

УДК 338.49

**В.П. Мартиненко**, д.е.н., професор, професор кафедри економіки і підприємництва, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

**В.В. Усатюк**, магістр кафедри економіки і підприємництва, факультет менеджменту та маркетингу, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

### **ОЦІНКА ВИРОБНИЧОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПІДПРИЄМСТВА**

**В.П. Мартыненко**, д.э.н., профессор, профессор кафедры экономики и предпринимательства, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

**В.В. Усатюк**, магистр кафедры экономики и предпринимательства, факультет менеджмента и маркетинга, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

### **ОЦЕНКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ**

**V. Martynenko**, Doctor of Economics, Professor, Professor Department of Economics and Business, National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

**V. Usatyuk**, Master of Economics and Entrepreneurship, Faculty of Management and Marketing, National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

### **EVALUATION OF PRODUCTIVE CAPACITY OF ENTERPRISE**

У статті досліджується поняття «виробничий потенціал», методика його обчислення та за допомогою математичної моделі оцінюється ступінь впливу кожної складової на виробничий потенціал. Об'єктом дослідження в статті є оцінка виробничого потенціалу підприємства. Предметом дослідження є теоретичні та методичні аспекти оцінки виробничого потенціалу суб'єкта господарювання. Мета роботи – оцінка величини виробничого потенціалу, аналіз та узагальнення впливу факторних величин на виробничий потенціал як один із ключових показників діяльності підприємства. Окрім цього, для повноти розкриття основної мети дослідження зосереджена увага також на впливі обраних факторів один на одного з метою уникнення в розрахунках явища мультиколінеарності. Для оцінки виробничого потенціалу підприємства використано лінійну множинну регресійну модель та сучасний пакет статистичного аналізу STATISTICA. У результаті досліджено ступінь залежності між змінними у функції виробничого потенціалу, виявлено явище мультиколінеарності між змінними, яка виникла в процесі оцінки та запропоновано шляхи звільнення від неї, графічно зображено модель.

В статье исследуется понятие «производственный потенциал», методика его исчисления и с помощью математической модели оценивается степень влияния каждой составляющей на производственный потенциал. Объектом исследования в статье является оценка производственного потенциала предприятия. Предметом исследования являются теоретические и методические аспекты оценки производственного потенциала субъекта хозяйствования. Цель работы – оценка величины производственного потенциала, анализ и обобщение влияния факторных величин на производственный потенциал как один из ключевых показателей деятельности предприятия. Кроме этого, для полноты раскрытия основной цели исследования сосредоточено внимание также на воздействии избранных факторов друг на друга с целью избежания в расчетах явления мультиколлинеарности. Для оценки производственного потенциала предприятия использовано линейную множественную регрессионную модель и современный пакет статистического анализа STATISTICA. В результате исследована степень зависимости между переменными в функции производственного потенциала, обнаружено явление мультиколлинеарности между переменными, которая возникла в процессе оценки и предложены пути освобождения от нее, графически изображена модель.

*The article examines the concept of "production capacity", and its calculation method by using mathematical models assessing the impact of each component on the production potential. The object of the research paper is to evaluate the productive capacity of the enterprise. The subject of the study is theoretical, practical and methodical aspects of the evaluation of the production potential of a business entity. The aim is: to consider, analyze and summarize the impact factor variables on production potential as one of the key indicators of the company. In addition, it is advisable to complete the disclosure of the main objectives of the study to focus also on the impact of selected factors on each other to avoid the phenomenon of multicollinearity in the calculations. To assess the production potential of the company used multiple linear regression model and modern statistical analysis package STATISTICA. The studies degree of dependence between variables in the function of production potential, discovered the phenomenon of multicollinearity between variables, which originated in the evaluation process and the ways waived graphics model.*

**Ключові слова:** виробничий потенціал, лінійна множинна регресійна модель, оцінка, мультиколінеарність

**Ключевые слова:** производственный потенциал, линейная множественная регрессионная модель, оценка, мультиколлинеарность

**Keywords:** production capacity, multiple linear regression model, estimation, multicollinearity

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** На даному етапі розвитку економіки країни, коли значна частина суб'єктів господарювання працюють збитково, прийняття обґрунтованих управлінських рішень потребує належної оцінки, що дозволяє визначити, на якому рівні знаходиться підприємство та які його перспективи при оптимальному формуванні та ефективному розвитку виробничого потенціалу.

Варто зазначити, що головна складність оцінки виробничого потенціалу підприємства полягає у потребі дослідження всіх його компонентів у взаємозв'язку та динаміці. Адже основними засадами процесу формування й управління потенціалом сучасного підприємства є оптимальність та збалансованість складових потенціалу суб'єкта господарювання. Відповідно тема дослідження є актуальною і має важливе науково – практичне значення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор, виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття.** Вивченню питання дослідження виробничого потенціалу підприємства приділяли свою увагу такі вчені як Л.А.Квятковська, О.О.Піддубна, Н.І. Черняк, Н. І. Татарнікова, В.М. Михайленко та інші. Проте науковий інтерес українських вчених був направлений на дослідження управління виробничим

потенціалом підприємства, оцінку його ефективності використання.

Для успішного управління виробничим потенціалом суб'єкта господарювання потрібна зручна у користуванні методика його оцінки. У роботах вчених-економістів на сьогоднішній день недостатньо вивчене це питання. Також недостатньо дослідженим залишається вплив на виробничий потенціал кожної зі складових, що його формують.

**Постановка завдання.** У даному дослідженні поставлено за мету оцінити величину виробничого потенціалу, проаналізувати та узагальнити вплив факторних величин на виробничий потенціал як один із ключових показників діяльності підприємства. Окрім цього, доцільно для повноти розкриття основної мети дослідження зосередити увагу також на впливі обраних факторів один на одного з метою уникнення в розрахунках явища мультиколінеарності.

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням одержаних наукових результатів.** В сучасних умовах розвитку економіки важливе значення в діяльності кожного промислового підприємства має виробничий потенціал, тобто наявні та приховані можливості суб'єкта господарювання щодо залучення та використання факторів виробництва для випуску максимально можливого обсягу продукції (послуг)[1, с. 56].

Виробничий потенціал підприємства відображає спроможність наявних виробничих ресурсів до перетворення в умовах раціонального взаємозв'язку виробничих

процесів з урахуванням специфіки технології, ресурсозабезпечення, комунікацій та завантаження потужностей.[2, с. 36].

Остаточного і єдиного підходу щодо визначення величини виробничого потенціалу на сьогодні не існує, однак більшість вчених схиляються до думки, що виробничий потенціал обраховується за допомогою мультиплікативної моделі, яку можна представити у вигляді наступної формули [3, с.74]:

$$ВП=ОФ+ФОП+НА+МВ \quad (1),$$

де ОФ – середньорічна вартість основних виробничих фондів;

ФОП – фонд оплати праці основного виробничого персоналу;

НА – нематеріальні активи;

МВ – річні матеріальні витрати виробництва [4].

Дану формулу доцільно представити у вигляді рівняння множинної лінійної регресії, яка є узагальненням лінійної регресії з урахуванням більш ніж однієї незалежної змінної. Базовою моделлю для лінійної регресії є:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_p X_{ip} + \epsilon \quad (2)$$

**Таблиця 1. Вихідні дані для дослідження моделі**

	<b>Виробничий потенціал, тис. грн.</b>	<b>Середньорічна вартість основних виробничих фондів, тис. грн.</b>	<b>Фонд оплати праці основного виробничого персоналу, тис. грн.</b>	<b>Нематеріальні активи підприємства, тис. грн.</b>	<b>Річні матеріальні витрати виробництва, тис. грн.</b>
Рік	Var 1	Var 2	Var 3	Var 4	Var 5
2008	4712,24	0,00	569,60	50,24	4092,40
2009	2206,89	0,00	342,90	41,89	1822,10
2010	3942,78	15,20	839,18	60,12	3028,28
2011	6202,27	36,60	864,52	78,93	5222,22
2012	10040,60	85,10	887,49	85,65	8982,36
2013	16264,92	145,85	902,19	112,67	15104,21

Для дослідження лінійної множинної регресійної моделі та сили зв'язку кожної зі складових частин на виробничий потенціал використаємо у пакеті Statistics функцію Multiple Regression Results [6, с.145]. Оскільки наша модель складається з п'яти рядів змінних, то для простоти та зручності дослідження окремо буде оцінюватися вплив кожної незалежної змінної (Var 2, Var 3, Var 4, Var 5) на залежну змінну (Var 1).

В ході проведеного аналізу залежностей між Var 1(виробничий потенціал підприємства)

У наведеній вище формулі ми вважаємо п спостережень одної залежної змінної і р незалежних змінних. Таким чином,  $Y_i$  спостереження і залежної змінної,  $X_{ij}$  є спостереженням  $j$  незалежної змінної,  $j = 1, 2, \dots, p$ . Значення  $\beta_j$  представляють параметри, що підлягають оцінці, і  $\epsilon_i$  є  $i$ -та незалежна однаково розподілена нормальна похибка [5].

Для проведення дослідження візьмемо для прикладу ТОВ «УВА», спеціалізацією якого є проектування, монтаж, налагодження і експлуатація обладнання котельень, бойлерних, теплових пунктів, вузлів обліку теплової енергії та холодної води, теплообмінного та насосного обладнання, інженерних промислових та житлових будівель і споруд, а також зовнішніх теплових мереж.

Для оцінки виробничого потенціалу підприємства використаємо лінійну множинну регресійну модель та сучасний пакет статистичного аналізу STATISTICA. Для цього в програму вводимо наступні дані:

та Var 2(середньорічна вартість основних виробничих фондів) були отримані дані, представлені в табл. 2.

Коефіцієнт детермінації – статистичний показник, що використовується в статистичних моделях як міра залежності варіації залежної змінної від варіації незалежних змінних. Показує наскільки отримані спостереження підтверджують вірогідність моделі. При значенні коефіцієнта 1 – отримуємо випадок повної адекватності. При значенні 0 – функція регресії нічого не показує [7, с. 86].

**Таблиця 2. Результати дослідження залежності між Var 1 та Var 2**

Показник	Результат	Висновок
Коефіцієнт кореляції	0,9846	Такі значення говорять про можливість наявності явища мультиколінеарності між цими величинами
Коефіцієнт детермінації	0,9694	При значенні коефіцієнта 1 – отримуємо випадок повної адекватності: всі спостережені значення знаходяться на регресійній гіперповерхні. При значенні 0 – функція регресії нічого не показує. З отриманих даних можна зробити висновок, що функція регресії достатньо адекватна.
Критерій Фішера	126,9416	Табличне значення становить 128,56. Оскільки $F_{\text{факт}} > F_{\text{табл}}$ , то можна говорити про надійність рівняння регресії.
Значення ймовірності	0,000354	Значення є менше ніж нормативне значення 0,1, тому можна говорити про те, що модель можна прийняти.

Критерій Фішера (F) є параметричним критерієм і використовується для порівняння дисперсій двох варіаційних рядів [7, с. 115]. За допомогою критерія Фішера оцінюють якість регресійної моделі.

В ході проведеного аналізу залежностей між Var 1(виробничий потенціал підприємства)

та Var 3 (фонд оплати праці основного виробничого персоналу) були отримані наступні дані (табл.3). При проведенні аналізу залежностей між Var 1(виробничий потенціал підприємства) та Var 4 (нематеріальні активи підприємства) були отримані дані, представлені в табл. 4.

**Таблиця 3. Результати дослідження залежності між Var 1 та Var 3**

Показник	Результат	Висновок
Коефіцієнт кореляції	0,6548	Свідчить про наявність значного кореляційного зв'язку між цими показниками
Коефіцієнт детермінації	0,4287	З отриманих даних можна зробити висновок, що адекватність функції регресії відносно цього показника можна піддати сумніву.
Критерій Фішера	3,0025	Табличне значення становить 3,1457. Оскільки $F_{\text{факт}} < F_{\text{табл}}$ , то можна говорити про не надійність рівняння регресії.
Значення ймовірності	0,158	Значення є більше ніж нормативне значення 0,1, тому можна говорити про те, що модель між показниками Var 1 та Var 3 не можна прийняти.

**Таблиця 4. Результати дослідження залежності між Var 1 та Var 4**

Показник	Результат	Висновок
Коефіцієнт кореляції	0,9662	Свідчить про наявність сильного кореляційного зв'язку між цими показниками
Коефіцієнт детермінації	0,9143	З отриманих даних можна зробити висновок, що адекватність функції регресії відносно цього показника можна піддати сумніву.
Критерій Фішера	42,721	Табличне значення становить 7,71. Оскільки $F_{\text{факт}} > F_{\text{табл}}$ , то можна говорити про надійність рівняння регресії.
Значення ймовірності	0,0028	Значення є менше ніж нормативне значення 0,1, тому модель можна прийняти.

Проведений аналіз залежностей між Var 1 (виробничий потенціал підприємства) та Var 5 (річні матеріальні витрати виробництва) дозволив отримати наступні результати (табл.5). З проведеного дослідження можна зробити висновок, що між виробничим потенціалом (залежною змінною Var 1) та трьома факторами, які його формують (незалежними змінними Var

2, Var 4, Var 5), існує сильний зв'язок, що свідчить про мультиколінеарність між цими значеннями – наявність лінійної залежності між двома або більше факторними змінними у регресивній моделі. Явище мультиколінеарності є негативним для регресійної моделі і від нього потрібно позбутися.

Таблиця 5. Результати дослідження залежності між Var 1 та Var 5

Показник	Результат	Висновок
Коефіцієнт кореляції	0,99932	Свідчить про наявність дуже сильного кореляційного зв'язку між цими показниками.
Коефіцієнт детермінації	0,9986	З отриманих даних можна зробити висновок, що функція регресії достатньо адекватна.
Критерій Фішера	2978,906	Табличне значення становить 224,57. Оскільки $F_{\text{факт}} > F_{\text{табл}}$ , то можна говорити про надійність рівняння регресії.
Значення ймовірності	0,000001	Значення є менше ніж нормативне значення 0,1, тому модель можна прийняти.

Основними способами усунення мультиколінеарності між змінними є:

1. Вилучення змінної (змінних) та помилки специфікації. При високій мультиколінеарності найкраще та найлегше вивести з рівняння регресії одну із незалежних змінних, для якої парний коефіцієнт кореляції найбільший. Слід зазначити, що вилучення змінної з моделі може призвести до помилки специфікації, яка виникає через некоректне визначення моделі, що використовується в аналізі. Це також може призвести до зміщення оцінок.

2. Перетворення змінних. Одна з причин мультиколінеарності даних є їх схильність змінюватись в одному напрямку, а один із шляхів зменшення такої залежності— використання перших різниць в моделі.

3. Збільшення числа спостережень. Оскільки мультиколінеарність змінюється у

кожній вибірці, то можливо в іншій моделі вона буде відсутня. Іноді просте збільшення числа спостережень у моделі, якщо це можливо, пом'якшує проблему мультиколінеарності.

4. Використання додаткової інформації, щоб збільшити число незалежних змінних і таким чином послабити мультиколінеарність.

5. Об'єднання міжгалузевої та динамічної інформації для зменшення величини кореляції.

Використання методу головних компонент, на прикладі якого стають зрозумілими загальна ідея й цілі численних методів факторного аналізу. Метод головних компонент дає можливість по  $m$  – числу вихідних ознак виділити  $m$  головних компонент, або узагальнених ознак [9]. Нормальний ймовірний графік рівняння виробничого потенціалу має наступний вигляд (рис. 1). 3D гістограма змінних лінійної множинної регресійної моделі представлена на рис. 2.

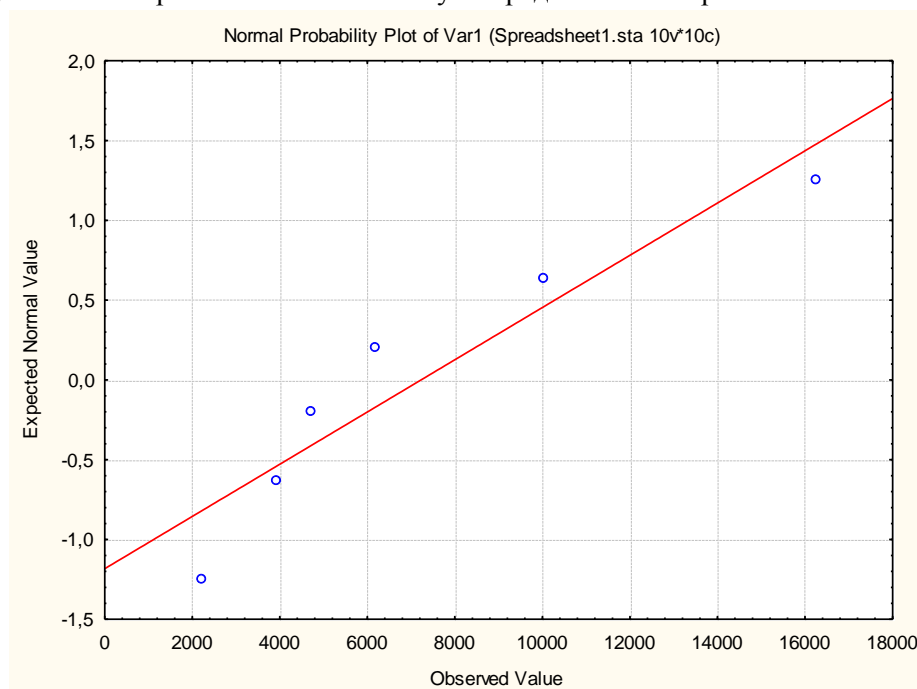
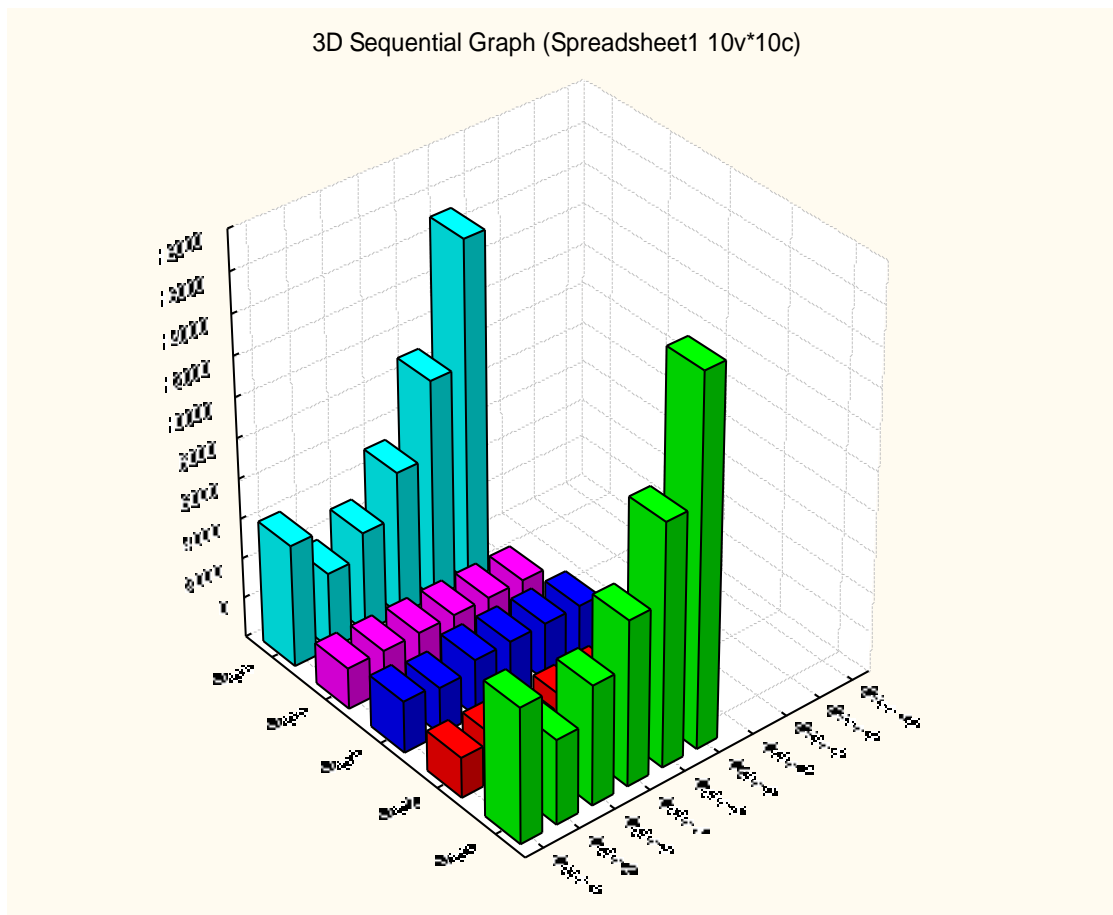


Рис. 1. Нормальний ймовірний графік рівняння виробничого потенціалу



**Рис. 2. 3D гістограма змінних лінійної множинної регресійної моделі**

**Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі.** Таким чином, було досліджено, що обрана для аналізу модель є адекватною і її можна прийняти для оцінки виробничого потенціалу. Аналіз показав, що існує сильна кореляційна залежність між виробничим потенціалом та його складовими. Такий результат говорить про ймовірність наявності мультиколінеарності, що є негативним явищем для моделі. Відповідно запропоновані основні заходи усунення цього явища.

В результаті проведення кореляційно – регресійного аналізу залежності рівня виробничого потенціалу від обраних факторів,

для забезпечення стабільного нарощення виробничого потенціалу необхідно створити сприятливі умови розвитку та оптимізації використання матеріальних витрат підприємства. Підтвердженням доцільності даної пропозиції є результати отриманого вище проведеного кореляційно-регресійного аналізу, згідно яких на виробничий потенціал найбільший вплив мають річні матеріальні витрати виробництва.

Подальші дослідження можуть стосуватися шляхів звільнення від явища мультиколінеарності за допомогою математичного та статистичного апарату та моделювання функції виробничого потенціалу без мультиколінеарності.

#### Список літератури

1. Бородич С.А. Вводный курс эконометрики: Учебное пособие – Мн.: БГУ, 2000. – 354 с.
2. Ареф'єва О.В. Управление потенциалом развития промышленных предприятий: Монография / О.В. Ареф'єва, О.В. Коренков. – К.: ГРОТ, 2004. – 200 с.
3. Беломестнов В. Г. Управление потенциалом промышленного предприятия / В. Г. Беломестнов, М. М. Егоров // Российское предпринимательство. – 2011. – № 4 Вып. 2 (182). – 264 с.

4. Дехтяренко І. В. Дослідження методів визначення виробничого потенціалу підприємства [Електронний ресурс] / Дехтяренко І. В. – Режим доступу: <http://www.repository.hneu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1427/2.pdf>
5. Лінійний множинний регресійний аналіз [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ekonometrika.ho.ua/4.htm>
6. Наконечний С.І., Терещенко Т.О., Романюк Т.П. Економетрія: підручник . – К.: КНЕУ, 2004. – 520 с.
7. Наконечний С.І., Терещенко Т.О. Економетрія: Навч.-метод. Посібник для самост. Вивч. Дисц. – К.: КНЕУ, 2001. – 192 с.
8. Smith O. Multiple Linear Regression [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.stat.yale.edu/Courses/1997-98/101/linmult.htm>
9. Грінченко Л. Г. Електронний посібник з дисципліни: Теорія ймовірностей та математична статистика [Електронний ресурс] Грінченко Л. Г., Гінайло П. І., Лисенко О. В., Тимошук В. М. – Режим доступу: <http://www.lib.lntu.info/book/knit/vm/2011/11-47/>

#### References:

1. Borodich, S.A. (2000), *Vvodnyj kurs jekonometriki* [Introductory Econometrics course]: Uchebnoe posobyе, Mn .: BSU, Minsk, Belorussia.
2. Aref'eva, O.V. Korenkov, A.V. (2004), *Upravlinnja potencialom rozvitku promislovih pidpriemstv* [Management development potential of industrial enterprises], GROT, Kiev, Ukraine.
3. Belomestnov, V.G. Egorov, M. M. (2011), “Management Potential industrial enterprise”, *RUSSIAN entrepreneurship*, Vol. 4, no. 2 (182), pp. 264
4. Dehtyarenko, I.V. (2012), “Research methods for determining the production potential of the company”, *Efektivna ekonomika*, [Online], vol. 2, available at: [http://www.repository.hneu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1427/2 .pdf](http://www.repository.hneu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1427/2.pdf)
5. Linear multiple regression analysis (2011) [Online] available at: <http://ekonometrika.ho.ua/4.htm>
6. Nakonechnij, S.I. Tereshchenko, T.A. and Romaniuk T.P. (2004), *Ekonometrija* [Econometrics], KNEU, Kiev, Ukraine.
7. Nakonechnij, S.I. Tereshchenko, T.A. (2001) *Ekonometrija* [Econometrics], KNEU, Kiev, Ukraine.
8. Smith, O. (1999) “Multiple Linear Regression”, [Online] available at: <http://www.stat.yale.edu/Courses/1997-98/101/linmult.htm>
9. Hrinchenko, L.G. Hinaylo, P.I. Lysenko, A.V. and Tymoshchuk, V.M. (2011). *Elektronnij posibnik z disciplini: Teorija jmovirnostej ta matematichna statistika* [Electronic Guide disciplines: Probability theory and mathematical statistics], [Online], available at: <http://www.lib.lntu.info/book/knit/vm/2011/11-47/>