - \frac{1}{10} \left[\log_2 1 - \log_2 10 \right] =$$

$$= - \left[\frac{2}{5} (-2.322) \right] - \frac{1}{5} (-2.322) - \frac{3}{10} (-1.585) - \frac{1}{10} (-3.322) = 1.9138 \text{ [біт]}$$

Різниця цих значень характеризує зміни ентропії:

$$\Delta H = H_0 - H_1 = 2 - 1.9138 = 0.0862 \text{ [біт]}$$

Величина зміни ентропії дорівнює 0,0862 біт. На таку ж величину збільшилась інформаційна визначеність стану виробничої системи призначеної для складання прогнозів адекватних змінам зовнішнього середовища.

В результаті обробки виробничих даних показано, що кількість інформації, яка визначає стан виробничого об'єкта в момент його розвитку пропорційна числу аналізованих показників і залежить від ймовірностей їх появи в загальному ансамблі реалізації характеристик станів виробництва.

$$I = -n \sum_{i=1}^m P_i \log_2 P_i$$

При розрахунку апостеріорної ймовірності H_1 завдання чисельних значень ймовірностей визначається, виходячи з досвіду експертів. Цей аспект методології оцінки необхідної кількості вхідної інформації несе в собі елементи суб'єктивізму, так як залежить від кваліфікації експертів.

Для випадкових подій при визначенні ймовірностей їх появи використовується формула Байеса. Вона дозволяє уточнити і перерахувати значення цих ймовірностей, використовуючи як відому інформацію, так і дані нових спостережень в наступні роки. Ця формула дозволяє переставити причину та наслідки по відомому факту події в остатні роки динамічного ряду і обчислити ймовірності того, що було визвано даною причиною. Події, відображаючи дію причин, будуть гіпотезами. Аналіз ймовірностей починається з апіорних значень ймовірностей події. Нова інформація, щодо цього є цікавою подією в останньому динамічного ряду, дозволяє уточнити значення апостеріорних ймовірностей і переводить їх в розряд апіорних.

Якщо подія A в останньому 2017 році динамічного ряду може статися тільки при виконанні однієї з подій $B_1, B_2, B_3, \dots, B_n$, котрі в теорії Байеса є гіпотезами і котрі утворюють повну групу несумісних подій, реалізація яких відбувається з деякою умовною ймовірністю $P(B_j)$, то ймовірність довільної події $P(A)$ розраховується по формулі повної ймовірності через множину кожної з подій на відповідну умовну ймовірність події A .

$$P(A) = P(B_1)P(A|B_1) + P(B_2)P(A|B_2) + P(B_3)P(A|B_3) + \dots + P(B_n)P(A|B_n)$$

де A і B – значення відповідних індексів в різні роки динамічного ряду, $A \rightarrow$ в 2017 році, $B_1 \rightarrow$ в 2016 році, $B_2 \rightarrow$ в 2015 році, $B_3 \rightarrow$ в 2014 році, $B_4 \rightarrow$ в 2013 році.

Подія A вже відбулась і це може змінити ймовірності подій B_n . Звідси:

$$P(B_i | A) = \frac{P(B_i) P(A | B_i)}{P(A)} \quad \text{або} \quad P(B_i | A) = \frac{P(B_i) P(A | B_i)}{\sum_{j=1}^n P(B_j) P(A | B_j)}$$

де $P(B)$ – апіорна ймовірність наступу гіпотези B ,

$P(A|B)$ – умовна ймовірність події A при наступу гіпотези B ,

$P(B|A)$ – апостеріорна ймовірність реалізації гіпотези B .

Користуючись формулою Байеса можна знайти ймовірність події A , яка отримана в результаті експерименту і прийняти відповідні управлінські рішення.

Нижче наведено докладний розрахунок апостеріорної ймовірності показників економічного росту ДП НВКГ «Зоря – Машпроєкт» (табл. 2-5).

Величина ймовірності подій $P(B)$ для різних показників економічного росту визначалась шляхом експертного оцінювання. Умовна невизначеності $P(A|B_j)$ події A визначалась діленням значень цього показника 2017 року на суму значень його в попередні роки. Повна ймовірність визначалась як сума мнужень $P(B_j)$ на $P(A|B_j)$. Апостеріорна ймовірність гіпотез $P(B_j)$ визначалась як частка від ділення відповідної складової формули повної ймовірності на загальне значення $P(A)$.

Результати розрахунків умовної ймовірності індексу середньомісячного виробітку в % до попереднього року представлено у таблиці 2.

Таблиця 2

Результати розрахунків умовної ймовірності індексу середньомісячного виробітку, в % до попереднього року*

Подія	Апіорна ймовірність, $P(B_i)$	Умовна ймовірність, $P(A B_i)$	Повна ймовірність подій, $P(A \cap B)$	Апостеріорні ймовірності гіпотез, $P(B_j A)$
B_1	0,4	0,585	0,234	0,513
B_2	0,3	0,422	0,126	0,278
B_3	0,2	0,334	0,066	0,146
B_4	0,1	0,277	0,027	0,060
Всього	1	1,620	0,455	1

*Джерело: складено автором

В результаті розрахунків встановлено, що використання формули Байеса призвело до зміни апостеріорної ймовірності.

Таблиця 3

Результати розрахунків умовної ймовірності індексу середньомісячного виробітку в постійних цінах, у % до попереднього року*

Апіорна ймовірність, $P(B_i)$	Умовна ймовірність, $P(A B_i)$	Повна ймовірність подій, $P(A \cap B)$	Апостеріорні ймовірності гіпотез, $P(B_j A)$
0,4	0,578	0,231	0,530
0,3	0,401	0,120	0,276
0,2	0,302	0,060	0,138
0,1	0,236	0,023	0,054
Всього	1,519	0,436	1

*Джерело: складено автором

Таблиця 4

Результати розрахунків умовної ймовірності індексу середньомісячної заробітної плати одного працюючого, у % до попереднього року*

Априорна ймовірність, $P(B_i)$	Умовна ймовірність, $P(A B_i)$	Повна ймовірність подій, $P(A \cap B)$	Апостеріорні ймовірності гіпотез, $P(B_i A)$
0,4	0,467	0,187	0,527
0,3	0,328	0,098	0,277
0,2	0,243	0,048	0,137
0,1	0,200	0,020	0,056
Всього	1,240	0,354	1

*Джерело: складено автором

Таблиця 5

Результати розрахунків умовної ймовірності індексу середньомісячної реальної заробітної плати одного працюючого, у % до попереднього року*

Априорна ймовірність, $P(B_i)$	Умовна ймовірність, $P(A B_i)$	Повна ймовірність подій, $P(A \cap B)$	Апостеріорні ймовірності гіпотез, $P(B_i A)$
0,4	0,489	0,195	0,532
0,3	0,339	0,101	0,276
0,2	0,249	0,049	0,135
0,1	0,201	0,020	0,054
Всього	1,278	0,367	1

*Джерело: складено автором

По отриманим розрахунковим даним уточнених значень апостеріорної ймовірності $P(B_i|A)$ проводились розрахунки уточненої апостеріорної ентропії H_1 . Наступний перерахунок апостеріорної ентропії, і величина ΔH показав уточнене значення залишкової невизначеності, яке характеризує оцінку загальної кількості інформації для складання прогнозів адекватних змін зовнішнього середовища в умовах невизначеності.

$$H_1 = - [0,513 \log_2 0,513 + 0,278 \log_2 0,278 + 0,146 \log_2 0,146 + 0,060 \log_2 0,060] = 1,655 \text{ [біт]}$$

$$\Delta H = 2 - 1,655 = 0,345 \text{ [біт]}$$

Аналогічні розрахунки кількості відсутньої інформації виконано також для останніх показників виробничої діяльності підприємства (табл. 6).

Таблиця 6

Кількісні оцінки інформаційності показників економічного росту підприємства*

Позначення показників	Найменування показників	Уточнена апостеріорна ймовірність, H_1 [біт]	Залишкова невизначеність ΔH [біт]
x_1	Індекс середньомісячного виробітку, у % до попереднього року	1,655	0,345
x_2	Індекс середньомісячного виробітку, в постійних цінах, в % до попереднього року	1,620	0,380
x_3	Індекс середньомісячної заробітної плати одного працюючого, у % до попереднього року	1,626	0,374
x_4	Індекс середньомісячної реальної заробітної плати одного працюючого, у % до попереднього року	1,619	0,381

*Джерело: складено автором

Як випливає з розгляду табл. 7 найбільш інформативним параметром економічного зростання підприємства є параметр x_1 , у якого ΔH найменше.

Порядок проходження інформативних параметрів за значеннями ентропії є необхідною ланкою визначення якості вхідної інформації, що полягає у виділенні найбільш значущих показників і відкиданні другорядних зі всієї великої кількості економічних показників, що характеризують

економічне зростання виробництва.

Результати.

У роботі визначено, що необхідну кількість інформації для прийняття адекватних управлінських рішень по підвищенню інноваційної активності підприємств можливо визначити як різницю апіорної і апостеріорної ентропії. Мінімальна кількість динамічних змінних, які однозначно описують спостережуваний процес економічного зростання виробництва пропорційна числу аналізованих показників і залежить від ймовірностей їх появи в загальному ансамблі реалізації характеристик станів виробництва.

Використання формули Байеса дозволяє уточнити ймовірності прогнозованих подій і організувати спільну статистику апіорної і апостеріорної інформації. Другорядні значення параметрів, які аналізують економічний зріст підприємств, слід врахувати менш значущими. Має сенс їх змінити на інші параметри стану виробничого об'єкту провести аналогічні розрахунки і знову виділити серед них найбільш інформативні.

Висновки і перспективи.

Запропонована модель кількісної оцінки необхідної вхідної інформації і послідовність дій для усунення невизначеності в прийнятті управлінських рішень по інноваційному розвитку підприємств, викликаній коливаннями зовнішнього середовища, як різниці апіорної та апостеріорної інформації факторів, що характеризують виробничу діяльність, дозволяє уточнити основні принципи і правила формування інформаційного забезпечення процесу управління економічним розвитком підприємств. Перспективи подальших досліджень полягають в науково-обґрунтованій побудові трендів і визначенні прогнозних значень фінансово-економічних показників в умовах дії змін зовнішнього середовища.

Список використаних джерел

1. Макогон Ю.В., Иванова Д.Р. Феномен "неопределённости" экономического развития как объективного условия международного взаимодействия. *Вісник ОНУ ім. І.І.Мечнікова*. 2013. Т.18. Вип.4/2. С. 15-18.
2. Шарко М.В., Гусарина Н.В. Использование многокритериальной логики в стратегическом управлении инновационной активностью предприятия. *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. 2016. Том 2. № 3. С. 175-179.
3. Найт Ф.Х. Риск, неопределенность и прибыль; пер. с англ. М.Я. Каждана. Москва: Дело, 2003. 360 с.
4. Ларичев О.И. Вербальный анализ решений. Москва: Наука, 2006. 392 с.
5. Трухаев Р.И. Модели принятия решений в условиях неопределённости. Москва: Наука, 1981. 258 с.
6. Sharko M., Gusarina N. Influence of information and communitative technologies on the economic growth of industrial enterprises. *Thai Science Review*. Summer, 2017. P.112-116.
7. Шарко М.В. Державне регулювання інноваційних процесів. *Актуальні проблеми економіки*. 2003. №12(30). С. 168-178.
8. Функціональні стратегії інноваційного розвідку промислових підприємств: монографія; за наук. ред. д.е.н. проф. Стадник В.В. Хмельницький: ХНУ, 2016. 446 с.
9. Gusarina N., Sharko M., Burenko J. Modeling of management of the information potential of complex economic systems under conditions of risk. *Technology audit and production reserves*. 2017. 34 (2/4). P.14-19.

Статтю отримано: 02.01.2018 / Рецензування 09.02.2018 / Прийнято до друку: 14.03.2018

Nataliya Gusarina

PhD.(in Economics), Associate Professor, Associate Professor
Department of Economics and Entrepreneurship

Kherson National Technical University
Kherson, Ukraine
E-mail: gusarina@ukr.net

AN ESTIMATE OF THE AMOUNT OF INFORMATION FOR ADEQUATE FORECASTING CHANGES IN THE EXTERNAL ENVIRONMENT UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY

Abstract

Introduction. The relevance of the study is due to the fact that the main problem for forecasting the innovative development of enterprises under the influence of the environment is to obtain the required volume of quality information, since its small number reduces the accuracy of forecasts, and the greater number is associated with the difficulties of processing the production data.

Methods. The methods of forecasting and identification are used in the management of the innovative development of industrial enterprises, where the task of the forecast according to the data of observations is to predict future values of economic indicators, the task of identification is to determine the parameters of the system that created to this time range; as for building a model for estimation of the information total amount, the financial and economic indicators of the enterprise are used.

Results. The model of the required amount of input information is suggested at making managerial decisions on innovative development of enterprises in conditions of uncertainty. The model is based on the difference between a priori and a posteriori information. The experimental verification of the representativeness of the input information is carried out on the basis of the analysis of economic dynamics indicators, using the Bayesian theorem. As a result of the work, the values of a posteriori probability have been clarified, on the basis of which the calculations of the required amount of information for making forecasts are made.

Discussion. Prospects for further research are to construct the trends of financial and economic indicators of the dynamic range in different time intervals to make forecasts of adequate changes in the external environment in conditions of uncertainty. The refined values of the a posteriori probability on the basis of which the calculations of the right amount of information to make predictions in this work.

Keywords: innovation, information, entropy, likelihood, model uncertainty, decision-making

References

1. Makogon, Y.V., & Ivanova, D.R. (2013). Fenomen "neopredelyonosti" ekonomicheskogo razvitiya kak obektivnogo usloviya mezhdunarodnogo vzaimodeystviya [The Phenomenon of "uncertainty" of economic development as an objective condition of international interaction]. *Visnik ONU im. I.I.Mechnikova* [Visnyk ONU them. I.I.Mechnikova], 18, 4/2, 15-18.
2. Sharko, M.V., & Gusarina, N.V. (2016). Ispolzovanie mnogokriterialnoy logiki v strategicheskom upravlenii innovatsionnoy aktivnostyu predpriyatiya [The use of multi-criteria logic in the strategic management of innovative activity of the enterprises]. *Visnik Hmel'nic'kogo nacionalnogo universitetu. Ekonomichni nauki* [Visnyk of Khmelnytsky national University. Economic science], 2, 3, 175-179
3. Knight, F.X. (2003). *Risk, neopredelennost i pribyl* [Risk, uncertainty and profit]. (M. Kazhdan, Trans). Moscow: Delo.
4. Larichev, O.I. (2006). *Verbalnyy analiz resheniy* [Verbal decision analysis]. Moscow: Nauka.
5. Trochev, R.I. (1981). *Modeli prinyatiya resheniy v usloviyah neopredelyonosti* [Models of decision making under uncertainty]. Moscow: Nauka
6. Sharko, M.V., & Gusarina, N.V. (2017) Influence of information and communitative technologies on the economic growth of industrial enterprises. *Thai Science Review*, Summer, 112-116.
7. Sharko, M.V. (2003). Derzhavne rehuliuвання innovatsiynykh protsesiv [State regulation of innovation processes]. *Aktual'ni problemi ekonomiki* [Actual problems of Economics], 12(30),168-178.
8. Stadnik, V.V. (2016). *Funktsionalni strategiyi innovatsynogo rozvidku promislovih pidpriemstv* [Functional strategy innovative exploration of industrial enterprises]. Khmelnytsky: KhNU.
9. Sharko, M.V., Gusarina, N.V., & Burenko, J. (2017). Modeling of management of the information potential of complex economic systems under conditions of risk. *Technology audit and production reserves*, 34 (2/4),14-19.

Received: 01.02.2018 / Review 02.09.2018 / Accepted 03.14.2018