

## ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Т.Л. Архіпова, В.В. Крініцин  
Херсонський економічно-правовий інститут

*Розглянуто складові, що впливають на визначення економічної ефективності системи підтримки прийняття рішень.*

**Ключові слова:** *приріст прибутку, собівартість, ефект від впровадження, прогнозований обсяг виробництва продукції, трудомісткість робіт.*

**Вступ.** Прогрес у сфері економіки неможливо уявити окремо від інформаційних технологій, які є основою економічних інформаційних систем. Інформаційні системи в економіці необхідні для організації та ефективного опрацювання великих масивів даних, що забезпечує інформаційну підтримку прийняття управлінських рішень. Тому є важливим визначення та оцінювання ефективності використання автоматизованих систем прийняття рішень.

**Постановка задачі.** Економічна ефективність інформаційної системи, зокрема системи підтримки прийняття рішень (СППР) визначається як відношення економічного ефекту від її використання щодо розв'язування задач до витрат на створення та впровадження цієї системи.

Економічна ефективність СППР спостерігається у зниженні собівартості продукції; росту продуктивності праці людини, що приймає рішення (ЛПР) і виконавця; поліпшенні якісних характеристик виробництва продукції та послуг.

Витрати на експлуатацію комплексу задач СППР складаються з одноразових та поточних витрат.

**Розв'язання задачі.** Для виміру ефективності, наприклад, технологічних рішень, з використанням СППР можна скористатися узагальнюючими та приватними показниками. З узагальнюючих найбільш значимий є приріст прибутку і загальний (зведений) ефект від впровадження.

Приріст прибутку знайдемо так:

$$\Delta\Pi = \{(C_n - C_n) - (C_6 - C_6)\} O_{\text{пр}}, \text{ де}$$

$\Delta\Pi$  - приріст прибутку від впровадження нової технології ;

$C_n$  - оптові ціни одиниці продукції в умовах реалізації нової технології;

$C_n$  - собівартість одиниці продукції в умовах нової технології;

$C_6$  - оптова ціна одиниці продукції в умовах заміненої технології;

$C_6$  - собівартість одиниці продукції в умовах базових технологічних рішень;

$O_{\text{пр}}$  - прогнозований обсяг виробництва продукції.

Для виміру сукупних витрат скористаємося формулою:

$$E_3 = \Sigma\Delta\Pi - E_n\Sigma K, \text{ де}$$

$E_3$  - зведений сумарний ефект від впровадження нової технології (модернізації старого проекту);

$\Sigma\Delta\Pi$  - сумарний приріст прибутку;

$\Sigma K$ - обсяг капіталовкладень, необхідний для фінансування придбання обчислювальної техніки;

$E_n$  - нормативний коефіцієнт ефективності впровадження нової технології.

Приватні показники ефективності розв'язання задач за допомогою СППР, як продукту науково-технічного прогресу, дозволяють визначити економію окремих різновидів одноразових і поточних витрат.

Впровадження СППР сприяє раціональному використанню матеріальних, трудових, природних, фінансових ресурсів.

Крім економічного ефекту впровадження СППР має соціальний (кадрове упорядкування, підвищення комфортності роботи і життя) і інформаційний (накопичення знань, нормативно-довідкової інформації) ефекти.

Витрати на розробку і впровадження СППР складаються з витрат на програмні засоби (ПЗ), методичне, інформаційне та технічне забезпечення обчислювальних і комунікаційних процесів.

Техніко-економічне обґрунтування витратної частини вартості програмного продукту відбувається з урахуванням придбання програмних засобів, розробки програм та методичного і інформаційного забезпечення, витрат на оплату послуг щодо впровадження програм.

При встановленні ціни на розробку ПЗ трудомісткість робіт співвідноситься з розрахунковою ціною за одиницю продукції.

Для кожного типу ПЗ повинні формуватися відповідні відпускні ціни. Тоді базова вартість еквівалентних проектних робіт буде однаковою, що надає можливість обґрунтовувати реальну ціну програмного продукту.

В цілому модель ціни на інформаційно-обчислювальні послуги при розв'язанні задач користувачем будемо розраховувати так:

$$C = (\Sigma T_j G_j) \cdot (1 + R),$$

де  $T_j$  - необхідні витрати на вирішення задач по нормам і нормативам;

$G_j$  - тариф на розрахункову одиницю послуг при використанні  $j$ -го ресурсу у разі нормативної прибутковості = 0;

$R$  - розрахунковий норматив прибутковості при рішенні і передачі користувачеві результатів;

$j$  - кількість різноманітностей використаних ресурсів.

Величина  $\Sigma T_j G_j$  характеризує об'єктивні витрати процесу обчислення.

Стан ринку враховуємо для розрахунку нормативу прибутковості на послуги:

$$R = f(X_1, X_2, \dots, X_n),$$

де  $X$  - фактори, що впливають на  $R$  (терміновість рішення тощо).  $R$  стає найбільшим при оперативному розв'язанні задач.

При визначенні трудомісткості розробки на етапі технічного завдання (ТЗ) встановлюють належність задач комплексу СППР до відповідної класифікації, визначають ступінь новизни і норми витрат часу. Норми часу пов'язані із загальними витратами на постанову задач і розробку програмного забезпечення і співвідносяться як 0.65 і 0.35 відповідно. (Див. Таблицю 1).

Таблиця 1.

## Трудомісткість робіт на етапі технічного завдання

Етапи розробки ТЗ	Витрати часу люд.-дн.	Поправочні коефіцієнти	Витрати часу з урахуванням $K_{п}$
Витрати часу на постанову задач	785	0.65	510.25
Витрати часу на розробку програм	-	0.35	274.75
Всього	785	-	785.0

Загальна трюдомісткість розробки ТЗ складатиме 785 люд.-дн., а організаційно-технічні-405 люд.-дн.

Витрати часу на розробку комплексу задач на стадії технічного проекту (ТП) визначаються в залежності від виду задач, кількості різноманітностей форм вхідної й вихідної інформації, її якісних показників [3].

Параметри визначення трюдомісткості робіт по задачам комплексу СППР на етапі ТП наведено у таблиці 2.

Таблиця 2.

## Витрати часу на розробку комплексу задач СППР на етапі ТП

Етапи розробки ТП	Витрати часу люд.-дн	Поправочні коефіцієнти (узгальнені) $K_z$	Витрати часу з урахування $K_z$
Норми часу на постанову задач	595	13	773.5
Норми часу на розробку ПЗ	357	1.2	429.4
Всього	952	13	1263.7

Норма часу на постанову задач на етапі ТП становить - 595 люд.-дн, а на розробку програмного забезпечення-357 люд.-дн, що у сумі складатиме-952 люд.- дні.

Скорегуємо ці норми за різноманітністю інформаційного забезпечення з використанням загального коефіцієнта

$$K_{пз} = \frac{K_1 m \cdot K_2 n \cdot K_3 p}{m + n + p},$$

де  $K_1, K_2, K_3$  - поправочні коефіцієнти з [3] в залежності від виду інформації, що задіяно в задачах СППР;

$m$  - кількість набору даних змінної інформації;

$n$  - кількість набору даних нормативно-довідкової інформації;

$p$  - кількість набору даних при користуванні БД.

Скориставшись поправочними коефіцієнтами враховуємо обсяги вхідної і вихідної інформації, складність контролю вхідної і вихідної інформації, ступінь новизни та режими обробки інформації.

Визначаємо коефіцієнти, що враховують долю застосування типових проектних рішень, програм й стандартних модулів, стандартного математичного забезпечення й мови програмування.

Загальний коректуючий коефіцієнт є добутком усіх часних коефіцієнтів:

$$K_{пз} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot \dots \cdot K_n.$$

Норму часу з урахуванням  $K_{пз}$  на постанову задач на етапі ТП знайдемо як:

$$N_q = \sum N_{qi} \cdot K_{пз} = 595 \cdot 1.3 = 773.5 \text{ люд.-дн.},$$

де  $N_q$  - норма часу з урахуванням впливу коректуючого коефіцієнту;

$N_{qi}$  - базисна норма часу, що визначена з нормативних таблиць;

$i$ -індекс норми.

Норму часу на розробку ПЗ на етапі ТП з урахуванням  $K_{пз}$  визначаємо як:

$$N_{чпр} = 357 \times 1.2 = 429.4 \text{ люд.-дн.}$$

Загальна трудомісткість робіт на етапі ТП знайдемо як суму трудомісткості робіт по постанові комплексу задач і робіт по розробці ПЗ з урахуванням коефіцієнту складності:

$$T_z = \sum t_i \cdot K,$$

де  $T_z$  - загальна трудомісткість робіт по проектуванню СППР;

$t_i$  - трудомісткість по стадіях розробки кожної задачі комплексу.

У чисельному виразі

$$T_z = 710.4 + 429.4 = 1263.7 \text{ люд.-дн.}$$

Нормативні дані для розробки на етапі РП взято з [4]. Для визначення трудомісткості послуг норми часу, що наводяться у [4] були скореговані за допомогою спеціальних коефіцієнтів в залежності від виду послуг (Див.табл.3).

Таблиця 3.

Витрати часу на розробку комплексу задач СППР на стадії РП

Етапи розробки РП	Витрати часу, люд.-дн.	Поправочні коефіцієнти (узагальнені) - $K_z$	Витрати часу з урахування $K_z$
Норми часу на постанову задач	309	1.16	358.4
Норми часу на програмування	1699	1.10	1800.9
Всього	2008	1.14	2288.2

До супроводу програмних комплексів, як складової впровадження розв'язання задач за допомогою СППР, віднесено роботи аналізу функціонування програмних засобів і внесення змін до програм і документів, а також навчання користувачів.

При розрахунках нормативної трудомісткості слід врахувати обсяги програм у тисячах машиноумовних команд і обсяги документації у тисячах умовнорядків.

Норми часу [4] корегуємо з урахуванням характеристик конкретних задач (ПЗ) на підставі коефіцієнту складності:

$$K_c = K_{сб} + \sum_{i=1}^m K_c,$$

де  $K_{сб}$  - коефіцієнт, що відповідає базовому показнику складності;

$K_c$  - коефіцієнт, що враховує рівень підвищення складності ПЗ.

До складу цього показника входять коефіцієнти, що враховують участь фахівців, які супроводжують ПЗ у їх створенні -  $K_y$ , мову програмування -  $K_m$  і характер постачання розробки -  $K_x$ .

Загальна трудомісткість супроводження ПЗ -  $T_c$  визначаємо як суму показників трудомісткостей усіх видів робіт по супроводженню.

$$T_c = 0.2 \cdot (T_a + T_{кр}) + T_{зе} + T_{п}$$

де  $T_a$  - визначення трудомісткості аналізу ПЗ -  $T_a = K_c \cdot K_y \cdot H_{ва}$ ;

$T_{кр}$  - визначення трудомісткості корегування ПЗ -  $T_{кр} = K_c \cdot K_m \cdot K_y \cdot H_{вкр}$ ;

$T_{зе}$  - визначення трудомісткості зміни еталону ПЗ -  $T_{зе} = H_{взе}$ ;  $H_{взе} = 0.4 \cdot K_c \cdot H_{вфе}$ ;

$T_{п}$  - визначення трудомісткості постачання ПЗ -  $T_{п} = K_{хп} \cdot H_{вп}$ .

Загальні витрати часу -  $H_b$  на впровадження (і супровод) комплексу задач СППР за базовими нормативами становлять 526.0 люд.-дн, а з урахуванням загального корегуючого коефіцієнта (1.5) –

$$H_b = 808.0 \text{ люд.-дн.}$$

Загальна трудомісткість розробки і програмування комплексу задач СППР складається з кількостей значень трудомісткостей на різних етапах розробки (Див. табл.4).

Таблиця 4.

Загальні витрати часу на розробку й впровадження у виробництво комплексу задач СППР, люд.-днів

№ n/n	Етапи розробки РП	Етапи розробки і впровадження			
		ТЗ	ТП	РП	впровадження
1	Базові норми часу трудомісткості	785	952.0	2008.0	526
2	Узагальнені кореговані коефіцієнти – $K_z$		1.26	1.06	1.53
3	Трудомісткість з урахуванням – $K_z$	785	1263.7	2288.2	808.0
4	Витрати часу з урахуванням нових інформаційних технологій	392.5	631.8	1144.1	404.0

Таким чином, загальна трудомісткість розробки комплексу задач СППР з урахуванням коефіцієнта, що відображує використання інформаційних технологій на базі ПЕОМ, становить - 2572.4 люд.-дн., в тому числі витрати часу безпосередньо на створення СППР (без впровадження) - 2168.4 людино-днів, або понад 9 людино-років. Чисельність розробників СППР може бути встановлено із відношення:

$$Ч = T_{заг} / \Phi_{пл},$$

де  $T$  - загальна трудомісткість робіт;

$\Phi$  - плануємий фонд часу, що витрачає один фахівець на рік.

Тоді

$$Ч = 2572.4 : 257 = 10 \text{ осіб.}$$

Система оцінки, що обирається для підтримки процесу прийняття рішень про розмір витрат при найбільш корисному їх розміщенні будується в залежності від періоду життєвого циклу і бажаних спрямувань оцінки результату суб'єктами діяльності.

Існуючі методи дозволяють через прогнозування оцінки обсягів ринкового попиту, витрат, що плануються на виробництво і експлуатацію ПЗ, цін реалізації або за результатами їх використання, прогнозувати фінансову здатність суб'єктів діяльності, вирішувати питання ув'язування розрахункових відносин

передачі науково-технічного продукту, розробки ПЗ як продукції виробничо-технічного призначення з інтересами кінцевого користувача. Можливість вартісної оцінки і порівняння цих результатів, усіх витрат у діапазоні по роках всього життєвого циклу ПЗ, дозволяє проектувати техніко-економічні показники ПЗ, які забезпечуватимуть розширене виробництво для усіх співучасників процесу створення і використання СППР.

Крім того існує група методів, за якими можна обґрунтувати доцільність розробки і впровадження ПЗ у конкретних системах, прив'язки і адаптації ПЗ до конкретних умов використання, проектування заходів щодо удосконалення систем на базі СППР. Висновок про ефективність ПЗ за цим підходом виконується з використанням інформації про об'єкт і специфіки використання ПЗ у конкретних умовах замовника, з урахуванням інформації про недоліки і переваги досліджуваних ПЗ по відношенню до технології рішення аналогічних задач, що обумовлюються як базові.

Комплексне використання такого підходу можна застосовувати для обчислення інтегрованого економічного ефекту.

Показник інтегрованого економічного ефекту визначаємо як суму перевищення вартісної оцінки результатів над вартісною оцінкою сукупних витрат ресурсів у кожному році  $t$  за увесь розрахунковий період ( $T$ ), який визначається від початку фінансування ( $t_n$ ) до прогнозованого року закінчення його ефективного використання [6].

В залежності від постановки комплексу задач, наявності необхідної інформації, потреби в терміновості і точності розрахунків, інтегрований економічний ефект може включати такі підстави:

- прогнозування змін техніко-економічних показників по роках створення і використання комплексу задач СППР;
- прогнозовані значення сталих техніко-економічних показників створення і використання комплексу задач СППР.

Припустимо, що значення обсягів цін, тікущих витрат, впливаючих на величину загальних витрат і результатів, є незмінними впродовж усього розрахункового періоду. Тоді

$$E_T = P_t - B_t;$$

де  $E_T$  - економічний ефект від заходів щодо створення і використання задач у розрахунковий період;

$P_t$  - вартісна оцінка результатів;

$B_t$  - вартісна оцінка витрат на заходи за розрахунковий період;

$T$  - розрахунковий період.

Початок фінансування -  $t_n$ , закінчення прогнозованого періоду -  $t_k$ .

Розрахунок інтегрального економічного ефекту виконуємо виходячи з того, що різночасові витрати і результати зводяться до єдиного терміну - розрахункового року -  $t_p$ . За розрахунковий рік приймаємо рік закінчення фінансування НДР, або рік початку використання результатів:

$$\lambda_t = (1 - \xi_H)^{t_p - t},$$

де  $\xi_n$  - норматив приведення витрат і результатів (норматив ефективності капітальних вкладів - 0,01);

$t_p$  - розрахунковий рік;

$t$  - рік, результати і витрати за яким приводяться до розрахункового.

Таким чином, розрахунки  $\lambda_t$  наведено у таблиці 5.

Таблиця 5.

Значення коефіцієнтів переведення

Роки, що передують розрахунковому	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Значення	1.94	1.77	1.61	1.46	1.33	1.21	1.10	1.00
Роки, що слідують за розрахунковим	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Значення	0.9	0.82	0.75	0.68	0.62	0.56	0.51	0.47

За  $\lambda_t$  визначаємо оцінку результатів як

$$P_T = \sum_{t=t_n}^{t_k} P_t \cdot \lambda_t$$

і вартісну оцінку витрат

$$B_T = \sum_{t=t_n}^{t_k} B_t \cdot \lambda_t = \sum_{t=t_n}^{t_k} (K_t - U_t) \cdot \lambda_t$$

де  $P_T, B_T$  - вартісні оцінки за період розрахунків;

$P_t, B_t$  - результати і витрати на всі види ресурсів у  $t$ -му році;

$K_t$  - єдиновременні витрати  $t$ -го року;

$\lambda_t$  - коефіцієнт приведення різночасових витрат і результатів до розрахункового року;

$U_t$  - експлуатаційні витрати, що пов'язані з тиражуванням, виробництвом і функціонуванням СППР у  $t$ -му році.

$t_n$  - початковий рік розрахункового періоду;

$t_k$  - останній рік розрахункового періоду.

Вартісна оцінка результатів проводиться за даними реалізаційної вартості передачі комплексу задач СППР

$$P_t = C_t \cdot A_t,$$

де  $A_t$  - кількість споживачів яким передавались задачі комплексу СППР, як науково-дослідної продукції за рік  $t$ ;

$C_t$  - ціна однієї передачі конкретної задачі і надання науково-технічних послуг при впровадженні системи.

Таим чином, інтегрований економічний ефект дорівнює:

$$E_1 = \frac{P_p - V_p}{K_p + E_n},$$

де  $P_p$  - незмінна по роках періоду розповсюдження СППР вартісна оцінка річного результату, яку розраховуємо на підставі середньої ціни реалізації і середньорічного обсягу реалізації СППР;

$V_p$  - незмінні по роках періоду розповсюдження СППР витрати на реалізацію заходів, тис. грн;

$K_p$  - коефіцієнт реновації основних фондів при тиражуванні системи, який визначається з урахуванням фактору часу на підставі прогнозованого терміну ефективного використання СППР.

**Практична реалізація.** Для виконання обчислень за описаним підходом пропонуємо автоматизовану систему процедурних розрахунків InterBase 6.0-6.1, що надає можливості альтернативного вибору. Варіант програмної реалізації інформаційної системи формування мінімальної технологічної схеми наведено на рис. 1-3.

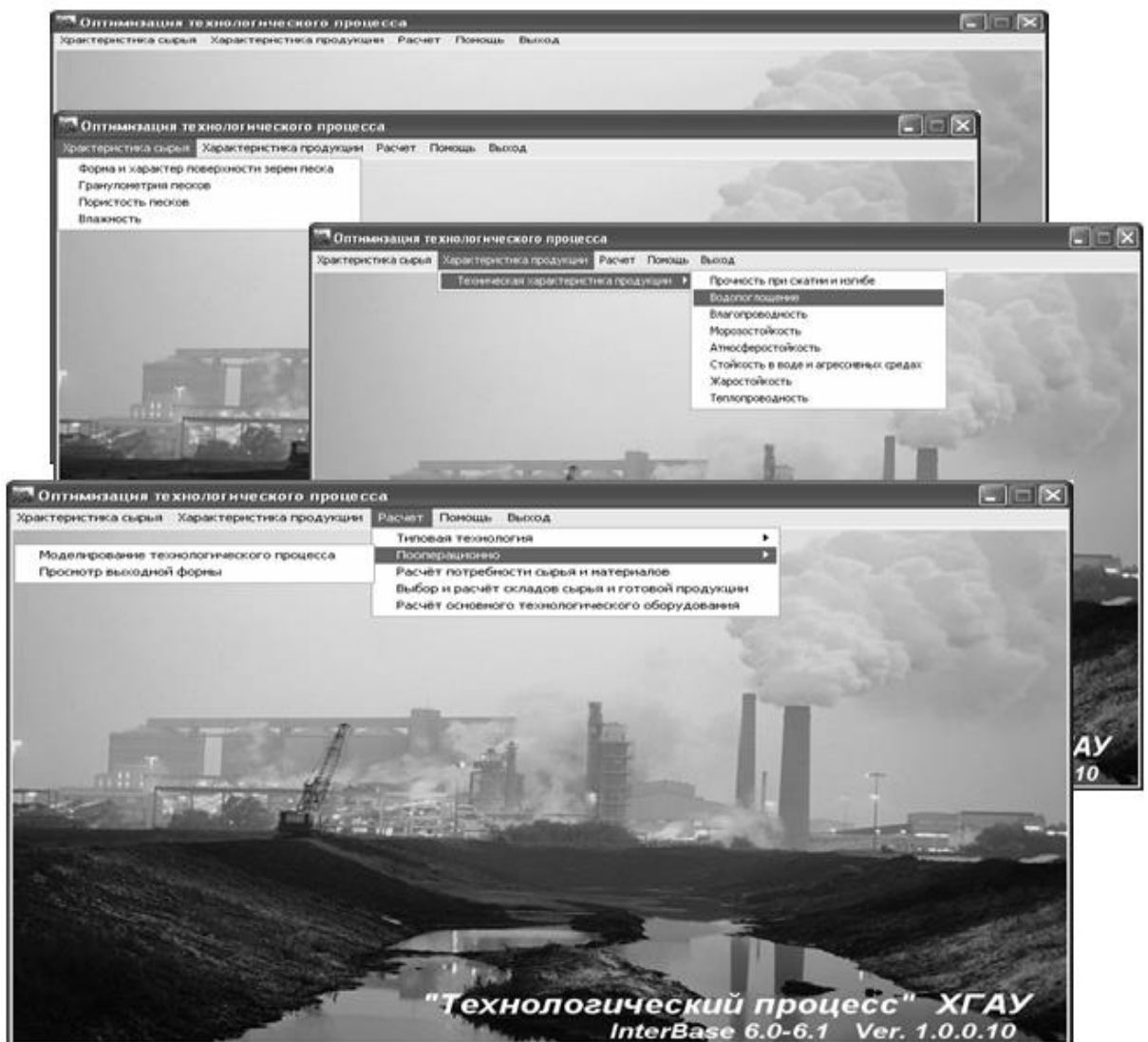


Рис. 1 Головне меню задачі оптимізації технологічного процесу

На рис. 1 відображено інтерфейс користувача. Система дозволяє виконувати розрахунки по роботі як комплексу типового технологічного процесу, так і окремих технологічних операцій. Також за допомогою ПЗ можливе визначення потреби в сировині і матеріалах, розрахунки запасу сировини і готової продукції.



ції, коригування параметрів розподілу ТО, сировини відносно ТО, прогнозування виходу продукції.

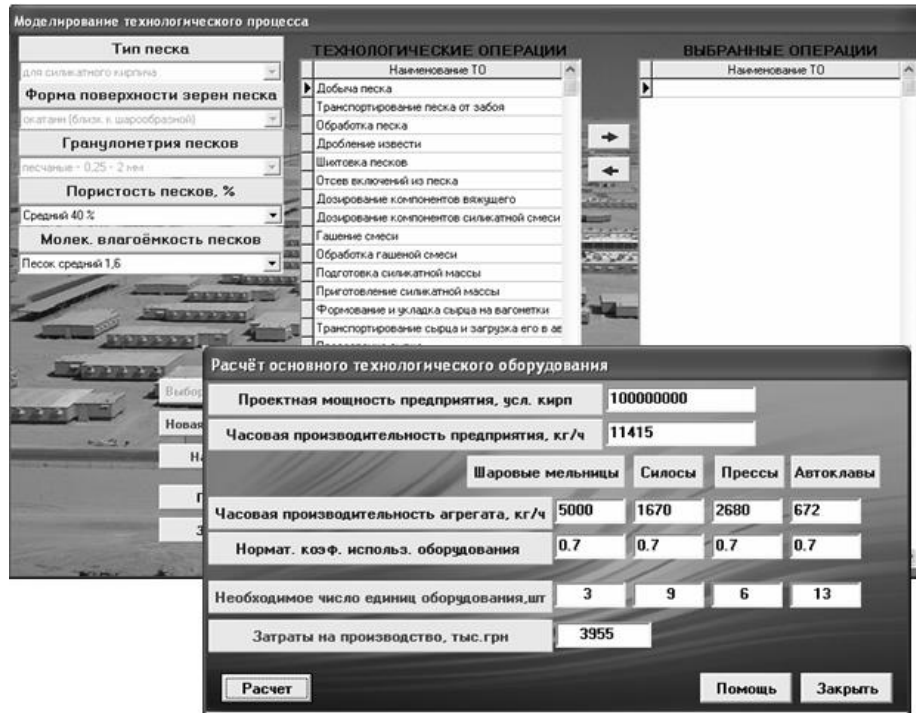


Рис. 2 Типова технологія виробництва продукції

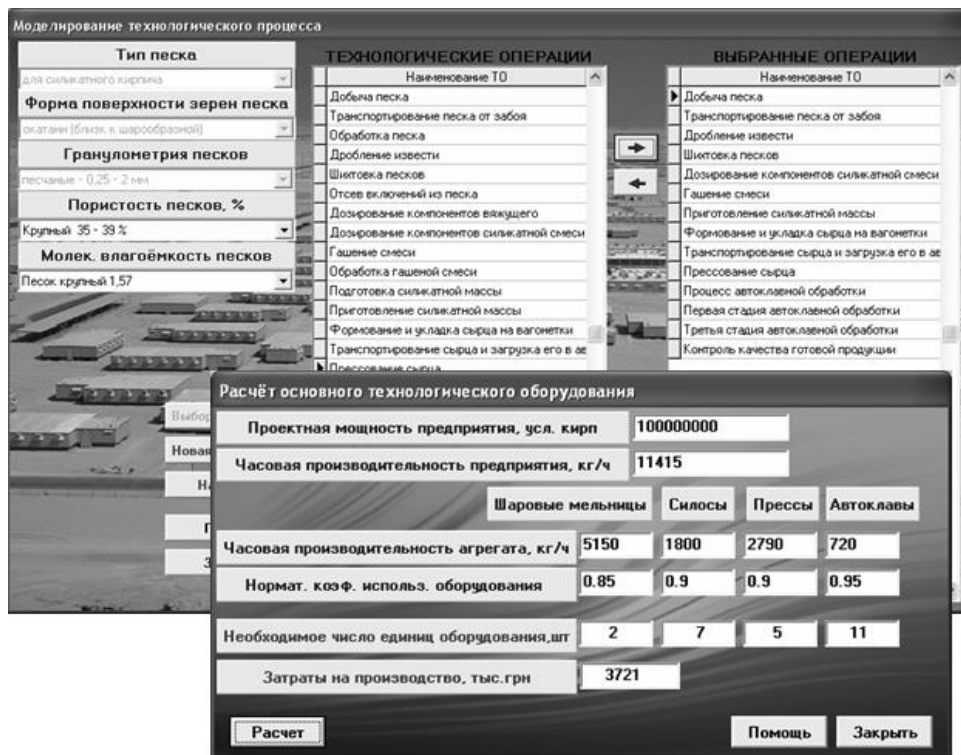


Рис.3 Мінімізована технологія виробництва продукції

На рис. 2-3 наведено приклад розрахунку потреби в основному технологічному устаткуванні для типової і мінімізованої технології виробництва продукції.

ції. До типової технології належить максимальний набір технологічних операцій, до мінімізованої – економічно визначена схема технологічного процесу.

**Висновки.** Запропонована комплексна методика визначення економічного ефекту дозволяє прогнозувати ефективність використання СППР шляхом коригування цін і обсягів її впровадження. Також слід зауважити, що розрахунки інтегрованого економічного ефекту проводилися нами за реальними цінами та обсягами щодо впровадження СППР.

Не важко передбачити, що з поліпшенням економіки в умовах жорсткої конкуренції потреба в оптимізації прийняття управляючих рішень за допомогою СППР буде постійно та стрімко зростати.

#### Література.

1. Укрупненные нормы времени на разработку программных средств вычислительной техники. - М.: Экономика, 1988. - 24 с.

2. Методические рекомендации по выбору и адаптации применительно к средствам вычислительной техники и информации методик расчета показателей экономической эффективности. - К., 1992. - 56 с.

3. Типовые нормы времени на программирование задач для ЭВМ. - М.: Экономика, 1989. - 124 с.

4. Методика расчета экономической эффективности программных средств вычислительной техники. М.: АН СССР, 1986. - 125 с.

5. Методика (основные положения) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. - М.: экономика, 1987. - 1987 – 54 с.

6. Методические рекомендации по комплексной оценке эффективности мероприятий, направленных на ускорение НТП. - М.: Информэлектро, 1989. - 7 с.

7. Методические материалы по определению договорных цен на программную продукцию. В кн. Методический материал по технико-экономическому обновлению договорных цен на программные средства. - К., АН Украины, СКТБ ПО, 1990. - 31 с.

8. Хавкин Л.М. Технология силикатного кирпича. – М., 1982.

9. Крініцин В.В., Міхеєв Є.К. - Автоматизована система економічної оцінки технології // ТНВ ХДАУ, - вип. 47, - 2006. - С.243 - 249.

10. Міхеєв Є.К. Інформаційні системи в землеробстві. Ч.2. Системи підтримки прийняття рішень на рівні оперативного планування і управління. Херсон. ХДУ, - 2006. - 356 с.

11. Проектирование информационных систем: Посібник/ за ред. В.с. Пономаренка. – К.: Видавничий центр «Академія», 2002. – 488с.

12. Гужва В.М. Інформаційні системи в міжнародному бізнесі. – К.: КНЕУ, 2002. 458 с.

13. Романов В.П. Интеллектуальные информационные системы в экономике: Учебное пособие/ Под ред. Д.э.н., проф. Н. П. Тихомирова. М.: Издательство «Экзамен», 2003. – 496 с.