

---

**МЕНЕДЖМЕНТ**

---

УДК 330.322:658.5

**Є. Ю. Сахно**, д.т.н., професор,  
**Е. П. Сідін**, к.т.н., доцент,  
**К. Є. Сахно**, студентка

**ВИЗНАЧЕННЯ ВІРОГІДНОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ДОВГОСТРОКОВИХ ПРОЕКТІВ**

**Анотація.** У статті розглянуто питання прогнозування параметрів при управлінні інвестиційними проектами на виробництві. Наведено взаємозв'язок процесів управління проектами та визначено межі проекту. На основі графу виконання робіт визначено порядок появи подій його реалізації із заданою вірогідністю. Запропоновано два шляхи визначення вірогідності: в першому для визначення вірогідності використовується узагальнений показник математичного очікування, а в другому при розрахунку використовується окремий параметр проекту. Сформовані підходи до визначення вірогідності ефективної реалізації довгострокових проектів і програм.

**Ключові слова:** управління проектом, вірогідність, прогнозування.

**Е. Ю. Сахно**, д.т.н., професор,  
**Э. Ф. Сидин**, к.т.н., доцент,  
**Е. Е. Сахно**, студентка

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДОЛГОСРОЧНЫХ ПРОЕКТОВ**

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы прогнозирования параметров при управлении инвестиционными проектами на производстве. Приведена взаимосвязь процессов управления проектами и определены границы проекта. На основе графа выполнения работ определен порядок появления событий его реализации с заданной вероятностью. Предложено два пути определения вероятности: в первом для определения вероятности используется обобщенный показатель математического ожидания, а во втором при расчете используется отдельный параметр проекта. Сформированы подходы к определению вероятности эффективной реализации долгосрочных проектов и программ.

**Ключевые слова:** управление проектом, вероятность, прогнозирование.

**Ye.Yu. Sakhno**, doctor of technical sciences, professor,  
**Ye. P. Sidin**, candidate of technical sciences, associate professor,  
**K. Ye. Sakhno**, student

**THE DETERMINATION OF PROBABILITY REALIZATION OF THE LONG-TERM PROJECTS**

**Abstract.** The article considers the issues of forecasting the parameters in the management of investment projects on the production. The article is about interconnection of processes of project management and the boundaries of the project are in article. The order of occurrence of each event with a given probability is defined on the basis of the graph's execution of work. Two ways of determining the probability are proposed: in the first case the general index of the mathematical expectation is used to determine the probability; and in the second case the parameters of the project are used to determine the probability in the calculation. The approaches are formed for determining the likelihood of effective implementation of long-term projects and programs.

**Keywords:** the management project, the probability, the prediction.

---

**МЕНЕДЖМЕНТ**


---

**Актуальність теми дослідження.** На сьогодні у науковому передбаченні виділяють дві основні форми:

- прогноз, де основоположну роль грає описовий момент;
- передвказання, де вказуються необхідні дії для досягнення мети.

На відміну від прогнозу передвказання припускає наявність вольового рішення по досягненню певної мети, тому передвказання, як правило, матеріалізується в плані, програмі, проекті [1]. Таким чином, розглядаючи будь-яке явище або сферу людської діяльності, можна, користуючись певними пріоритетами, прогнозувати майбутнє з різною часткою вірогідності.

Відомі наступні способи прогнозування майбутнього в економічній системі (рис. 1).

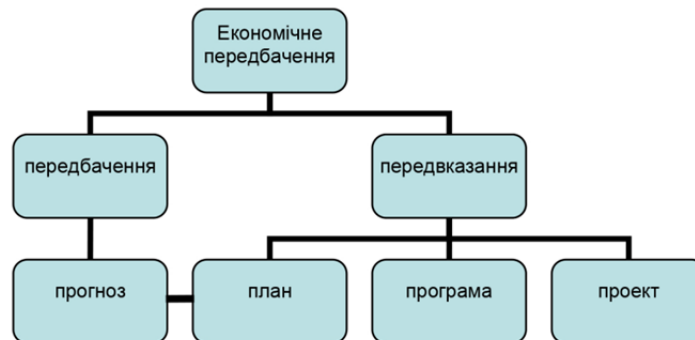


Рис. 1. Схема економічного передбачення

У цій схемі під планом розуміється детермінована схема дій, складена з урахуванням наявних можливостей і за певних умов. Програмою є установка на певні положення, які в майбутньому можуть бути уточнені й деталізовані. По суті, план і прогноз є схожими елементами, хоча план розглядається як складніша категорія, в тому значенні, що планом є директивний напрямок розвитку, тоді як результати прогнозу залежать від безлічі випадкових чинників. Крім того, складанню плану передують аналіз ситуації, діагноз і, нарешті, прогноз результату. В цьому значенні прогноз є становлячою частиною плану, і можна прослідкувати взаємозв'язок між ступенем точності прогнозування і часом.

Раніше прогнози ґрунтувалися на певних суб'єктивних причинах і вірогідність їх виконання була дуже висока. По мірі становлення методології обґрунтування явищ, в результаті накопичення і використання людського досвіду і наукових знань прогнози ускладнювалися і ставали більш правдоподібними.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У роботі [2] представлено методи розрахунку ефективності довгострокових інвестицій, засновані на обліковій і дисконтованій величині грошових потоків. Методи можуть базуватися як на обліковій величині грошових надходжень, так і на дисконтованих доходах з урахуванням часової компоненти грошових потоків. У роботі [3] розглянуто принципи прогнозування інвестиційних проектів з урахуванням мінливих чинників на промисловому підприємстві. Визначено вхідні параметри для прогнозування економічних систем з урахуванням існуючих відхилень. Також у роботі [4] наведено прогнозування ефективності інвестиційного проекту з урахуванням факторів, що послаблюють зовнішній негативний вплив. У статті [5] оцінка ефективності інвестиційного проекту ґрунтується на майбутніх грошових потоках. Тому важливим завданням є вироблення прогнозу грошового потоку на якийсь майбутній часовий період, починаючи з поточного року. За сформованою в країнах з розвинутою ринковою економікою прогнозний період для оцінки може становити залежно від цілей оцінки і конкретної ситуації від 5 і більше років. В умовах, коли довгострокові прогнози скрутні, допустимо скорочення прогнозного періоду до 3-5 років.

**Постановка проблеми.** При управлінні інноваційно-інвестиційними проектами постає завдання визначення ефективності управління при реалізації довгострокових проектів у період до 10 років і більше, а також визначення ефективності на початку реалізації проекту через певний

---

**МЕНЕДЖМЕНТ**


---

достатньо значний проміжок часу, коли змінюються зовнішні та внутрішні чинники навколишнього середовища.

При цьому виникає питання адекватності початкових параметрів для розрахунку і кінцевого результату. Тут досить важливо визначити сценарії реалізації проекту й вірогідність його виконання в задані терміни з планованим рівнем витрат і прибутком.

**Виклад основного матеріалу.** При вирішенні завдання управління проектами майбутнього використовують два види пошукового прогнозування: екстраполятивне (традиційне) і альтернативне (новаторське). У першому випадку прогноз припускає, що розвиток компанії, яка реалізує інвестиційний проект, відбувається гладко, безперервно, і прогнозування зводиться до проекції минулого в майбутнє, при цьому проектні показники діяльності підприємства і тенденції (тренд) переносяться в майбутнє. При сучасних принципах розвитку бізнесу зовнішнє і внутрішнє середовище компанії схильне до постійних змін і діяльність компанії відбувається переривчасто, стрибкоподібно, і існує декілька варіантів майбутнього розвитку підприємства, що, у свою чергу, визначає принципи, розробки і реалізації інвестиційного проекту.

Нині досить часто перспективні інноваційно-інвестиційні проекти не доходять до свого фінішу у зв'язку із зміною початкових і проміжних параметрів розрахунку. Тому в цій роботі поставлено завдання вибору підходу до визначення вірогідності реалізації проекту з урахуванням відомої конфігурації його параметрів.

У загальному вигляді завдання ставиться таким чином. Визначити, як змінюються вхідні параметри інвестиційного проекту, якщо відома вірогідність зміни початкових даних для розрахунку. На рис. 2а представлена схема взаємозв'язку основних параметрів процесів управління проектами. Так, на рисунку показані входи і виходи інвестиційного проекту, які визначають межі і можливість його реалізації. В документацію по даному рішенню входить базовий опис змісту проекту, результатів поставки, тривалості проекту, а також прогноз необхідних ресурсів для аналізу інвестицій організації. Рамки проекту можуть бути уточнені шляхом документування процесів вибору проекту. Відповідальність керівництва в рамках організації визначається місцем проекту в стратегічному плані організації [6].

З урахуванням меж реалізації проекту на рис. 2б представлено взаємозв'язок процесів управління інвестиційним проектом [7]. З графу видно, що вказані взаємозв'язки можливо умовно поділити на три групи розрахунку: (вхідні параметри) з вірогідністю  $P(A)$ , процес реалізації етапів проекту з вірогідністю  $P(B)$  і результати реалізації проекту з вірогідністю  $P(C)$ . На основі рис. 2б визначено порядок появи подій при реалізації інвестиційного проекту (рис. 2в). Тут подія  $C$  (реалізація проекту) відбувається в тому випадку, коли відбуваються події  $A$  та  $B$ .

На основі вищезазначеного можна записати:

$$P(X) = P(A) \times P(B) \times P(C) \quad (1)$$

З рисунка 1б видно, що події  $B_i$  на стадіях реалізації інвестиційного проекту попарно несумісні, тому на основі теореми складання вірогідності можна записати:

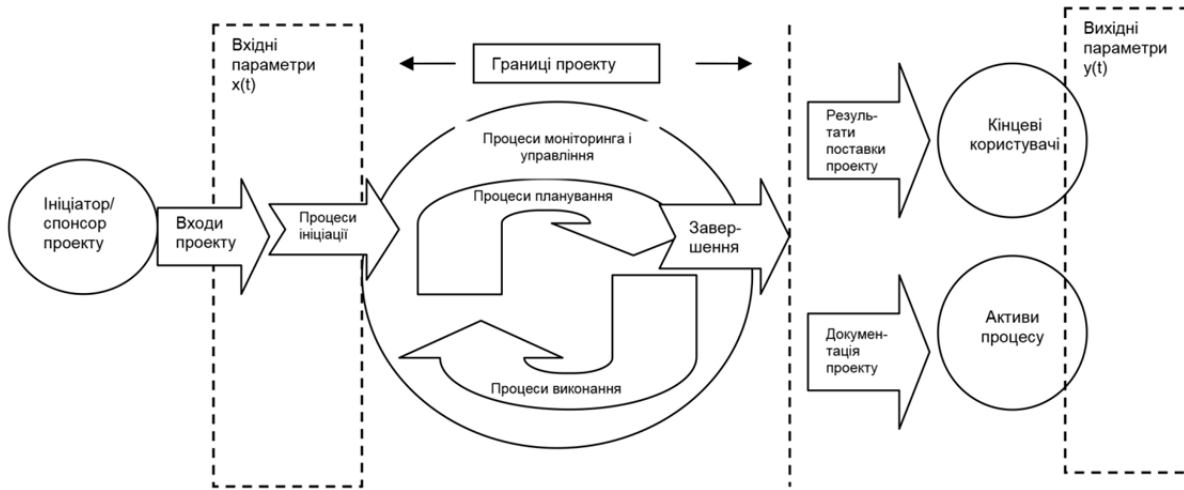
$$P(\bigcup_{i=1}^n B_i) = \sum_{i=1}^n P(B_i), \quad (2)$$

де  $n = 5$  – кількість фаз реалізації проекту.

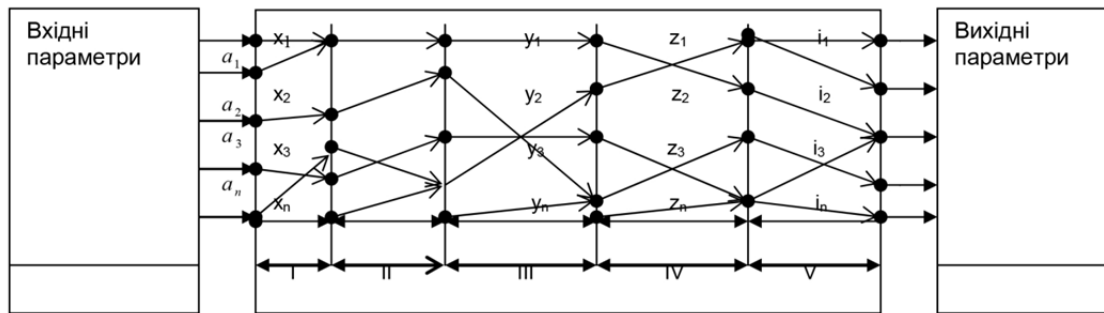
При цьому розв'язання поставленого завдання можна представити у вигляді таблиці, де вхідні параметри інвестиційного проекту визначаються як подія з відомою часткою вірогідності. Тут дуже важливо знати характер зміни початкових параметрів для розрахунку проекту з часом. Для цього використовують відомі методи визначення вірогідності появи значень тих або інших чинників, що зрештою і визначає вирішення завдання.

Виходячи з вищесказаного і припускаючи, що вхідні параметри досліджуваного проекту є випадковими величинами або, в більш широкому значенні, випадковими функціями, пошук шляхів оптимізації може вестися із застосуванням математичного апарату вірогідності та імітаційного моделювання [8,9].

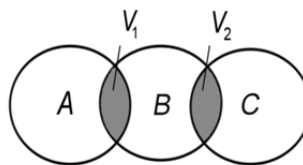
**МЕНЕДЖМЕНТ**



а)



б)



в)

**Рис. 2.** Взаємозв'язок основних параметрів процесів управління проектами: а) схема визначення границь інвестиційного проекту; б) взаємозв'язок між стадіями реалізації проекту ; в) представлення процесів управління проектами у вигляді подій: I – ініціалізація; II – планування; III – виконання; IV – контроль; V – завершення

Тут можливі два шляхи визначення вірогідності показників досліджуваного проекту. Перший - це використання як узагальнений показник проекту математичного очікування, рівного сумі математичних очікувань усіх показників (параметрів) проекту:  $M(x_i) = M(x_{i1}) + M(x_{i2}) + M(x_{i3}) + \dots + M(x_{in})$ .

Треба зазначити, що такий підхід нівелюватиме окремі «вузькі місця» і похибки проекту. При цьому необхідно буде всі вхідні параметри привести до єдиного реєстру «вартісного або «речовинного» характеру» (гривни, долари, кг, тонни й т.д.). Це дозволить проводити аналіз і прогноз у перспективі параметрів проекту.

Другий підхід за оцінкою ефективності реалізації довгострокового проекту і оптимізації його показників полягає в розрахунку математичного очікування кожного параметра як складових проекту. Початкові дані для визначення математичного очікування приведені в таблиці 1.

**МЕНЕДЖМЕНТ**

Таблиця 1

**Розрахунок математичного очікування**

Вхідні параметри $x_i$	Чисельне значення $A_i$	Вірогідність зміни параметра		Межі зміни параметрів
		Ступінь змін	$p(x_i)$	
$x_{i1}$	$A_{i1}$	Висока Середня Низька	$p(x_{i1})$	$A_{i1} \pm \Delta_{i1}$
$x_{i2}$	$A_{i2}$		$p(x_{i2})$	$A_{i2} \pm \Delta_{i2}$
$x_{i3}$	$A_{i3}$		$p(x_{i3})$	$A_{i3} \pm \Delta_{i3}$
$x_{i4}$	$A_{i4}$		$p(x_{i4})$	$A_{i4} \pm \Delta_{i4}$
$x_{in}$	$A_{in}$		$p(x_{in})$	$A_{in} \pm \Delta_{in}$

При цьому математичне очікування кожного з параметрів визначиться таким чином:

$$\left\{ \begin{array}{l} M(x_{i1}) = \sum_{i=1}^n (A_{i1} \pm \Delta_{i1}) \cdot p(x_{i1}); \\ M(x_{i2}) = \sum_{i=1}^m (A_{i2} \pm \Delta_{i2}) \cdot p(x_{i2}); \\ M(x_{i3}) = \sum_{i=1}^k (A_{i3} \pm \Delta_{i3}) \cdot p(x_{i3}); \\ M(x_{i4}) = \sum_{i=1}^l (A_{i4} \pm \Delta_{i4}) \cdot p(x_{i4}); \\ M(x_{in}) = \sum_{i=1}^s (A_{in} \pm \Delta_{in}) \cdot p(x_{in}). \end{array} \right. \quad (3)$$

Проведені вище дослідження дозволяють оцінити ефективність проекту з характеристиками вірогідності за узагальненими або окремими параметрами за допомогою математичного очікування в певний момент часу  $t$ . Але, як правило, завдання управління стоїть ширше: спрогнозувати поведінку проекту й оцінити кількісно основні параметри (характеристики), щоб попереджувати (знижити) ризики в процесі його реалізації. Для вирішення такого завдання необхідно мати модель вірогідності, яка якомога адекватніше відображала б (згладжувала) параметри проекту. Модель такої вірогідності можна записати у вигляді:

$$\bar{P}(y) = \bar{P}, \quad (4)$$

де  $\bar{P}$  -  $n$  – мірний вектор, складові якого  $P_k$  характеризує вірогідність того, що значення прогнозованого параметра проекту буде менше або рівно  $y_k$ , тобто  $P_k = P(y \leq y_k)$ .

Якщо ситуація складатиметься так, що вид параметра розподілу вірогідності параметрів проекту не змінюється в часі й обсяг вибірки спостережень за параметрами буде достатнім (вибірка повинна бути репрезентативною), то це дозволить побудувати емпіричний розподіл вірогідності параметрів проекту і з необхідною точністю прогнозувати його ефективність. Проте на практиці у розпорядженні розробників і дослідників проекту недостатньо інформації про параметри, вірогідності розподілу або незмінності, тому можна лише з певними допусками визначити характеристики вірогідності параметрів проекту і практично користуватися їх оцінками, тобто:  $\hat{P}(y) = \hat{P}$ , де  $\hat{P}$  є  $n$ -мірний вектор сумарної частоти (статистичної вірогідності) даних параметрів. У міру розширення обсягу інформації про параметри проекту необхідно уточнювати оцінки  $\hat{P}$ .

Припустимо, що при розрахунку є  $n$  – інтервалів, в які може потрапити параметр ( $y_k$ ). При цьому  $k$ -й інтервал з вірогідністю  $\hat{p}_k$  характеризує ситуацію у вигляді:  $y_{k-1} < y(t) \leq y_k$ . Вірогі-

---

**МЕНЕДЖМЕНТ**


---

дність  $p_k(t)$ , характеризуюча вірогідність того, що дані значення параметра належатимуть к-тому інтервалу, оцінюється виразом:

$$p_k(t) = P_k(t) - P_{k-1}(t). \quad (6)$$

Прийmemo декілька допущень (початкових умов), щоб перейти до математичної моделі прогнозування:

- вважатимемо, що випадкова величина  $y(t)$  (параметри проекту) завжди більше  $y_0$ , але не перевищить  $y_n$ ;

- вважатимемо, що проект представляє складну систему, яка характеризується  $n$  взаємовиключними один від одного параметрами і представляє певну групу подій.

В результаті оцінки значень параметра його величина належатиме одному з вибраних  $n$  інтервалів. Тоді, за аналогією з експоненціальним згладжуванням першого порядку, представимо векторне експоненціальне згладжування у вигляді:

$$\hat{p}(t) = \alpha u_k + \beta \hat{p}(t-1), \quad (7)$$

де  $\hat{p}(t-1)$  - попередня оцінка  $n$  - мірного вектора вірогідності;  $\alpha = 1 - \beta$  - постійна згладжування вибирається з тих умов, що і при експоненціальному згладжуванні першого порядку.

Введений вектор  $\hat{p}(t)$  є вектором вірогідності, сума ненегативних складових якого дорівнює одиниці. Якщо прийmemo, що  $\hat{p}(t-1)$  є вектор вірогідності, для якого виконуються умови:

$\hat{p}_k(t-1) > 0$  і  $\sum_{k=1}^n \hat{p}_k(t-1) = 1$ , де  $(n-1)$  складових вектора  $\hat{p}(t)$  буде представлений у вигляді:

$\hat{p}_i(t) = \beta \hat{p}_i(t-1) > 0$ ,  $i \neq k$ , де  $k$  - складова, яка дорівнює  $\hat{p}_k(t) = \alpha + \beta \hat{p}_k(t-1) > 0$ .

Сума  $n$  - складових вектора  $\hat{p}(t)$  визначається як:

$$\sum_{i=1}^n \hat{p}_i(t) = \sum_{i=1}^n \beta \hat{p}_i(t-1) + \alpha = \beta \sum_{i=1}^n \hat{p}_i(t-1) + \alpha = \beta + \alpha = 1. \quad (8)$$

Як показано у [8], застосування експоненціального згладжування першого порядку при прогнозуванні параметрів вірогідності дає оцінку  $M[\hat{p}_k(t)] = p_k$ .

Дисперсія  $p_k$  - вірогідності матиме вигляд:

$$D(p_k) = \frac{\alpha}{2 - \alpha} p_k (1 - p_k). \quad (9)$$

Дисперсія  $D(p_k)$  буде тим меншою, чим меншим є параметр згладжування  $\alpha$ , а вірогідність  $p_k$  ближчою до нуля або одиниці.

**Висновки.** На основі проведених досліджень визначено підходи до формування вхідних і вихідних параметрів при реалізації довгострокових проектів. При визначенні показників вірогідності інвестиційного проекту можливо використання узагальненого показника – математичного очікування.

#### Література

1. Савицкая Г. В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия / Г. В. Савицкая. – [7-е изд., испр.]. - Мн. : Новое знание, 2002. - 704 с.
2. Козловский В. А. Производственный и операционный менеджмент: учебник / Козловский В. А., Маркина Т. В., Макаров В. М. – СПб. : Специальная литература, 1998. – 336 с.
3. Тарасенко С. С. Прогнозирование эффективности инвестиционного проекта с учетом факторов, ослабляющих внешнее негативное воздействие / С. С. Тарасенко // Экономический портал. Финансы и инвестиции. – Режим доступа: <http://www.masters.donntu.edu.ua/2012/etf/asamoah/library/article4.htm>.
4. Касаткина Е. В. Проблемы прогнозирования денежных потоков для оценки эффективности инвестиционных проектов [Электронный ресурс] / Е. В. Касаткина. - Режим доступа: <http://www.beintrend.ru/2011-10-13-18-49-35>.
5. Гневашева В. А. Прогнозирование экономики: понятия и история / Гневашева В. А. // Знание. Понимание. Уме-

---

---

**МЕНЕДЖМЕНТ**

---

---

ние. – 2005. - №2. - С.141-144.

6. Руководство к Своду знаний по управлению проектами. Третье издание. (Руководство PMBOK). Project Management Institute, Four Campus Boulevard, Newtown Square, PA 19073-3299 USA, 2004. – 388 с.

7. Управління інтеграцією інформаційних процесів та зв'язків систем підприємства та проектів : монографія / Є. Ю. Сахно, І. В. Калінько, І. С. Скітер, М. В. Двоєглазова. – К. : Кондор, 2013. - 214 с.

8. Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике / В. Е. Гмурман. - М. : Высшая школа, 1979. – 400 с.

9. Жевержеев В. Ф. Специальный курс высшей математики для вузов / Жевержеев В. Ф., Кальницкий Л. А., Сапогов Н. А. – М. : Высшая школа, 1970. – 416 с.

**References**

1. Savitskaya G. V. *Analiz khozyaystvennoy deyatel'nosti predpriyatiya* [The analysis of economic activity of an enterprise]. 7<sup>th</sup> ed. Minsk, Novoye znaniye Publ., 2002. 704 p.

2. Kozlovskiy V. A., Markina T. V., Makarov V. M. *Proizvodstvennyy i operatsionnyy menedzhment* [The industrial and operational management]. St.Petersburg, Spetsialnaya literatura Publ., 1998. 336 p.

3. Tarasenko S. S. *Prognozirovaniye effektivnosti investitsionnogo proekta s uchetom faktorov, oslablyayushchikh vneshneye negativnoye vozdeystviye* [The prediction of the effectiveness of the investment project, taking into consideration the factors that weaken the negative impact of the external effect]. Available at: <http://www.masters.donntu.edu.ua/2012/etf/asamoah/library/article4.htm>. (accessed 30 August 2013).

4. Kasatkina Ye. V. *Problemy prognozirovaniya denezhnykh potokov dlya otsenki effektivnosti investitsionnykh proektov* [The problems of forecasting the cash flows for the evaluation of investment projects]. Available at: <http://www.beintrend.ru/2011-10-13-18-49-35>. (accessed 30 August 2013).

5. Gnevasheva V. A. *Prognozirovaniye ekonomiki: ponyatiya i istoriya* [The prediction of the economy: the concept and the history]. *Znaniye. Ponimaniye. Umeniye – Knowledge. Comprehension. Ability*, 2005, no.2, pp.141-144.

6. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge. Third edition (PMBOK Guide)*. Project Management Institute, Four Campus Boulevard, Newtown Square, PA 19073-3299 USA, 2004. 388 p.

7. Sakhno Ye. Yu., Kalinko I. V., Skiter I. S., Dvoieglazova M. V. *Upravlinnia intehratsiieiu informatsiinykh protsesiv ta zviyazkiv system pidpriemstva ta proektiv* [Managing the integration of the information processes and connections of enterprise's systems and the projects: the monograph]. Kyiv, Kondor Publ., 2013. 214 p.

8. Gmurman V. Ye. *Rukovodstvo k resheniyu zadach po teorii veroyatnostey i matematicheskoy statistike* [The Guide for solving the problems in the theory of probability and mathematical statistics]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1979. 400 p.

9. Zheverzhayev V. F., Kalnitskiy L. A., Sapogov N. A. *Spetsialnyy kurs vysshey matematiki dlya vuzov* [The special course of higher mathematics for institutes of higher education]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1970. 416 p.

Надійшла 30.08.2013