

## **КОНЦЕПЦІЯ КЕРОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІНСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

Аналізується процес проектування інформаційних систем (ІС) управлінської діяльності. Пропонуються нові принципи моделювання задач керування технологічним процесом проектування, контролю та корекції плану робіт зі створення ІС. Визначена формальна модель керування проектуванням таких систем. Наведено приклад її застосування.

### ***Вступ***

Проблема створення ефективної ІС як технологічної компоненти діяльності органів державного управління є важливим практичним завданням проведення адміністративної реформи.

Розробка та запровадження ІС визначаються технологічним процесом (ТП) проектування, що встановлює дії, які виконуються з моменту формулювання вимог щодо проектування ІС до моменту її створення із задовільненням цих вимог [1]. Керування ТП — це планування, організація та контроль виконання проекту, від його ефективності залежить якість і життєздатність проектованої ІС.

Методологія проектування програмного забезпечення за допомогою ТП базується на концепціях та методах програмної інженерії [2–5], в межах якої забезпечується реалізація великих програмних систем та їхня конкурентноздатність [3].

ІС управлінської діяльності можна визначити як організаційно упорядковану сукупність документів, інформаційних технологій з використанням засобів обчислювальної техніки та зв'язку, що реалізують інформаційні процеси у всьому обсязі обчислень [6]. Такі системи належать до складних об'єктів, для яких характерні мульти-модельність представлення даних, велика зв'язність інформаційних компонентів, необхідність залучення до процесів проектування спеціалістів різних предметних областей для урахування специфіки та особливості керування цими процесами [7]. Тому однією з

важливих задач є автоматизація керування проектуванням ІС з використанням принципів та алгоритмів методів математичного програмування, стохастичних мережевих моделей та моделей, побудованих на статистичних даних, які підтримують загальні методи вирішення задач цього класу. Однак для предметної області розробки ІС управлінської діяльності ці принципи та моделі не є достатніми [3].

В зв'язку з цим в статті пропонуються нові принципи моделювання й оптимізації задач керування проектуванням ІС, починаючи з аналізу потреб до створення відповідного програмного продукту. Для цього розроблені формальні моделі управління проектуванням системи, ТП якої містить множину процесів переробок різних сукупностей робіт, що наближає цей метод до вимог спіральної моделі розробки програмних систем [3].

Застосування та апробація запропонованих принципів подається на прикладі проектування ІС "Система нормативно-правового і методичного забезпечення організації навчального процесу в загальноосвітніх навчальних закладах України на базі мережі Інтернет" ДР 0101U006513), далі ІС "ЗНЗ".

До етапів ТП проектування ІС "ЗНЗ" відносяться:

- встановлення вимог;
- специфікація вимог;
- проектування архітектури;
- реалізація;
- інтеграція;
- тестування;
- супроводження.

Згідно цих етапів [4] проведено моделювання задач керування ТП проектування ІС "ЗНЗ". Отримані результати були використані при практичному створенні проекту, який завершено в 2002 році. Розпорядженням МОН України ІС "ЗНЗ" введена в дію із реєстрацією в мережі Інтернет за адресою [www.znz.edu-ua.net](http://www.znz.edu-ua.net).

### Принципи керування проектуванням ІС

Процес керування ТП проектування ІС як послідовність дій, що виконуються у заданих умовах, відноситься до класу динамічних систем з великою кількістю елементів, складними зв'язками між ними і стохастичним характером їх поведінки. Така система складається з керуючої і керованої підсистем, з'єднаних між собою засобами (каналами) передачі інформації. На вхід у систему надходить інформація про потребу автоматизації певних функцій чи процесів, визначених базовим документом, наприклад технічним завданням, а на виході — ІС із заданими характеристиками (надійність, якість тощо).

Під керованою підсистемою розуміється ТП проектування, розробки і використання ІС. Складовими частинами цієї підсистеми є ресурси ТП — технічні засоби (ТЗ) і кількість виконавців. На підсистему впливають зовнішні фактори: зміна вимог замовника, внутрішні збої, ремонт ТЗ, простої через хвороби членів команд, помилки виконавців, що призводять до повторення операцій чи етапів робіт.

Підсистема керування — це керування програмним проектом і засобами автоматизації учасників розробки ІС.

Керування розглядається як циклічно повторюваний процес впливу органа керування на керований об'єкт, для якого на основі способів обробки інформації й оцінки ситуації виробляються план досягнення мети, здійснюється контроль його виконання і корекція залежно від зміни умов і обставин, виробляються нові впливи, вибрані з множини варіантів плану.

Розглянемо постановку задачі керування проектом.

Припустимо, **задано** варіант плану ( $X$ ) виконання комплексу робіт із проектування ІС за такими даними:

- укрупнений сітковий графік виконуваних робіт  $G$ , що складається з послідовності виконуваних робіт;
- характеристика кожної  $l_i$ -роботи ( $l_i \in L$ ), її обсяг  $q_i$  і вид  $W_i$ ,
- сукупність ресурсів  $R = \langle R_L, R_S \rangle$  (трудова  $R_L$  і матеріальна  $R_S$ ), у тому числі їх кількість і види;
- норми споживаних ресурсів за видами робіт  $NR_i \in NR$ ;
- закон розподілу випадкових величин  $F = \{F_1, \dots, F_r\}$ , що характеризують вплив випадкових факторів: помилки при виконанні робіт, збої, ремонт ТС тощо.

Нехай **потрібно** визначити величину  $Y$  для заданого моменту часу усеїдині планового періоду  $[t_0, T]$  з вірогідністю  $P$  і такими очікуваними характеристиками ТП:

- терміни завершення окремих робіт і ймовірність закінчення роботи в заданий термін;
- обсяг необхідних ресурсів (загальний і по кожній роботі) та обсяг робіт з урахуванням переробок:

$$Y = Y(X(G, R, L, NR), F, t_0, T). \quad (1)$$

Нехай  $X$  належить області  $D$  припустимих варіантів плану,  $K(X)$  — критерій оптимальності варіантів плану. Потрібно знайти такий  $X^* \in D$ , при якому мінімізується заданий критерій:

$$K(X^*) = \min_{X \in D} K(X). \quad (2)$$

Використовуючи формули (1, 2), сформулюємо основні задачі визначення плану:

1) складання такого плану  $X$  при заданих  $R, G, L, NR, F, t_0, T$ , при якому вихідні параметри знаходяться в області  $Y^D$ :

$$Y = Y(X) \in Y^D; \quad (3)$$

2) вибір такого плану комплексу робіт  $X$ , який буде оптимальним при

заданому критерію і полягає в рішенні задачі (2).

У процесі виконання плану робіт згідно ТП проводиться оперативний контроль, суть якого полягає у визначенні в момент  $t$  розбіжностей між фактичним станом ТП та значеннями його параметрів згідно плану  $X$ .

Адаптивна корекція плану здійснюється шляхом визначення такого  $X^*$ , що виходить з поточного стану процесу і враховує співвідношення (2) чи (3).

**Найбільш розповсюдженими методами рішення** таких задач є:

- метод математичного програмування;
- стохастичні мережеві моделі;
- моделі, побудовані на статистичних даних.

Метод математичного програмування не враховує вплив випадкових факторів, що призводить до грубих оцінок ТП.

Стохастичні мережеві моделі дозволяють враховувати такі випадкові фактори ТП, як збій, ремонт ТЗ, хвороба виконавців тощо. При цьому може не враховуватись специфіка ТП як процесу з множиною переробок різних сукупностей робіт, що спричиняються помилками виконавців.

Прийнятним інструментом є відомі моделі оцінки термінів і витрат (модель СОСОМО Боема) на ЖЦ ПЗ [2]. Вони ґрунтуються на статистичних даних керування програмними проектами. Модель СОСОМО увібрала в себе три техніки виміру проекту: експертну, алгоритмічну на базі оцінок розміру системи, моделюючи техніку "позначка—модель". Боем створив модель СОСОМО ще в 70-х роках, використовуючи показники ціни, а також інші оцінки: персонал, властивості проекту, продукту та середовища [3]. Ця модель включає оцінку трьох стадій ведення проекту. На першій стадії будуються прототиби розв'язку задач підвищеного ризику (інтерфейс користувача, програмне забезпечення, система взаємодії, виконавські властивості тощо).

Оскільки на цій стадії розміри проекту передбачити важко, оцінки

даються в термінах так званих об'єктних точок, як, наприклад, кількість баз даних, таблиць у базі даних клієнта, відсотки представлення екранів і повторне використання звітних форм, запозичених з попередніх проектів.

На другій стадії оцінюються витрати на проектування і реалізацію функціональних точок проекту, відображених у вимогах до проекту.

Третя стадія оцінки належить до завершення проектування, коли розмір системи може визначатися кількістю рядків програм та інших чинників.

Для вирішення задач керування ТП проектування ІС будемо розглядати **модель процесу проектування ІС**, яка включає всі види робіт, необхідних при виконанні процесу створення, проміжні стани ТП, функції оцінки ризику, вартості з урахуванням внеску виконавців (їхнього інтелекту тощо., збоїв і ремонту ТС та інше.

Окрім того, в цю модель можуть включатися нормативи, характеристики операцій, властивості конкретних ТП.

Для формалізації керування ТП пропонується графомовна модель  $B$ , визначена на таких множинах:

- 1)  $W = \{W_1, \dots, W_{n1}\}$  — типи елементарних робіт;
- 2)  $S = \{S_1, \dots, S_{n2}\}$  — стани ТС;
- 3)  $L = \{L_1, \dots, L_{n3}\}$  — ознаки кваліфікації виконавців;
- 4)  $P = \{P_{ij}\}, i = 1, n, j = 1, n,$

де  $P_{ij}$  — імовірність повернення для типу роботи  $W_i$  у вершину  $Z_j$ , тобто імовірність переробки окремих робіт системи, починаючи з події у вершині  $Z_j$  при виявленні помилки чи зміні вимог до ІС під час виконання деякої роботи типу  $W_i$ .

Перші три множини визначаються видом конкретного ТП, що використовується при проектуванні ІС. Множина  $P$  визначається типом ІС, що проектується (інформаційні системи, системи організаційного керування, системи реального часу й ін.).

Граф  $B = \langle Z, N \rangle$  є орієнтованим зв'язаним графом, де  $Z$  — множина вершин;  $N$  — множина дуг.

Цей граф має властивості:

– існує єдина вершина графу  $Z_1$ , з якої дуги тільки виходять, тобто не існує дуг  $(Z_j, Z_1)$ ;

– існує єдина вершина  $Z_h$ , у яку дуги тільки входять, тобто не існує дуг виду  $(Z_h, Z_j)$ ;

– у графі відсутні замкнуті шляхи, усі шляхи в ньому прості.

На рисунку наведено загальний вид графу В [3]. У ньому темними кружками відзначені початкова і кінцева точки, а на дугах додатково зазначено час, за який даний вид роботи буде повністю завершений.

Число на дузі може вказувати день завершення процесу. Дугам, що виходять з початкової вершини і входять у заключну вершину, відповідає часова позначка 0. Ця позначка дозволяє вказати на паралельних дугах, який із процесів виконуватиметься раніше (шляхом підсумовування числових часових міток) і який буде передувати даному процесу, та порівняти визначене число із заданим на рівнобіжній дузі.

Даний метод аналізу називається методом критичної траєкторії і дозволяє оцінити кожен процес окремо,

скласти порівняльні характеристики декількох дуг проекту. Для проведення аналізу потрібно для кожного процесу на графі визначити прогнозований чи реальний час його виконання, а потім знайти різницю між першим і другим часом. Він обчислюється для усіх вершин графу в напрямку від початкової вершини по всіх дугах до кінцевої.

У деяких планах можуть бути циклічні шляхи. У цьому випадку аналіз критичних шляхів ускладнюється, оскільки дані про тривалість кожного процесу завжди приблизні. Іншими словами, на підставі деякої вірогідної оцінки визначається часовий інтервал, у межах якого процес функціонує.

Таким чином, кожен процес описується за допомогою трьох основних параметрів:

- початкова точка процесу;
- тривалість (термін) — інтервал часу, за який процес повинен успішно завершитися;
- кінцева точка — одержання результату розробки на ТП.

Кожна вершина визначає подію чи набір подій, що відбулися до входу в

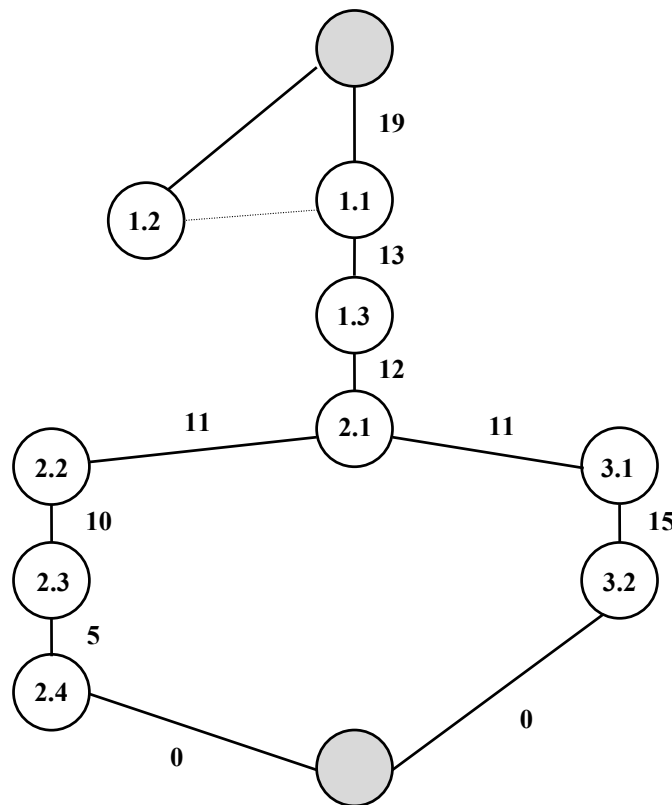


Рисунок. Граф плану з часовими термінами на дугах

неї, і описується набором умов початку процесу.

Кінцева точка є контрольною, де замовник перевіряє результати процесу (якість, вартість і ін.) після його завершення.

Граф  $B$  задає типовий технологічний маршрут процесу проектування ІС, тобто він визначає послідовність і час виконання робіт. Маршрут залежить від виду процесу і типу ІС, яку проектують.

При виникненні різних ситуацій (збої, хвороби тощо) при виконанні процесу може з'явитися необхідність повернення на попередні етапи процесу, як це робиться в спіральних моделях для внесення змін на попередніх етапах розробки.

У зв'язку з цим визначимо граф повернення  $V$ , у якого множина вершин збігається з множиною вершин вихідного графу  $B$ , а дуги утворені за таким правилом: дуга  $(Z_i, Z_j)$  існує, якщо ймовірність  $P_{ij} \in P$  не нульова.

У результаті створюємо граф робіт  $\bar{B}$  шляхом злиття графу  $V$  із графом, отриманим із  $B$  заміною деяких дуг підграфами з графу  $V$  чи з використанням декількох паралельних дуг.

Побудований у такий спосіб граф  $\bar{B}$  може бути мультиграфом, структура якого залежить від розбивки ІС на окремі підсистеми.

Якщо кожна дуга графу відображається у множину робіт, тоді одержимо схему проекту, тобто пару  $\langle \bar{B}, \psi \rangle$ , у якій  $\bar{B}$  — граф робіт;  $\psi$  — відображення множини дуг  $N$  у множину робіт  $W$ .

Кожна дуга (робота) з множини  $N$  графа  $\bar{B}$  співставлена з типом роботи процесу, причому кожній дузі, що належить множині дуг графу  $V$ , ставиться у відповідність тип роботи з  $W$ . Будемо вважати, що керування виконанням робіт буде проводитися по заздалегідь складеному сітковому графіку:

$$\langle \bar{B}, \psi, \Omega \rangle,$$

де  $\langle \bar{B}, \psi \rangle$  — схема проекту;

$\Omega$  — відображення  $N$  у  $R^+$  (на множині дійсних чисел);

$\Omega(L_i) = \tau_i, i = 1, m$  — обсяг роботи  $L_i$  в днях.

Дамо тлумачення сітковому графіку.

Нехай є проект, що складається з робіт  $L_j (j = 1, m)$ . Для кожної роботи задано обсяг. Подія, яка задається вершиною  $Z_1$ , означає початок усіх робіт (дуги виходять з  $Z_1$ ). Кожний проміжний стан  $Z_i$  означає закінчення роботи, вхідної до  $Z_i$ , і початком робіт, вихідної з  $Z_i$ . Настання події  $Z_h$  означає закінчення всіх робіт.

Планом проекту називається кортеж  $\langle \bar{B}, \psi, \Omega, \gamma \rangle$ ,

де  $\langle \bar{B}, \psi, \Omega \rangle$  — сітковий графік; відображення  $\gamma : N \rightarrow F\psi_s \times F\psi_i \times F\psi_n \times R^+ \times P$  задане на таких множинах:

$F\psi_s$  — функцій виду  $\psi_s : S \rightarrow N$ ;

$F\psi_l$  — функцій виду  $\psi_l : L \rightarrow N$ ;

$F\psi_n$  — функцій виду  $\psi_n : S \times L \rightarrow R^+$ ;

$N$  — натуральних чисел.

Дамо інтерпретацію плану проекту по розробці ІС згідно заданого сіткового графіка  $\langle B, \psi, \Omega \rangle$  і за умови, що кожній дузі поставлено у відповідність

$$\chi(l_i) = \langle \psi_s^i(S_1), \dots, \psi_s^i(S_{n2}), \psi_l^i(L_1), \dots, \psi_l^i(L_{ns}), \psi_n^i(V_1), \dots, \psi_n^i(V_{nz}), \psi_n^i(l_{n1}), \dots, \psi_n^i(l_{n3}, \lambda_i, P_i) \rangle,$$

де  $\psi_s^i(S_j)$  — кількість ТЗ виду  $S_j$ ;

$\psi_l^i(S_1)$  — кількість співробітників  $L_j$  — кваліфікації;

$\psi_n^i(V_j)$  — норми споживання ресурсів виду  $V_j$ ;

$\lambda_i$  — коефіцієнт прискорення робіт при повторному використанні,

$P_i$  — імовірність існування дуги  $l_i$ .

Таким чином, формалізований опис процесу проектування ІС можна представити у вигляді кортежу

$$\langle \bar{B}, \psi, \Omega, \gamma \rangle. \quad (4)$$

Спираючись на це формалізоване представлення уточнимо задачі (1) – (3) у термінах запропонованої моделі.

1. Нехай задано план проекту відповідно до (4) і потрібно визначити для періоду  $[t_0, T]$  з вірогідністю  $P$  імовірність виконання проекту в плановий термін

$$P(t < T) = t(\bar{B}, \psi, \Omega, \gamma, t_0)$$

і математичне чекання терміну закінчення робіт

$$M(t) = M(t(\bar{B}, \psi, \Omega, \gamma, t_0)). \quad (5)$$

2. Побудувати календарний план  $\mathfrak{R}$ , якщо заданий план проекту  $\langle \bar{B}, \psi, \Omega, \gamma, t_0 \rangle$  і плановий період  $[t_0, T]$ :

$$\mathfrak{R} = \mathfrak{R}(\bar{B}, \psi, \Omega, \gamma, t_0). \quad (6)$$

3. Вибрати такий план  $X(B, \psi, \Omega, \gamma, t_0)$ , де  $X = \{X_1, \dots, X_n\} \in D$ , який був би оптимальним щодо обраного критерію  $K$  и сприяв виконанню робіт на інтервалі часу  $[t_0, T]$ .

Як критерій розглянемо

$$K(X) = \min_{X \in D} T, \quad (7)$$

де  $T$  — час виконання проекту. Уточнимо цей критерій за допомогою параметра  $R_S$ :

$$K(X) = \min_{S \in D} R_S,$$

який дорівнює  $R_S = \{r_1^S, \dots, r_n^S\}$ ,  $\psi_S(S_i) \leq r_i^S$ . При  $S = L$  одержуємо

$$K = \min_{L \in D} R_L. \quad (8)$$

4. Знайти такий розподіл ресурсів по роботах  $\psi(R)$ , щоб з імовірністю  $\alpha$  математичне чекання закінчення проекту  $T$  відрізнялося від планового терміну не більше ніж на величину  $c$  з вірогідністю

$$P(M(t) - T(< c)) = \alpha. \quad (9)$$

Запропонований алгоритм забезпечує оцінку і вибір оптимальних параметрів ТП. Він дозволяє:

– імітувати реальну функцію системи, описану у вигляді моделі;

– збирати статистику в процесі імітації;

– одержувати розподіл ресурсів по роботах так, щоб проект був виконаний у директивний термін.

### Застосування визначеного підходу

Застосування запропонованих принципів та алгоритмів розглядається на прикладі проекту ІС "ЗНЗ", мета якого полягає у формуванні глобального інформаційного середовища та забезпеченні оперативного доступу управлінських і викладацьких кадрів освіти до інформаційних ресурсів організації навчального процесу в загальноосвітніх навчальних закладах України на базі мережі Інтернет.

**Цілі та завдання проекту** полягали у створенні ІС "ЗНЗ" як сукупності документів нормативно-правового і методичного забезпечення навчального процесу в середній школі на базі системи організаційного забезпечення інформаційного наповнення цієї ІС, розподіленого комп'ютерно-телекомунікаційного середовища, автоматизованого банку даних (АБД) з підтримкою ТП ведення баз даних (завантаження, актуалізації АБД) з віддалених робочих станцій та динамічного відображення документів АБД в Інтернет через сайт з авторизованим доступом або тиражуванням на CD-диски. Взаємодія користувача з системою здійснюється з використанням стандартних програм-браузерів через єдиний інтерфейс як для Інтернет, так і CD-версії. Він має можливість пошуку необхідної інформації в АБД шляхом введення пошукових параметрів у стандартизованій формі, що забезпечує позиціонування за критеріями атрибутного або повнотекстового пошуку.

**Вихідні дані задачі керування проектом.** Для вирішення задачі керування проектом ІС "ЗНЗ" задається варіант плану ( $X$ ) виконання комплексу робіт з визначенням:

– укрупненого сіткового графіку  $G$ ;

– характеристики кожної роботи  $li$ ;

- сукупності ресурсів  $R$  (трудо-вих  $R_L$  і матеріальних  $R_S$ );
- норм споживаних ресурсів за видами робіт  $NR_i$ .

Перелік трудових ресурсів ІС "ЗНЗ" наведено відповідно в табл. 1, а матеріальних — в табл. 2.

Таблиця 1. Трудові ресурси проекту ІС "ЗНЗ"

Ідентифікатор	Назва	Кількість
R <sub>L1</sub>	Керівник проекту	1
R <sub>L2</sub>	Економіст проекту	1
R <sub>L3</sub>	Експерт-аналітик в галузі середньої освіти	2
R <sub>L4</sub>	Системний аналітик-адміністратор	1
R <sub>L5</sub>	Системний адміністратор	2
R <sub>L6</sub>	Системний програміст	2
R <sub>L7</sub>	Веб-дизайнер	1
R <sub>L8</sub>	Прикладний програміст	3
R <sub>L9</sub>	Контент-адміністратор	1
R <sub>L10</sub>	Програміст-тестувальник	1
R <sub>L11</sub>	Оператор-тестувальник	1
R <sub>L12</sub>	Оператор-сканувальник	2
R <sub>L13</sub>	Оператор ведення баз даних	1
R <sub>L14</sub>	Інженер-експлуатаційник технічних засобів	3

Таблиця 2. Матеріальні ресурси проекту ІС "ЗНЗ"

Ідентифікатор	Назва	Сума
R <sub>S1</sub>	Заробітна плата	67524
R <sub>S2</sub>	Нарахування на заробітну плату 37,2%	25119
R <sub>S3</sub>	Лінії зв'язку Укртелекому для доступу до Інтернету	6800
R <sub>S4</sub>	Каналу доступу до Інтернету 128 Кбіт/с	12960
R <sub>S5</sub>	Обладнання (комп'ютерне, комунікаційне, мережеве)	20000
R <sub>S6</sub>	Матеріали, комплектуючі	2000
R <sub>S7</sub>	Відрядження, участь в науково технічних конференціях	4000
R <sub>S8</sub>	Науково-технічна література, спеціалізовані видання	2000

Проект ІС "ЗНЗ" виконувався як науково-дослідна робота (НДР) на замовлення Міністерства освіти і науки України за встановленим порядком, згідно з яким спочатку необхідно оформити запит на виконання цієї НДР. Запит включає загальний опис проекту та етапи його виконання, тобто підготовка запиту — це вже власне початок виконання проектних робіт, тому при побудові укрупненого сіткового графіка перелік подій та

робіт починаємо з підготовки заявки-запиту на виконання НДР. Окрім того, з боку замовника сформульовані вимоги щодо побудови ІС "ЗНЗ" в трирівневій архітектурі клієнт — сервер з використанням СКБД Oracle. Це обумовлює можливість планування одночасних робіт по встановленню вимог, специфікації вимог та робіт по придбанню та монтажу технічних засобів, інсталяції ОС, СКБД, навчання персоналу.

Таблиця 3. Вихідні дані плану проекту ІС "ЗНЗ"

№	Назва роботи	Код	Результат	Параметри $B$			Параметри $V$	
				$T_{min}$	$T_{max}$	Норми	$\lambda_i$	$P_i$
0	Узгодження заявки-запиту на виконання ІС "ЗНЗ"	0-1	Виграний тендер на НДР	14	26	14	0.6	0.3
1	Укладання договору Узгодження ТЗ	1-2	Формування колективу виконавців, підписання контрактів	7	21	15		
		1-5	Авансове фінансування	7	29	20		
2	Специфікація технічних засобів	2-6	Визначені технічні засоби (канали зв'язку, Intel-платформа, CISCO-маршрутизатори, Tainet-модеми)	1	3	1		
3	Визначення програмної платформи. Вибір СКБД	3-6	Визначена програмна платформа: Windows 2000, Linux Mandrake 8.1; СКБД Oracle 9i	2	3	2		
4	Специфікація трудових ресурсів	4-5	Структура трудових ресурсів, загальний розмір заробітної плати	3	5	5		
5	Проведення обстеження. Аналіз вимог	5-8	Ескізний проект	21	63	30	0.9	0.1
6	Придбання та налагодження технічних та програмних засобів	6-7	Готовність апаратної платформи. Операційні системи Windows 2000 Server, Linux Mandrake 8.1 інстальовані	21	27	25		
7	Навчання персоналу роботі з СКБД Oracle 9i: системне адміністрування, прикладне програмування	7-8	СКБД Oracle 9i інстальована, сконфігурована, завантажені тестові таблиці	30	35	30		
8	Розробка концептуальної моделі	8-11	Затверджений розпорядчими документами механізм інформаційного наповнення системи	7	21	10		
		8-9	Визначені об'єкти БД документів, БД навчальної літератури, БД засобів навчання, БД педагогічних програмних засобів	7	14	9		
9	Проектування архітектури	9-10	Створена функціональна модель серверної та клієнтської частин	15	20	15	0.8	0.3



	Назва роботи	Код	Результат	Параметри <i>B</i>			Параметри <i>V</i>	
10	Проектування графічних ресурсів системи	10-14	Форми інтерфейсу користувача, загальний дизайн сайту www.znz.edu-ua.net	25	30	28	0.2	0.5
11	Збір вихідних базових документів та зберігання у файлової системі Windows	11-15	Набір txt/doc-файлів на сервері Windows 2000	14	21	14		
12	Проектування БД (логічна, фізична схеми)	12-13	Інтернет версія системи: серверна (Oracle) та клієнтська частини. Бази даних та приєднані файли завантажені в систему	55	80	65		
13	Розробка прикладного програмного забезпечення	13-15	АРМ контент-адміністратора, java-сервлети Веб-відображення бази даних, компоненти: реєстрація користувачів, автоматична розсилка	45	65	57		
14	Програмування дизайну	14-15	Набір програмних та HTML-компонент на сервері Linux Mandrake 8.1	12	15	12		
15	Інтеграція програмних компонентів. Первинне наповнення БД	15-16	Тестування Інтернет-версії системи. Реєстрація та промоутинг сайту www.znz.edu-ua.net	8	10	8		
16	Розробка CD-версії системи:	16-17	CD-версія системи: серверна (MySQL) та клієнтська частини, експериментальна партія CD "ЗНЗ"	55	80	65		
18	Тестування системи	18-19	Модифікація ПЗ, документації	10	21	10	0.5	0.2
19	Введення системи в дію	19-20	Наказ МОН про введення системи в дію Укладені угоди на інформаційне обслуговування. БД зареєстрованих користувачів	20	30	25		
20	Супроводження системи	20-0	Актуалізовані БД (Інтернет, CD-версії). Модифіковане програмне забезпечення	<i>визначається поза схемою проекту</i>				

Вихідні дані плану проекту ІС "ЗНЗ", наведено в табл. 3, де в стовпчиках *B*, *V* наведено параметри вихідних графів *B* та *V* відповідно. Визначення нормативних показників для даного

проекту здійснюється методом експертного оцінювання з урахуванням досвіду попередніх проектів або стандартних нормативів за допомогою довідника нормативних показників [10 – 12].

**Отримані результати.** Для керування розробкою ІС "ЗНЗ" із застосуванням запропонованих принципів була побудована модель плану проекту. Це забезпечило відповідну якість керування ТП ІС "ЗНЗ" та оптимальне використання наявних ресурсів, особливо трудових, в умовах нестабільного бюджетного фінансування проекту. ТП реального проектування великою мірою проводився згідно побудованої моделі проекту ІС "ЗНЗ", особливо на етапах 9–10 — проектування архітектури та 10–14 — проектування графічних ресурсів системи: форми інтерфейсу користувача, загального дизайну сайту. На цих етапах спостерігалось повторне виконання робіт етапу через уточнення вимог, а також часткове використання результатів попередньої ітерації. Для оптимізації сіткового графіка робіт була розрахована вірогідність  $P$  настання кінцевої події у заданий термін. Розрахунок виконувався шляхом визначення математичного очікування та дисперсії на вихідних даних проекту за формулами та таблицями згідно [13]. Отримано значення вірогідності  $P$ , що дорівнює 0.47. Це значення знаходиться в інтервалі [0.35; 0.65], тобто оптимізація сіткового графіка не була потрібна. Кінцевий термін розробки ІС "ЗНЗ" відповідав визначеному в моделі плану проекту.

### **Висновки**

Проведені дослідження щодо керування ТП проектування ІС, а також аналіз математичних підходів, які визначають загальні методи вирішення задач цього класу.

Запропоновані нові принципи моделювання задач керування ТП проектування програмного забезпечення на основі формальної моделі управління проектуванням ІС, контролю та корекції плану робіт.

Побудовано алгоритм, що враховує специфіку ТП проектування ІС як процесу з множиною переробок різних сукупностей робіт з різними коефіцієнтами імовірності повернення при виявленні помилки чи зміні вимог

до ІС. У процесі виконання плану робіт алгоритм передбачає проведення контролю та корекції плану згідно параметрів ТП.

Наведено приклад використання та апробації розроблених принципів при проектуванні ІС "ЗНЗ", що введена в дію в 2003 році. ІС "ЗНЗ" була презентована на конференції представників обласних управлінь освіти в Центральному інституті післядипломної педагогічної освіти, на Шостій Міжнародній виставці навчальних закладів "Сучасна освіта в Україні — 2003". Вона має позитивні відгуки серед фахівців в галузі освіти та інформаційних технологій.

Перспектива розвитку цього напрямку полягає в реалізації на базі запропонованих принципів автоматизованої інтелектуальної системи у вигляді АРМ "Керування проектом" з використанням механізмів штучного інтелекту (нейронні мережі, нечіткі множини). Вона дозволить автоматично виконувати адаптивне моделювання ТП керування створенням ІС з можливістю корегування плану проекту в реальному часі. В межах цієї системи передбачається формування бази знань загального процесу проектування, а також попередніх проектів, що були розроблені даною командою програмістів. Це створить можливість автоматично синтезувати шаблони та автоматичні помічники, що адаптуються до типу проекту та користувачів системи. Крім того, буде скорочуватися розробка ІС за рахунок накопичення артефактів проекту в базі знань.

1. ДСТУ 2941–94. Системи оброблення інформації. Розроблення систем. Терміни та визначення. — Київ: Держстандарт України, 1995. — 19 с.
2. Бозм Б.У. Инженерное проектирование программного обеспечения. — М.: Радио и связь, 1995. — 511 с.
3. Бабенко Л.П., Лаврішчева К.М. Основи програмної інженерії. — К.: Знання, 2001. — 269 с.
4. Мацяшек Лешек А. Анализ требований и проектирование систем. Разработка информационных систем с использованием UML: Пер. с англ. — М.: Вильямс, 2002. — 428 с.

5. Леффингуэл Д., Уигриг Д. Принципы работы с требованиями к программному обеспечению. Унифицированный подход; Пер. с англ. — М.: Вильямс, 2002. — 446 с.
6. Перевозчикова О.Л. Сучасні інформаційні технології. — К.: Ін-т економіки та права "Крок", 2002. — 120 с.
7. Валькман Ю.Р. Интеллектуальные технологии исследовательского проектирования: Формальные системы и семиотические модели. — К.: Port—Royal, 1998. — 250 с.
8. Автоматизированные системы управления. Стадии создания. ГОСТ 24.601-86. — М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1986. — 7 с.
9. Саати Т., Кернис К. Аналитическое планирование. Организация систем. — М.: Радио и связь, 1991. — 222 с.
10. Постанова Кабінета Міністрів України від 20 липня 1996 № 830. Про затвердження Типового положення з планування, обліку і калькулювання собівартості науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт. — [www.rada.kiev.ua/laws/pravo/new/cgi-bin/-show.cgi](http://www.rada.kiev.ua/laws/pravo/new/cgi-bin/-show.cgi).
11. Типовые нормы времени на программирование задач для ЭВМ. — М.: Экономика, 1988. — 268 с.
12. Интеллектуальная собственность требует оценки. — [http://citto.dc.donetsk.ua/ru1251/-library/m\\_akad3.htm](http://citto.dc.donetsk.ua/ru1251/-library/m_akad3.htm).
13. Корн Г., Корн Т.К. Справочник по математике для научных работников и инженеров. — М.: Наука, 1970. — 719 с.

Отримано 17.02.03

### Про авторів

*Задорожна Наталія Тимофіївна*

завідувач відділом

*Місце роботи автора:*

Інститут засобів навчання АПН України,  
вул. М. Берлінського, 9,  
Київ, 04060,  
Україна

Тел. (044) 213 8286

E-mail: [admin@edu-ua.net](mailto:admin@edu-ua.net)

*Валь Кирило Львович*

магістр

*Місце роботи автора:*

кафедра прикладної математики НТУУ "КПІ",  
просп. Перемоги, 37,  
Київ, 04056,  
Україна

Тел. (044) 211 3327

E-mail: [kirval@edu-ua.net](mailto:kirval@edu-ua.net)