

МЕНЕДЖМЕНТ ПРОЕКТУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОРГАНІВ ДЕРЖАВНОГО УПРАВЛІННЯ

Н. Т. Задорожна

Інститут засобів навчання АПН України, 04060, Київ, вул. М.Берлінського, 9, тел. 213 8286
e-mail: admin@edu-ua.net

Аналізується менеджмент проекту інформаційних систем (ІС) управлінської діяльності на базі сучасних принципів керування створенням програмного забезпечення. Визначена формальна модель проектного менеджменту таких систем. Наведено приклад застосування запропонованих принципів

The information systems project management process to support for Government bodies is analyzed. The analyses is based on modern principles of software management project. The formal model for project management of information systems in this area is defined. The example using of the proposed principles is represented.

Вступ

Головне завдання ІС підтримки діяльності органів державного управління полягає у створенні інформаційного середовища на базі мережевих, комп'ютерних, програмно-технічних засобів та сучасних технологій для забезпечення ефективних процесів управління та прийняття рішень в умовах активного розвитку суспільства та проведення адміністративної реформи управління. Завдання ІС цього класу полягає у здійсненні інформаційно-аналітичної підтримки процесів управління і забезпеченні управлінського апарату достовірною, повною, оперативною інформацією, оскільки саме це є необхідною умовою прийняття обґрунтованих рішень і чинником більшої дієвості, гнучкості, динамічності в діяльності управлінських органів.

На теперішній час існує широкий спектр програмних систем, які вирішують задачі електронної обробки документів, в тому числі в органах державного управління. Однак створення цілісної системи з урахуванням багатьох конкретних факторів цієї предметної області потребує технології проектування з визначенням принципів, методик та моделей, на базі яких можна виконувати розробку власної програмної системи або здійснювати науково обґрунтований вибір відповідних програмних платформ, які пропонує сучасний ринок.

Разом з тим успішність розробки значною мірою залежить від менеджменту проекту ІС. Методи та засоби проектного менеджменту (Project Management) застосовуються для різних предметних областей, у тому числі і при проектуванні ІС. Метою менеджменту проекту ІС є визначення критеріїв вибору та прийняття оптимальних рішень на всіх етапах її ЖЦ. Під менеджментом проекту ІС розуміється *планування, управління ризиками та обсягом проекту, управління часовими витратами, вартістю*.

Менеджмент проекту (МП) ґрунтується на використанні визначених знань, умінь, засобів і методів для досягнення поставленої мети. Досвід реалізації навіть відносно нескладних проектів свідчить, що труднощі, з якими стикаються розробники, обумовлені браком знань по сучасних методах та засобах ведення проекту, відсутності методології створення ІС, а також невмінням організувати ефективну проектну команду.

Ефективне застосування методик МП дозволяє здійснювати практичне керування програмними проектами в умовах обмеженого часу та ресурсів, використовувати кращі практичні рішення щодо планування та контролю (бачення продукту, стартові операції, планування ітерацій, моніторинг, звітність), планувати та керувати ризиками, оптимально організувати командну роботу та комунікаційні потоки у команді розробників, як внутрішні, так і зовнішні. Вже існує цілий клас програмних продуктів по керуванню та контролю проектами, що забезпечує технологічну підтримку впровадження методик МП в практику розробки ІС. Тому важливим і актуальним завданням є розвиток і запровадження методологічних основ керування проектуванням ІС управлінської діяльності на базі сучасних принципів керування створенням програмного забезпечення. Це завдання були предметом теоретичного дослідження та практичного застосування при проектуванні конкретної ІС, а саме автоматизованого банку даних "Система нормативно-правового і методичного забезпечення організації навчального процесу в загальноосвітніх закладах України на базі мережі Інтернет" (ДР 0101U006513), далі ІС "ЗНЗ". Авторка виконувала обов'язки менеджера цього проекту.

В межах проведеного дослідження проведено аналіз сучасних принципів МП і технологій його підтримки, визначено формальну моделі керування проектуванням, яка враховує матеріальні та трудові ресурси, необхідні для виконання розробки ІС, проведена апробація моделей та концепцій методів керування проектуванням цієї ІС. Головні результати стосовно МП, отримані в процесі проведеного дослідження, описані в статті.

При виконанні дуже важливо було забезпечити МП щодо економічних питань, тому спочатку доцільно представити окремі сучасні оцінки і методики, теоретичні положення і застосування яких сприяли успішній реалізації проекту. Розпорядженням МОН України система ІС "ЗНЗ" введена в дію в 2003 році із реєстрацією в мережі Інтернет за адресою www.znz.edu-ua.net. За рік експлуатації зареєстровано понад 100 організацій-користувачів, щоденно сайт відвідує біля 50 користувачів.

1. Економічні аспекти менеджменту проекту ІС

Під ІС розуміється організаційно упорядкована сукупність документів, інформаційних технологій та засобів обчислювальної техніки і зв'язку, що реалізують інформаційні процеси. Інформаційні технології (ІТ) можна визначити як систему методів та способів збору, передачі, накопичення, обробки, зберігання, представлення та використання інформації на основі застосування технічних засобів [1]. Таким чином, створення ІС значною мірою полягає у розробці відповідного програмного забезпечення (ПЗ), що реалізує і підтримує зазначені процеси відповідно до її функціональних задач. Тому проблему менеджменту проекту ІС будемо розглядати у контексті керування розробкою ПЗ (Software Project Management).

Індустрія ПЗ рухається в бік нових методів керування проектами все зростаючої складності. В той час, коли технології програмування, процеси та методи швидко розвиваються, розробка ПЗ залишається процесом з інтенсивним використанням людської праці. Отже способи управління людьми, технологією, ресурсами та ризиками мають великий запас потенціальних можливостей [2]. Менеджмент проектування ПЗ останнім часом розглядається в ракурсі, при якому особлива увага приділяється балансу між такими елементами:

- теорія і практика;
- технологія і люди;
- вартість для замовника та прибутковість для виробника;
- стратегія і тактика.

Найважливішим аспектом керування є поняття *балансу*. Необхідно забезпечити баланс між цілями зацікавлених сторін, які спілкуються між собою за допомогою різних мов і систем позначень.

Розробці ПЗ притаманні три фундаментальні мови представлення: вимог (мова проблемної області), проектні рішення (мови трансформації, які використовують розробники ПЗ і реалізації (мова, що розуміється комп'ютером). Методи керування розробкою ПЗ дозволяють перевести існуючу проблему у рішення так, щоб задовольнити усі зацікавлені сторони. При цьому МП з одного боку є сукупністю науки, реалізму та досвіду у вигляді рішень, інструментів, технологій, а з іншого – предметом міркувань, здорового глузду у прийнятті рішень залежно від ситуації.

1.1. Еволюція економіки розробки ПЗ. Програмна інженерія великою мірою являє собою інтелектуальний вид діяльності, направлений на рішення проблем найвищого рівня з безкінечною кількістю невідомих в умовах постійних змін. Підходи щодо створення ПЗ 60-х і 70-х рр. краще описувати терміном “кустарне виробництво”, коли в кожному проекті використовувався власний процес і власний інструментарій. У 80-х та 90-х рр. індустрія створення ПЗ перейшла до розряду інженерної дисципліни. Проте більшість проектів по створенню ПЗ цього періоду передбачало проведення інтенсивних досліджень, яким були притаманні творчий підхід і плата за масштаб. Сучасне покоління процесів створення ПЗ рухається в бік підходу з інтенсивнішим виробництвом, якому властиві автоматизація та економія при великих масштабах.

1.1. 1. Економіка ПЗ. Більшість моделей для визначення вартості ПЗ зведено до функції п'яти головних параметрів: розміру, процесу, персоналу, середовища та потрібної якості.

1. *Розмір* кінцевого продукту (для компонентів, написаних вручну) звичайно вимірюється кількістю рядків вихідного коду або функціональних точок, необхідних для реалізації визначеної функціональності.
2. Особливості *процесу*, використовуваного для отримання кінцевого продукту, містяться, зокрема, у здатності уникати невиробничих видів діяльності (переробок, бюрократичних затримок, витрат на взаємодію).
3. Можливості *персоналу*, який бере участь в розробці ПЗ, особливо відображають його професійний досвід та знання предметної області проекту.
4. *Середовище* складається із інструментів та методів, які використовуються для ефективної розробки ПЗ та автоматизації процесу.
5. *Потрібна якість* включає його функціональні можливості, продуктивність, надійність та адаптованість. Співвідношення між розрахованою вартістю та цими параметрами можна записати так [2]:

$$\text{Трудомісткість} = (\text{Персонал}) (\text{Середовище}) (\text{Якість}) (\text{Розмір}^{\text{Процес}}) .$$

Для оцінки вартості ПЗ створено декілька параметричних моделей. Всі вони можуть бути зведені до поданої вище форми. Один із важливих аспектів економіки створення ПЗ (як це представляється у сучасних моделях визначення вартості ПЗ) полягає в тому, що зв'язок між роботою та розмірами визначає плату за великий масштаб. Плата за великий масштаб про розробці ПЗ є результатом того, що показник експоненти процесу більше одиниці. На відміну від більшості виробничих процесів, чим більше ПЗ створюється, тим воно дорожче, якщо перерахувати на одну одиницю. Наприклад, для деякого довільного застосування програмне рішення обсягом у 10000 рядків буде дешевше при розрахунку на один рядок, ніж програмне рішення обсягом у 100000 рядків. На скільки дешевше? Припустимо, що для створення 100000-рядкової системи потрібно 900 людино-місяців, або близько 111 рядків за один людино-місяць, або 1637 години на один рядок. Якби та сама система складалася із 10000 рядків при незмінних інших параметрах, то проект би оцінювався б приблизно у 62 людино-місяці, або 175 рядків за один людино-місяць, або 0.87 години на один рядок. Вартість одного рядка для меншого застосування виявляється значно нижчою, ніж для більшого застосування. Причина цього полягає передусім у складності керування міжособистосними взаємодіями із зростанням кількості членів команди (і відповідно кількості цілей, умов

їх досягнення, технічних переваг). Ця плата за великий масштаб характерна для будь-якого дослідницького проекту, продуктом якого є унікальний об'єкт інтелектуальної власності.

1.1.2. Покоління технологій МП. У табл.1 представлені три покоління головних досягнень технологій МП щодо інструментарію, компонентів, процесів. Необхідний рівень якості та персонал приймаються постійними.

Таблиця 1

Три покоління головних досягнень технологій: інструментарій, компоненти, процеси

Загальна характеристика		
– 60-і – 70-і рр. – Водоспадна модель. – Функціональне проектування. – Плата за масштаб	– 80-і – 90-і рр. – Удосконалення процесу. – Підхід, побудований на інкапсуляції. – Плата за масштаб	– Починаючи з 2000 р. – Ітераційна розробка. – Компонентно-орієнтований підхід. – Повернення інвестицій
Середовище, розмір та технології процесів		
Середовище/інструментарій Кустарне Розмір: 100% на замовлення Процес: Вузькоспеціалізований	Середовище/інструментарій Готові, локальні Розмір: 30% на базі готових компонентів 70% на замовлення Процес: Відтворюваний	Середовище/інструментарій Інтегроване середовище автоматизації Розмір: 70% на базі готових компонентів 30% на замовлення Процес: Керований/вимірюваний
Типова ефективність проекту		
Передбачувано погана Завжди: Перевищення бюджету. Перевищення термінів	Непередбачувана Рідко: У межах бюджету. За графіком	Передбачувана Звичайно У межах бюджету. За графіком

Три покоління процесів розробки ПЗ визначимо таким чином:

- 1. Традиційний:** 60– 70-ті рр., кустарне виробництво. Організації використовують кустарний інструментарій, кустарні процеси і практично усі компоненти для замовника пишуться на примітивних мовах. Результат виконання проекту було легко передбачити в тому сенсі, що він практично ніколи не вкладався в наперед визначену вартість, терміни та якість.
- 2. Перехідний:** 80 – 90-ті рр., програмна інженерія. Організації використовують відтворювані процеси та готові інструменти, а більшість створюваних компонентів (>70%) пишуться на мовах високого рівня. Деякі компоненти (<30%) стають доступними в якості комерційного продукту, включно з операційними системами, системами керування базами даними, мережевим ПЗ та графічним інтерфейсом користувача. Протягом 80-х рр. деякі організації починають досягати економії і при великих масштабах, але із збільшенням складності застосувань (особливо при переході на розподілені системи) існуючі мови, методи та технології виявилися недостатніми для того, щоб підтримувати необхідний рівень промислового проектування.
- 3. Сучасна практика:** починаючи з 2000 р., виробництво ПЗ. Передові організації широко застосовують керовані та вимірювані процеси, інтегровані середовища автоматизації і більшу частину (70%) готових компонентів. Можливо, всього 30% компонентів належить створювати на замовлення. Використовуючи переваги технології створення ПЗ та інтегрованих середовищ, можна дуже швидко розробляти системи, побудовані на компонентах.

Технології, які дозволяють автоматизувати середовище розробки, зменшити розмір ПЗ та удосконалити процес, не є незалежними. Для кожного періоду часу ключовим стає деяке удосконалення усіх технологій. Наприклад, переваги нового процесу не можуть бути успішно використані без нових технологій створення компонентів та підвищення ступеню автоматизації.

1.2. Практична оцінка вартості ПЗ. Однією з важливих проблем при оцінці ПЗ є відсутність добре документованих практичних приладів проектів, де використовувалася ітераційна розробка. Серед розробників та постачальників моделей та засобів для оцінки вартості ПЗ ідуть суперечки щодо:

- яку модель вартості ПЗ належить використовувати;
- вимірювання обсягу ПЗ належить виконувати в рядках вихідного коду або у функціональних точках;
- що може вважатися хорошою оцінкою.

В індустрії ПЗ між собою конкурують біля 50 постачальників засобів, даних та послуг для оцінки вартості ПЗ. Відомі загальнодоступні моделі та засоби для оцінки вартості ПЗ (COCOMO, CHECKPOINT, ESTIMACS, KnowledgePlan, Price-S, ProQMS, SEER, SLIM, SOFTCOST та SPQR/20), а також величезна кількість моделей, які застосовуються в конкретних організаціях.

У питання вимірювання обсягу ПЗ домінують дві точки зору: рядки вихідного коду (SLOC) [3] або функціональні точки.

Раніше SLOC як одиниці вимірювання добре працювали, оскільки вимірювання в *рядках вихідного тексту* легко автоматизувати і здійснити на практиці. Сьогодні можливості сучасних мов та застосування компонентів, автоматична генерація коду та орієнтація на об'єкти зробили SLOC неточною одиницею вимірювання. Вже існують ретельно пророблені підходи для підрахування SLOC, які забезпечують повторне використання, розробку на замовлення та інструментарій для генерації коду в межах великих проектів по створенню ПЗ.

Застосування *функціональних точок* має багато послідовників, які вказують на складності, пов'язані з використанням SLOC для об'єктно-орієнтованих програм. Міжнародний консорціум по використанню функціональних точок (the International Function Point User's Group), утворений в 1984 р., є домінуючою асоціацією по питаннях вимірювання ПЗ. Найголовнішою перевагою застосування функціональних точок є те, що цей метод не залежить від конкретної технології, таким чином, надає елементарні одиниці вимірювання для порівняння різних проектів та організацій. Головний його недолік полягає в тому, що визначення абстрактні, а спосіб проведення вимірювань не впливає безпосередньо з положень, які входять до нього. При порівнянні різних проектів або різних організацій належить використовувати функціональні точки. Вони є більш точним способом вимірювання на ранніх стадіях ЖЦ проекту. На пізніх же стадіях кориснішою і точнішою основою для різних вимірювань стає SLOC.

Із чого складається хороша оцінка вартості ПЗ? Вона повинна мати такі атрибути:

- ❑ Створюється і підтримується менеджером проекту, командою з розробки архітектури, командою розробників і командою тестувальників, тобто усіма, хто відповідає за виконання робіт.
- ❑ Сприймається усіма виконавцями як амбіційна, але така, що може бути виконана.
- ❑ Базується на докладно описаній моделі вартості ПЗ, що має основу, яка заслуговує довіру.
- ❑ Засновується на даних по аналогічних проектах, які включають аналогічні процеси, технології, середовище, вимоги до якості та кваліфікацію робітників.
- ❑ Докладно описується таким чином, щоб було добре видно усі ключові області ризику і вірогідність успіху оцінювалася об'єктивно.

Ідеальну оцінку можна знайти шляхом екстраполяції хорошої оцінки, отриманої на основі усталеної моделі вартості з використанням досвіду виконання аналогічних проектів тою ж командою, яка застосовувала зрілі процеси та інструментарій. Така ситуація на практиці зустрічається рідко. Коли команда починає здійснення нового проекту, хороші оцінки можуть бути отримані звичайним шляхом на пізніших етапах ЖЦ зрілого проекту, що використовує зрілий процес.

Далі розглянемо, як представлені в цьому розділі теоретичні положення та підходи МП щодо економічних аспектів розробки ПЗ були використані в керуванні проектуванням ІС “ЗНЗ”.

2. Менеджмент проекту ІС “ЗНЗ”

2.1. Методи дослідження. Комплекс досліджень по технології проектування ІС “ЗНЗ” проводився із застосуванням об'єктно-орієнтованого підходу до їхнього системного аналізу. Процес керування проектуванням ІС досліджувався з використанням методів проектного менеджменту, зокрема методів “критичного шляху” (CPM– Critical Path Method), схеми організації робіт PERT (Program Evaluation and Review Technique) та методів проектування на основі спіральної моделі. При визначенні формальної моделі керування проектом застосовувався апарат теорії графів. Методика дослідження предметної області систем управлінської діяльності (СУД) розроблена з використанням теорії масового обслуговування. Проектування ІС “ЗНЗ” з використанням підходів, моделей та методів, отриманих в результаті проведених досліджень, базувалося на архітектурно-технологічних рішеннях із застосуванням трирівневої архітектури: “клієнт – сервер застосувань – сервер БД” (СКБД Oracle) та розподілених застосувань, побудованих за принципами компонентного підходу. Наукова новизна одержаних результатів полягає у наступному:

- визначені нові принципи моделювання й оптимізації задач керування ТП проектування ІС, починаючи з аналізу потреб до створення відповідного програмного продукту;
- розроблені формальні моделі керування проектуванням системи, ТП якої містить множину процесів переробок різних сукупностей робіт проекту з оцінкою їх виконання відповідно до плану.

Ці результати сприяють розширенню, доповненню сучасних підходів МП по створення ІС методичними рекомендаціями щодо проектування такого класу об'єктів як СУД з урахуванням специфіки їхнього функціонування.

2.2. Принципи керування проектуванням ІС “ЗНЗ”. ІС “ЗНЗ” належить до складних об'єктів, які містять велику кількість даних та документів, зв'язність інформаційних компонентів, а також залучення до процесів проектування різних спеціалістів для врахування специфіки та особливостей керування цими процесами. Керування проє-

ктуванням таких ІС виконується з використанням принципів та методів математичного програмування, стохастичних мережевих моделей та моделей, побудованих на статистичних даних, які підтримують загальні методи вирішення задач цього класу [4]. Однак для розробки таких ІС ці принципи та моделі не є достатніми.

В результаті проведеного дослідження запропоновані нові принципи моделювання й оптимізації задач керування проектуванням ІС, починаючи з аналізу потреб до створення відповідного програмного продукту. Для цього розроблена формальна модель керування проектуванням системи, ТП якої містить множину процесів переробок різних сукупностей робіт з оцінкою їхнього виконання згідно плану (або графіку робіт), що наближає цей метод до вимог спіральної моделі розробки програмних систем, коли є можливість повернення до вже виконаних ТП.

Формальна модель визначає процес керування проектуванням із послідовності дій, які виконуються у заданих умовах. Вона належить до класу динамічних систем з великою кількістю елементів, складними зв'язками між ними і стохастичним характером їх поведінки. Постановку задачі керування проектом створення СУД зроблено таким чином.

Нехай задано варіант плану (X) виконання комплексу робіт із проектування ІС за такими даними:

- укрупнений сітковий графік виконання B , що складається з послідовності здійснюваних робіт ($l_i \in L$);
- характеристика кожної l_i -роботи, її обсяг q_i і виду W_i ,
- сукупність ресурсів $R = \langle R_L, R_S \rangle$, що включають трудові R_L і матеріальні R_S , у тому числі кількість і їх види;
- норми споживаних ресурсів по видах 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 технічних засобів, відмов програмних засобів тощо).

Потрібно для заданого моменту часу усередині планового періоду $[t_0, T]$ визначити величину Y із вірогідністю P і такими очікуваними характеристиками ТП:

- терміни завершення окремих робіт;
- імовірність закінчення роботи в заданий термін;
- обсяг необхідних ресурсів (загальний і по кожній роботі) та обсяг робіт з урахуванням переробок документів на ТП за формулою

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

Припустимо, що варіант плану X належить області D , тобто $X \in D \subset K(X)$ – критерій оптимальності варіантів плану. Ставиться задача знайти такий оптимальний варіант плану $X^* \in D$, при якому мінімізується заданий критерій

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

Основні задачі визначення плану X так сформулюємо з використанням формул (1, 2):

1) при заданих R, B, L, NR, F, t_0, T складається такий план X , щоб вихідні параметри цього плану знаходилися в області Y^D з задоволенням співвідношення:

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

2) план комплексу робіт B вибирається так, що він буде оптимальним при заданому рішенні на задачі (2).

Виконання плану робіт згідно змісту ТП супроводжується оперативним контролем для визначення розбіжності між фактичним станом ТП та значеннями його параметрів в момент t згідно плану X . Коли є розбіжності, здійснюється корекція плану шляхом визначення значення X^* , виходячи з поточного стану процесу і співвідношення (2) чи (3).

Для ефективного вирішення задач керування ТП розробки ІС запропоновано **модель ТП**, яка включає усі види робіт B , необхідні при виконанні процесу створення, проміжні стани ТП, функції оцінки ризику, витрат, вартості з урахуванням внеску виконавців (їхнього інтелекту), випадкових факторів (збоїв, відмов, ремонту технічних засобів тощо). Окрім того, в цю модель можуть включатися нормативи, характеристики операцій та властивості конкретних ТП.

Відомі моделі терміну і витрат за підходом Боєма на етапах ЖЦ базуються на статистичних даних проектів, які виконуються за кордоном. Для нас найбільше підходять імітаційні моделі ТП, для яких додаються такі вимоги:

- підтримка усіх фаз ЖЦ;
- включення усіх видів робіт на фазах ЖЦ;
- облік виконавців, їхнього інтелекту, в тому числі простоїв через бюлетені тощо;
- облік стохастичного характеру процесу ЖЦ через випадковий характер ситуацій тощо.

Модель ТП базується на графовій моделі $G = \{Z_i, l_j\}$, $i=0, \dots, n$; l – дуга, Z_0 – початок робіт, Z_i – поточна робота, Z_n – кінець роботи. Ця модель визначена на множинах:

- типів елементарних робіт на процесі $W = \{W_1, \dots, W_{n1}\}$;
- станів технічних засобів $S = \{S_1, \dots, S_{n2}\}$;
- ознак кваліфікації виконавців $L = \{L_1, \dots, L_{n3}\}$;

– імовірності $P = \{P_{ij}\}$, $i = 1, n, j = 1, n$, в якій P_{ij} – імовірність повернення виконання для типу роботи W_i до вершини Z_j . Тобто імовірність переробки окремих робіт системи, починаючи з події у вершині Z_j , залежить від виявлення помилок, відмови технічного засобу S_i , зміні кваліфікації L_i або сукупності переходів, що обумовлюються станом технічних засобів, кваліфікацією виконавців ТП, видами робіт W_i , тобто вимог до ІС під час виконання деякої роботи W_i .

Проаналізовано виникнення різних ситуацій (збої, хвороби виконавців тощо) при виконанні процесу, які потребують повернення на попередні етапи ТП, як це робиться в спіральних моделях для внесення змін в обробку результатів на попередніх етапах розробки. В зв'язку з цим для цієї моделі визначається граф повернення V і будується граф робіт B^* , які визначають схему проекту з припущенням, що керування виконанням робіт буде проводитися по заздалегідь складеному сітковому графіку, який має таке тлумачення.

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

Означення. Планом виконання проекту називається кортеж $\langle G, \psi, \Omega, \gamma \rangle$, в якому $\langle G, \psi, \Omega \rangle$ – сітковий графік робіт;

$\gamma: N \rightarrow F \psi_s \times F \psi_l \times F \psi_n \times R^+ \times P$ – відображення, яке задається на множинах функцій $F \psi_s: S \rightarrow N, F \psi_l: L \rightarrow N, F \psi_n: S \times L \rightarrow R^+$ та множині натуральних чисел N .

Дамо інтерпретацію плану виконання проекту ІС відповідно до заданих сітковим графіком $\langle G, \psi, \Omega \rangle$ і умові, що кожній дузі графу G поставлено у відповідність

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

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

$\psi_l^i(L_j)$ – кількість співробітників L_j -кваліфікації;

$\psi_n^i(V_j)$ – норми споживання ресурсів для виду робіт W_j ;

λ_i – коефіцієнт прискорення робіт при повторному використанні готових компонентів;

P_i – імовірність існування дуги l_i на графі G .

Таким чином, формалізованим описом процесу проектування ІС у загальному вигляді

є кортеж: $\langle G, \psi, \Omega, \gamma \rangle$. (4)

У термінах запропонованої моделі процесу проводиться уточнення задач (1)- (3):

1. Нехай відповідно до (4) задано план проекту і потрібно визначити для періоду $[t_0, T]$ з вірогідністю P імовірності виконання проекту в плановий термін $P(t < T) = t(G, \psi, \Omega, \gamma, t_0)$ і математичне тлумачення терміну закінчення робіт $\epsilon: M(t) = M(t(B, \psi, \Omega, \gamma, t_0))$.

2. Якщо заданий план проекту $\langle B, \psi, \Omega, \gamma, t_0 \rangle$ і плановий період $[t_0, T]$, то будується календарний план $\mathcal{X} = \mathcal{X}(B, \psi, \Omega, \gamma, t_0)$.

3. Вибирається такий план $X(G, \psi, \Omega, \gamma, t_0)$, в якому $X = \{X_1, \dots, X_n\} \in D$, був би оптимальним відповідно обраного критерію K і виконання робіт на інтервалі часу $[t_0, T]$.

Критерій K залежить від часу виконання проекту $T_i \epsilon: K(X) = \min_{X \in D} T$. За допомогою параметра R_s

уточнимо цей критерій: $K(X) = \min_{S \in D} R_s$, який дорівнює $R_s = \{r_1^s, \dots, r_n^s\}$, $\psi_s(S_i) \leq r_i^s$.

У випадку, коли $S = L$, одержуємо: $K = \min_{L \in D} R_L$.

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

Запропонована модель забезпечує оцінку і вибір оптимальних параметрів ТП, дозволяючи імітувати реальну функцію системи, збирати статистику в процесі імітації, одержувати розподіл ресурсів по роботах так, щоб проект був виконаний у директивний термін.

2.3. Кероване проектування ІС “ЗНЗ”. На базі запропонованих в дослідження методик і моделей керування проектуванням ІС та моделей практичної оцінки вартості ПЗ в 2001-2003 році здійснено кероване проектування ІС “ЗНЗ”.

2.3.1. Загальна характеристика ІС “ЗНЗ”. Система розроблена на замовлення Міністерства освіти і науки України. Архітектурно-технологічні рішення ґрунтуються на тривірневій архітектурі, серверна платформа включає 2 сервери (Windows Server 2000, Linux Mandrake 8.1), в якості СКБД використовується Oracle Enterprise Edition 9i, а клієнтською платформою може бути Windows 95/98/NT4.0/2000/XP з Браузерами ІЕ 4.0, Netscape 6.0 і вище. Застосування розроблені і функціонують з використанням Java Runtime Edition 1.4.1, Oracle JDBC Driver 9i та TomCat 4.0 в якості серверу застосувань. Документи в сховищі головним чином повнотекстові з нерегулярною структурою (закони, укази, постанови, накази, розпорядження, програми, переліки тощо). Структура даних представлена таблицями класифікаторів та таблицями бізнес-процесів. Система підтримує

виконання функцій по реєстрації документів, перегляду та сортуванню, організації пошуку (атрибутивного, повнотекстового). Адміністрування інформаційного наповнення здійснюється через АРМ контент-адміністратора, колективна робота та безпека підтримуються через реєстрацію та авторизацію. В системі реалізовані списки розсилки з періодичністю раз на тиждень для автоматичної доставки користувачам нових документів. Передбачена можливість отримання CD-версії ІС “ЗНЗ”, що забезпечує такий самий, як у розподіленій версії web-інтерфейсу та підтримує всю функціональність по роботі з документами. В якості СКБД в CD-версії ІС “ЗНЗ” використовується MySQL.

2.3.2. Модель плану проекту ІС “ЗНЗ”. Для вирішення задачі керування проектом задавався варіант плану (X) виконання комплексу робіт з визначенням укрупненого сіткового графіку/ Модель плану була побудована на вихідних даних, які визначалися трудовими та матеріальними ресурсами проекту.

Для виконання була сформована команда у складі менеджера проекту, економіста, експерт-аналітика в галузі середньої освіти (2 фахівця), системного аналітика-адміністратора, системного адміністратора (2 фахівця), системного програміста (2 фахівця), web-дизайнера, прикладного програміста (3 фахівця), контент-адміністратора, програміста-тестувальника, оператора-тестувальника, оператора-сканувальника (2 фахівця), оператора ведення баз даних, інженера-експлуатаційника технічних засобів (3 фахівця).

Матеріальні ресурси проекту визначені по таких статтях кошторису: заробітна плата, нарахування на заробітну плату, лінії зв'язку Укртелекому для доступу до Інтернету, каналу доступу до Інтернет128 Кбіт/с, обладнання (комп'ютерне, комунікаційне, мережеве), матеріали, комплектуючі, відрядження, участь в науково-технічних конференціях, науково-технічна література, спеціалізовані видання,

В табл. 2 подано фрагмент вихідних даних плану проекту ІС “ЗНЗ”.

Таблиця 2

Фрагмент вихідних даних плану проекту ІС “ЗНЗ”

№	Назва роботи	Код	Результат	Параметри <i>V</i>			Параметри <i>V</i>	
				<i>T</i> _{min}	<i>T</i> _{max}	Норми	<i>λ</i>	<i>P</i>
0	Узгодження заяви-запиту на виконання ІС “ЗНЗ”	0-1	Виграний тендер на НДР	14	26	14	0.6	0.3
9	Проектування архітектури	9-10	Функціональна модель серверної та клієнтської частини	15	20	15	0.8	0.3
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
20	Супроводження системи	20-0	Актуалізовані БД (Інтернет, CD-версії) Модифіковане програмне забезпечення	<i>визначається поза схемою проекту</i>				

Використання моделі плану проекту забезпечило відповідну якість керування проектом та оптимальне використання наявних ресурсів, особливо трудових, в умовах нестабільного бюджетного фінансування проекту. Для оптимізації сіткового графіку робіт була розрахована вірогідність *P* настання кінцевої події у заданий термін. Розрахунок виконувався шляхом визначення математичного очікування та дисперсії на вихідних даних проекту. 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 відповідав визначеному в моделі плану проекту без урахування затримки фінансування замовником на останньому етапі робіт.

В процесі виконання проекту важливим питанням було керування ризиками та розподіл фінансових коштів. Останній великою мірою залежав від оцінки вартості ПЗ. Методика оцінка ПЗ змінювалася на різних стадіях ЖЦ: на першому етапі ескізного проекту використовувалася методика функціональних точок і дані української фірми “P5”, що розробила подібний проект по створенню інформаційного порталу <http://www.nuvse.com>. На етапі реалізації ПЗ та повернення на попередні етапи ЖЦ проекту, пов'язане з уточненням схеми даних і новими версіями дизайну, використовувалися методика SLOC. Крім того, враховувалися можливості персоналу, який частково був сформований із членів команди “P5” (системний адміністратор, системний програміст, web-дизайнер, прикладний програміст) та готових компонент у вигляді Java-сервлетів для доступу в базу даних СКБД Oracle та динамічного відображення документів із сховища на веб-сайт, які були розроблені цими фахівцями у межах попереднього проекту. Завдяки цьому вдалося вийти на такий рівень технології щодо інструментарію, компонентів, процесів (див. табл. 1):

- ітераційна розробка;
- компоненто-орієнтований підхід;

- частково інтегроване середовище,
- розмір: 60% на базі готових компонентів, 40% на замовлення.
- типова ефективність проекту: у межах бюджету, перевищення термінів на квартал через затримку фінансування замовником

Висновки

Головними результатами проведеного дослідження є створення цілісної концепції керованого проектування СУД, яка вирішує важливе наукове завдання щодо створення таких систем та має суттєве значення для розвитку теорії і практики автоматизації та електронної обробки документів.

Основний результат роботи полягає у формулюванні нових принципів моделювання задач керування ТП проектування; визначена формальна модель керування проектом СУД, яка враховує ресурси та команду розробників, їх планування та корекції планів робіт по створенню ІС.

На основі цілісної концепції моделювання і керування проектом спроектована ІС “ЗНЗ”, яка успішно функціонує: згідно наказу МОН України №181/18 від 27.03.03 експлуатація системи здійснюється Інститутом засобів навчання АПН України. Проект ІС “ЗНЗ” продемонстрував достовірність і правильність проектних рішень: з 2003 року надається авторизований доступ до інформаційних ресурсів www.znz.edu-ua.net згідно договорів з управліннями освіти і науки обласних державних адміністрацій.

Література

1. Перевозчикова О.Л. Сучасні інформаційні технології. К.:Інститут економіки та права "Крок": 2002 . –121 с.
2. Уокер Ройс. Управление проектами по созданию программного обеспечения . М.: Лори, 2002 – 424 с.
3. Бозм Б.У. Инженерное проектирование программного обеспечения. – М: Радио и связь, 1995. – 511 с.
4. Бабенко Л.П., Лавріщева К.М. Основи програмної інженерії. – К.: Знання, 2001. – 269 с.
5. Лешек А. Мацяшек. Анализ требований и проектирование систем. Разработка информационных систем с использованием UML: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2002. – 428 с.
6. Дин Леффингуэлл, Дон Уидриг. Принципы работы с требованиями к программному обеспечению. Унифицированный подход.: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2002. – 446 с.