

**ІНФОРМАЦІЙНА ПІДТРИМКА ПРОЦЕСУ ІНВЕСТИВАННЯ З МЕТОЮ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ПРОМИСЛОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ****Шевченко Н. Ю., Шевченко А. Л., Вареник В. В.**

Отмечено, что перспективно необходимым стратегическим направлением снижения производственных расходов промышленных предприятий Украины является оптимизация топливно-энергетических расходов путем внедрения энергосберегающих технологий. Актуальной является информационная поддержка распределения имеющихся инвестиционных средств предприятия между энергосберегающими мероприятиями на основе метода динамического программирования. В качестве информационной базы процесса распределения инвестиционных средств использованы уравнение Беллмана и обычные рекурсивные процедуры поиска оптимального решения. Сделан вывод о необходимости использования на практике двух подходов для формирования множества альтернативных вариантов принятия оптимального управленческого решения.

Зазначено, що перспективно необхідним стратегічним напрямком зниження виробничих витрат промислових підприємств України є оптимізація паливно-енергетичних витрат шляхом впровадження енергозберігаючих технологій. Актуальною є інформаційна підтримка розподілу наявних інвестиційних коштів підприємства між енергозберігаючими заходами на основі методу динамічного програмування. В якості інформаційної бази процесу розподілу інвестиційних коштів, застосовані рівняння Беллмана і звичайні рекурсивні процедури пошуку оптимального рішення. Зроблено висновок щодо необхідності використання на практиці двох підходів для формування множини альтернативних варіантів прийняття оптимального управлінського рішення.

The necessary perspective strategic direction of the decrease of productive expenditures of the industrial enterprises of Ukraine is the optimization of fuel and energy expenses by means of introduction of power saving up technologies. Information support of distribution of available investment means of the enterprise between power saving up actions on the basis of a method of dynamic programming is actual. As information base of process of distribution of investment means the equation of Bellmana and usual recursive procedures of the search of the optimum decision are used. The conclusion on the necessity of the use in the practice of two approaches for formation of set of alternative variants of acceptance of the optimum administrative decision is drawn.

Шевченко Н. Ю.

канд. экон. наук, доц. кафедры ИСПР ДГМА  
[natasha\\_shev@mail.ru](mailto:natasha_shev@mail.ru)

Шевченко А. Л.

студент ДГМА

Вареник В. В.

студент ДГМА

УДК 669+621+519.6

**Шевченко Н. Ю., Шевченко А. Л., Вареник В. В.**

## **ІНФОРМАЦІЙНА ПІДТРИМКА ПРОЦЕСУ ІНВЕСТУВАННЯ З МЕТОЮ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ПРОМИСЛОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ**

При аналізі робіт вітчизняних та закордонних авторів [1–5] можна прийти до висновку, що планування являється одним з найважливіших факторів функціонування й розвитку промислових підприємств в умовах ринкової економіки.

Перспективно необхідним стратегічним напрямком зниження виробничих витрат промислових підприємств машинобудівного та металургійного комплексів України та Донбасу, як її індустріального центру в умовах трансформаційної економіки, є оптимізація паливно-енергетичних витрат. Це обумовлено стабільним ростом цієї складової у загальному обсязі матеріальних витрат та зростанням цін на дані ресурси, що невід’ємно пов’язане з модернізацією основних засобів або придбанням нових одиниць технологічного обладнання, а як наслідок, обумовлює пріоритетність реального інвестування в межах реалізації стратегії розвитку підприємства.

Енергозберігаючі технології, нове прогресивне обладнання, раціоналізація структури суспільного виробництва – ключовий пріоритет розвитку промисловості України. Також впровадження енергозберігаючих технологій визначають в якості складової стратегії ендогенізації економічного розвитку України [6]. Значна матеріаломісткість та енергоємність промислової продукції ключових галузей економіки при високому рівні зносу основних виробничих фондів визначають необхідність вдосконалення інвестиційної стратегії розвитку.

Науковими розробками в сфері планування інвестиційного розвитку займалися І. Бланк [7], А. Пересада [8], І. Бузько [9], О. Вартанова [9], В. Борисов [10], Г. Касаров [10], О. Ляшенко [10], С. Співак [10] та ін. Вагомий внесок у вирішення проблем моделювання інвестиційної діяльності та стратегії інвестиційного розвитку економічних систем зробили такі науковці, як А. Алтунін [11], П. Верченко [12], В. Вітлінський [12–13], О. Гнений [14], І. Горін [15] та ін.

Однак, за наявності вагомих наукових результатів у сфері стратегічного планування, моделювання інвестиційної діяльності та інвестиційного розвитку важливою є розробка формалізованих механізмів прийняття управлінських рішень забезпечення інвестиційного розвитку промислового підприємства в умовах нестабільного економічного середовища з метою отримання додаткового прибутку та ресурсозбереження. Для цього підприємство може або підвищити ціну на свою продукцію, або зменшити витрати на її виробництво. Також треба враховувати, що сучасні підприємства займаються своєю діяльністю в умовах ринкової економіки, де діють закони конкуренції. Тому підвищення ціни може призвести до втрати існуючих та потенційних покупців. Таким чином, залишається лише один метод зниження ціни – зменшити собівартість продукції. Необхідно враховувати також, що основні засоби промисловості зазнали фізичного та морального зносу [8, 11], бо більшість підприємств не проводили їх оновлення значний час, і цей факт дає підстави розглядати ефективне використання основних фондів (а саме енергетичні витрати, які утворюються під час виробництва продукції на старому обладнанні) як джерело можливого зниження собівартості продукції.

Таким чином, перспективним джерелом економії виробничих витрат є скорочення витрат на обслуговування застарілого парку обладнання, пов’язаних з цим витрат на ремонт, впровадження енергозберігаючих технологій.

Сучасний розвиток промисловості характеризується підвищенням технічного рівня, ускладненням організаційної структури виробництва, пред’явленням високих вимог до методів планування та управління. В таких умовах тільки науковий підхід до управління

економікою дозволить забезпечити високі темпи розвитку промисловості. Однією з необхідних умов подальшого розвитку є застосування точних методів кількісного аналізу, широке використання математики. Для оптимального управління матеріальними витратами треба обрати ефективний метод, який би враховував всі фактори та відповідав економічним законам [8].

В умовах формування множини рішень ефективного управління витратами виробництва з метою отримання прибутку доцільно використовувати метод динамічного програмування. Динамічне програмування являє собою поетапне планування багатокрокового процесу, коли на кожному етапі оптимізується тільки один крок, а рівняння на кожному кроці повинно вибиратися з урахуванням всіх його наслідків в майбутньому [9].

Метою роботи є інформаційна підтримка розподілу наявних інвестиційних коштів підприємства між енергозберігаючими заходами на основі методу динамічного програмування.

Існує виробничий процес, основним елементом якого вважається виробниче обладнання підприємства. Необхідно прийняти рішення про доцільність оновлення обладнання в умовах невідповідності обладнання технічним та енергозберігаючим умовам, що впливає на рівень прибутковості підприємства.

На сайті НАЕР перелічені наступні міжгалузеві енергоефективні технічні рішення, прийняття яких дасть можливість економити паливно-енергетичні ресурси.

Приведемо найпріоритетніші технології промислового призначення:

- ХАДО-технологія – відновлювання різноманітних механізмів, вузлів та агрегатів промислового обладнання, що дозволяє замінити планові ремонти агрегатів планово-попереджувальною обробкою із значним збільшенням ресурсу, економія палива на холостому ході складає до 30 %;

- використання високо обертових турбоблоків малої потужності для вироблення електричної енергії на промислових підприємствах;

- магнітогідродинамічний резонатор МГД, що дозволить, наприклад, в металургійному виробництві зекономити 5–25 % вуглеводневого палива при обробці електромагнітним полем МГД резонатора перед подачею у камеру горіння котла;

- мікроміжполюсні електрохімічні процеси очистки та вилучення із вторинної сировини кольорових металів в іонних розплавах, що дозволить зменшити питомі витрати електроенергії на 65–70 %;

- використання струмно-нішевої технології спалювання газоподібного палива при модернізації вогне-технічних установок, що забезпечує економію природного газу на підприємствах металургійної промисловості – більше 1 млрд м<sup>2</sup>/рік;

- високотемпературні підігрівачі сировини.

Вплив на виробничу діяльність з огляду на формування стратегії інвестиційного розвитку промислового підприємства здійснюється через реальне інвестування [6].

Основними особливостями здійснення реальних інвестицій є [7]:

- реальне інвестування – це головна форма реалізації стратегії економічного розвитку підприємства. Економічна стратегія розвитку враховує можливості зростання економічного потенціалу [7];

- реальне інвестування тісно пов'язане з операційною діяльністю підприємства;

- більший рівень рентабельності у порівнянні з фінансовими інвестиціями;

- реалізація забезпечує стабільний чистий грошовий потік.

До основних форм реального інвестування відносять [7] придбання цілісних майнових комплексів, нове будівництво, перепрофілювання, реконструкцію, модернізацію, оновлення обладнання, інноваційне інвестування в нематеріальні активи, інвестування приросту запасів матеріальних оборотних активів.

Розподіл наявних інвестиційних коштів будемо здійснювати за допомогою рівняння Беллмана [16]:

$$F_{n-k}(x_k) = \max[W_{k+1}(x_k, U_{k+1}) + F_{n-k-1}(x_{k+1})], \quad (k = \overline{0, n}),$$

де стан системи  $S$  на  $k$ -му кроці ( $k = 1 \dots n$ ) визначається сукупністю чисел  $x_k^i = x_k^1, x_k^2, \dots, x_k^m$ , отриманих в результаті реалізації управління  $U_k$ , яке забезпечує перехід системи зі стану  $x_{k-1}$  у стан  $x_k$ , в який перейшла система  $S$ , залежить від даного стану  $x_{k-1}$  та вибраного управління  $U_k$  і не залежить від того, яким чином система  $S$  прийшла до стану  $x_{k-1}$ . Ця умова називається відсутністю наслідків. Далі припускається, якщо в результаті реалізації  $k$ -го кроку забезпечений певний виграш, який також залежить від первинного стану системи  $x_{k-1}$  та обраного управління  $U_k$  і дорівнює  $W_k(x_{k-1}, U_k)$ , то загальний виграш за  $n$  кроків складе  $F = \sum_{k=1}^n W_k(x_{k-1}, U_k)$ , тобто загальний виграш дорівнює сумі виграшів на кожному етапі.

Система розподілу бюджету коштів складається з шістьох інвестиційних проектів. Початкова точка  $S_0$  відповідає стану системи, коли є капітальні вкладення  $x = 2,5$  млн грн, які належить розподілити між проектами. Кінцева точка  $S_k$  відповідає стану системи, коли всі капітальні вкладення витрачені тобто  $x = 0$ . Рішення задачі розбивається на шість етапів, кожний з яких відповідає одному з інвестиційних проекту. [16]

Управління на  $i$ -му етапі  $U_i$  зводиться до знаходження такого варіанта розподілу бюджету на початок етапу  $x_i^k$  між  $i$ -м проектом і наступним, при якому загальна ефективність була б максимальною. Використаємо наступні функціональні рівняння [16]:

$$F_6(x) = \max_{0 \leq x_6 \leq x} \{(f_6(x_6))\}; \quad F_5(x) = \max_{0 \leq x_5 \leq x} \{(f_5(x_5) + F_6(x - x_5))\}; \quad F_4(x) = \max_{0 \leq x_4 \leq x} \{(f_4(x_4) + F_5(x - x_4))\};$$

$$F_3(x) = \max_{0 \leq x_3 \leq x} \{(f_3(x_3) + F_4(x - x_3))\}; \quad F_2(x) = \max_{0 \leq x_2 \leq x} \{(f_2(x_2) + F_3(x - x_2))\}; \quad F_1(x) = \max_{0 \leq x_1 \leq x} \{(f_1(x_1) + F_2(x - x_1))\};$$

Розв'язок починається з останнього етапу. Яка б сума капіталовкладень ні залишалася на початок шостого етапу, вона повинна бути виділена для реалізації шостому інвестиційному проекту. Кожній сумі капіталовкладень відповідає єдине значення додаткового прибутку. Далі переходять до планування на останніх етапах.

З метою інформаційної підтримки наведеної моделі розроблено аналітичну систему підтримки рішень (рис. 1–3).

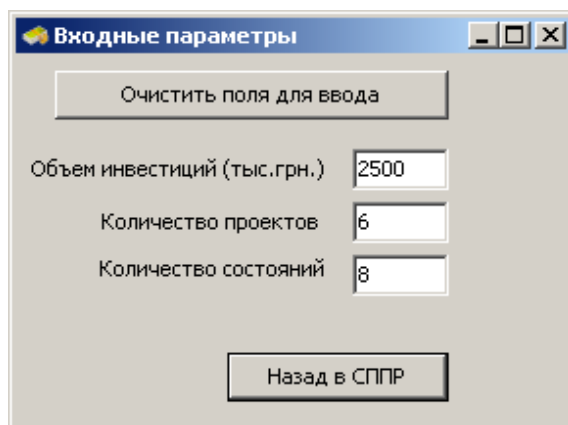


Рис. 1. Введення вихідної інформації

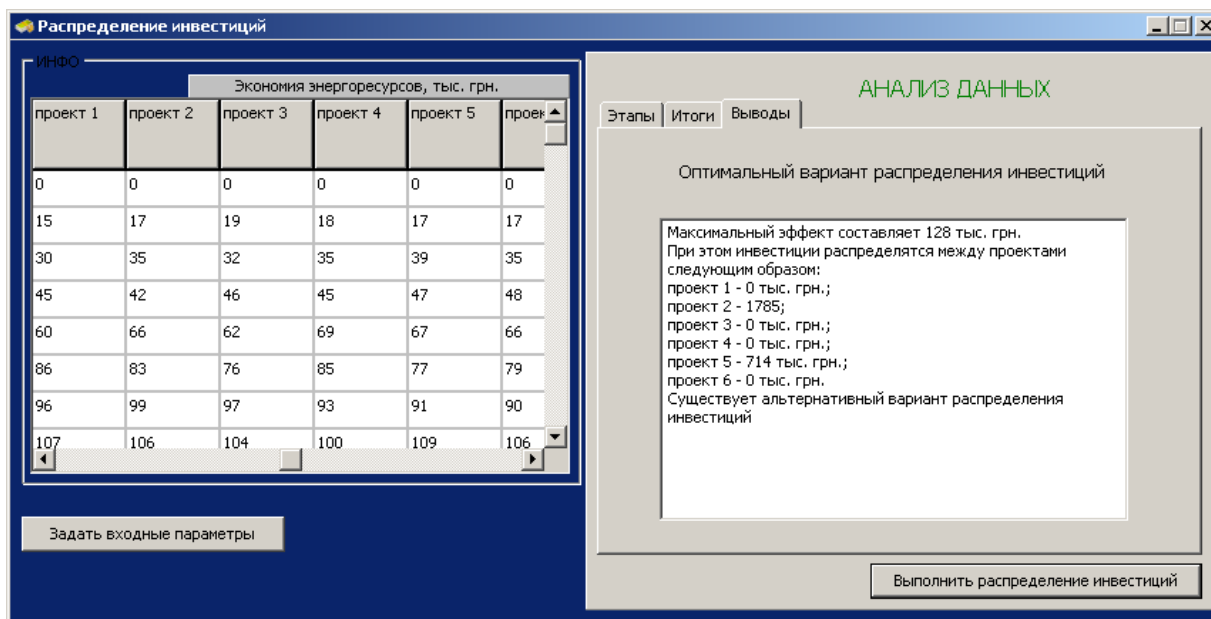
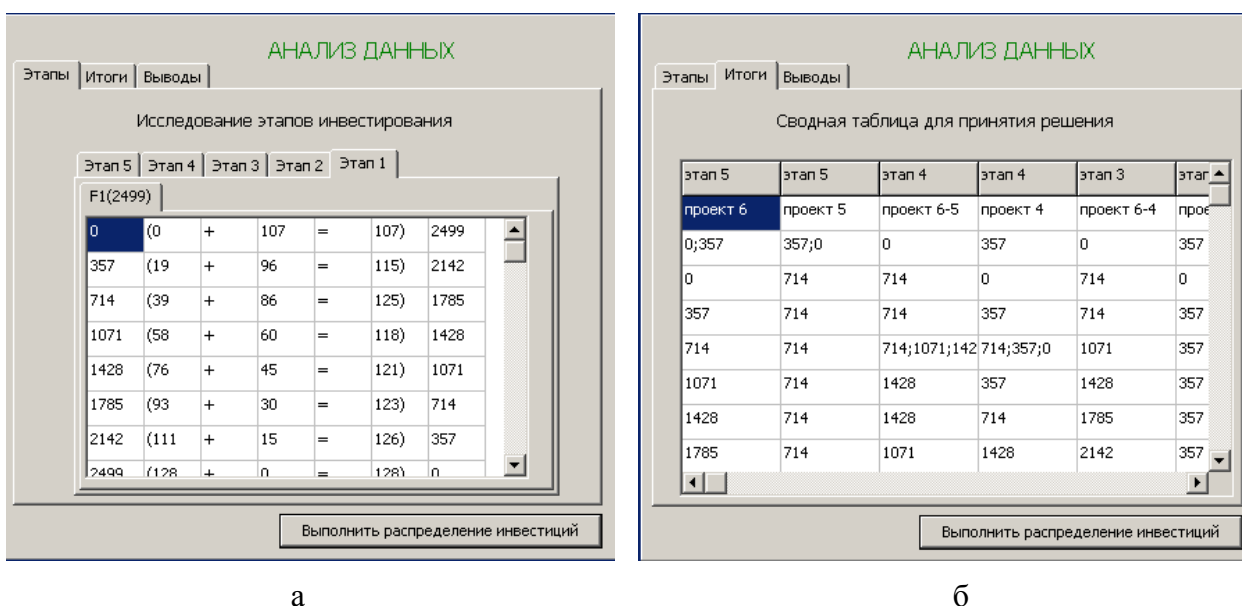


Рис. 2. Система підтримки рішень щодо розподілу інвестицій



а

б

Рис. 3. Этапы процесу розподілу інвестиційного бюджету між проектами енергозбереження: а – проміжний етап розрахунку; б – матриця прийняття рішень

Матриця прийняття рішень реалізується за допомогою наступного алгоритму:

```

{for j := 0 to mytable.RowCount-1 do
begin
mytable.Cells[2,j]:='+';mytable.Cells[4,j]:='=';
mytable.Cells[0,j]:=StringGrid1.Cells[0,j+1];
mytable.Cells[mytable.ColCount-1,j]:=StringGrid1.Cells[0,mytable.RowCount-j];
if j=0 then mytable.Cells[1,j]:='(+StringGrid1.Cells[1,1]
else mytable.Cells[1,j]:='(+myopttable.Cells[1,j-1];
mytable.Cells[3,j]:=StringGrid1.Cells[1,mytable.RowCount-j];
mytable.Cells[5,j]:=IntToStr(StrToInt(copy(mytable.Cells[1,j],2,length(mytable.Cells[1,j])-
1))+StrToInt(mytable.Cells[3,j]))+');

```

```
end;
max:=copy(mytable.Cells[5,0],1,length(mytable.Cells[5,0])-1);
StringGrid2.Cells[StringGrid2.ColCount-2,2]:=mytable.Cells[0,0];
StringGrid2.Cells[StringGrid2.ColCount-1,2]:=mytable.Cells[mytable.ColCount-1,0];
for k:= 1 to mytable.RowCount-1 do
begin
if StrToInt(max)<StrToInt(copy(mytable.Cells[5,k],1,length(mytable.Cells[5,k])-1))
then
begin
max:=copy(mytable.Cells[5,k],1,length(mytable.Cells[5,k])-1);
StringGrid2.Cells[StringGrid2.ColCount-2,2]:=mytable.Cells[0,k];
StringGrid2.Cells[StringGrid2.ColCount-1,2]:=mytable.Cells[mytable.ColCount-1,k]
end
else if StrToInt(max)=StrToInt(copy(mytable.Cells[5,k],1,length(mytable.Cells[5,k])-1))
then
begin
StringGrid2.Cells[StringGrid2.ColCount-2,2]:=StringGrid2.Cells[StringGrid2.ColCount-2,2]+'+';
StringGrid2.Cells[StringGrid2.ColCount-1,2]:=StringGrid2.Cells[StringGrid2.ColCount-1,2]+'+';
end;
end;
end;}
```

Зауважимо, що в якості інформаційної бази процесу розподілу інвестиційних коштів, можна застосувати і звичайні рекурсивні процедури пошуку оптимального рішення:

```
{// Алгоритм подібний до рекурсивного обходу дерева
procedure step(col, row: Integer; report: string; sum, invest_sum: real);
var i: Integer;
tmp_sum: real;
begin
try if col-1=cols
then exit;
if Invest_sum>MaxInvest
then exit;
Res[length(Res)-1]:=sum;
Log[length(Log)-1]:=report;
Setlength(res,length(res)+1);
Setlength(Log,length(Log)+1);
for i:=0 to rows-1 do
begin
step(col+1,i,report+Chr(192+col)+'+'+FloatToStr(Invest[i])+',sum'+Data[col,i],invest_sum+Invest[i]);
end;
except on EAccessViolation do exit;
end; end;
begin
SetLength(Res, 1);
SetLength(Log, 1);
step(0,0,"",0,0);
end;}
```

Побудова другої інформаційної системи продемонструвала можливість застосування рекурсивних процедур в якості альтернативи динамічному програмуванню для даної задачі розподілу інвестиційних коштів (рис. 4–6).

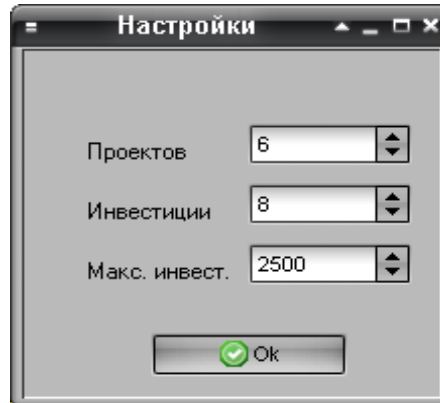


Рис. 4. Введення вихідної інформації

| Инв-ции, т1 | А   | Б   | В   | Г   | Д   | Е   |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0           | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 357         | 15  | 17  | 19  | 18  | 17  | 17  |
| 714         | 30  | 35  | 32  | 35  | 39  | 35  |
| 1071        | 45  | 42  | 46  | 45  | 47  | 48  |
| 1428        | 66  | 66  | 62  | 69  | 67  | 66  |
| 1785        | 86  | 83  | 76  | 85  | 77  | 79  |
| 2142        | 99  | 99  | 97  | 93  | 91  | 90  |
| 2499        | 106 | 106 | 104 | 100 | 109 | 106 |

Рис. 5. Умовна інформація щодо ефекту від енергозбереження

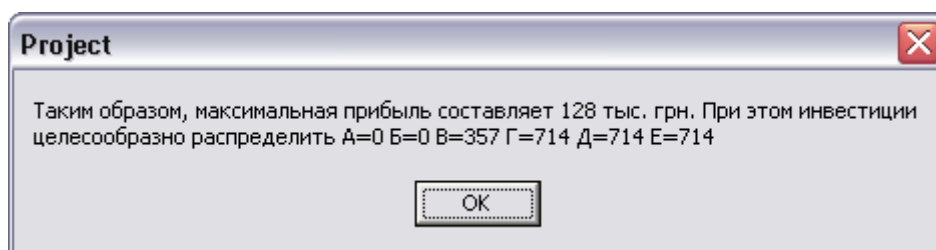


Рис. 6. Результати розподілу інвестиційного бюджету

Отже, обидва алгоритми розподіл інвестицій здійснюють з максимальною ефективністю у розмірі 128 тис. грн. Однак, між інвестиційними проектами бюджет розподілено у різних пропорціях. Це пов'язано з багатоваріантністю отримання максимального ефекту від впровадження енергозберігаючих технологій. Впевнено можна інвестувати кошти лише

у проект, пов'язаний з використанням струмно-нішевої технології спалювання газоподібного палива. Щодо інших інвестиційних проектів, визначених в якості привабливих для інвестування, доцільно надалі застосувати експертні оцінки з використанням нечіткого якісно-кількісного підходу.

### ВИСНОВКИ

Враховуючи, що в умовах переходу до ринкової економіки суб'єктам господарювання необхідно для підтримки конкурентноздатності оновлювати власну технічну та технологічну базу, виникає необхідність впровадження енергозберігаючих технологій як елемента загальної інвестиційної стратегії.

Використання запропонованої моделі підприємствами машинобудівної та металургійної галузей дозволить своєчасно скорегувати стратегію розвитку на базі рішень, прийнятих на внутріфірмовому рівні, на основі ефективного розподілу коштів між проектами енергозбереження.

Наведені інформаційні системи, доповнюючи одна одну, дозволяють якісно, з максимальною ефективністю, розподіляти інвестиційний бюджет підприємства між енергозберігаючими заходами, допомагаючи управлінцям в плануванні стратегічного розвитку.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Макаркина Г. В. *Моделі та методи планування соціально-економічного розвитку індустріального регіону* / Г. В. Макаркина : монографія. – Краматорськ : ДДМА, 2008. – 280 с.
2. Царев В. В. *Внутрифирменное планирование* / В. В. Царев. – СПб. : Питер, 2002. – 496 с.
3. Степаненко Н. А. *Роль стратегического планирования на предприятиях Украины в условиях перехода к рынку* / Н. А. Степаненко // *Вісник ХДЕУ*. – 1998. – № 4(8). – С. 51–52.
4. Пастухова В. В. *Стратегічне планування діяльності підприємства в умовах нестабільності зовнішнього середовища* / В. В. Пастухова // *Торгівля і ринок України : зб. наук. пр. з проблем торгівлі і громад. харчування Донецького держ. ун-ту економіки і торгівлі*. – 1999. – Вип. 9, Т. 2. – С. 154–160.
5. Люкишинов А. И. *Стратегический менеджмент : учеб. пособие [для вузов]* / А. И. Люкишинов. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 375 с.
6. Гесць В. М. *Від екзогеннозалежної до ендогенноорієнтованої стратегії розвитку економіки* / В. М. Гесць, М. І. Скрипниченко // *Економіка і прогнозування*, 2003. – № 1. – С. 34–46.
7. Бланк И. А. *Инвестиционный менеджмент : учеб. курс* / И. А. Бланк. – К. : Эльга, Ника-Центр, 2002. – 448 с.
8. *Инвестування : навч.-метод. посібник [для самост. вивч. дисц.]* / А. А. Пересада, О. О. Смірнов, С. В. Онікієнко, О. О. Ляхова. – К. : КНЕУ, 2001. – 251 с.
9. Бузько И. Р. *Стратегическое управление инвестициями и инновационная деятельность предприятия* / И. Р. Бузько, Е. В. Вартанова, А. А. Голубенко. – Луганск : Изд-во Восточноукр. нац. ун-та им. В. Даля, 2002. – 176 с.
10. *Инвестиционная стратегия развития предприятий: формирование, реализация, риск* / [Борисов В. И., Касаров Г. Г., Ляшенко А. Н., Спивак С. И.]. – М. : МАДИ. – 1996. – 44 с.
11. Алтунин А. Е. *Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях* / А. Е. Алтунин, М. В. Семухин. – Тюмень : ТГУ, 2000. – 352 с.
12. Вітлінський В. В. *Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком : навч.-метод. посібник [для самост. вивч. дисц.]* / В. В. Вітлінський, П. І. Верчено; Київський національний економічний ун-т. – К. : КНЕУ, 2000. – 292 с.
13. Вітлінський В. В. *Моделювання економіки : навч. посібник* / В. В. Вітлінський; Київський національний економічний ун-т. – К. : КНЕУ, 2003. – 406 с. : рис. – Библиогр. : с. 403.
14. Гненний О. М. *Оцінка ефективності інвестиційних проектів на залізничному транспорті в умовах невизначеності і ризиків : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук : спец. 08.07.04 «Економіка транспорту і зв'язку» [Електронний ресурс]* / О. Н. Гненний; Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Х., 2004. – 21 с. – Режим доступу до джерела: <http://www.nbuv.gov.ua/ard/2004/04gomunr.zip>.
15. Горін І. М. *Про ефективність деяких методів аналізу інвестиційних проектів* / І. М. Горін // *Вісник Львівського національного університету імені Івана Франка*. – Випуск 29. – Львів, 1999. – С. 126–130. – (Серія «Економічна»).
16. Кузнецов Ю. Н. *Математическое программирование* / Ю. Н. Кузнецов, В. И. Кузубов, А. Б. Волощенко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 1980. – 302 с.