

СЕКЦІЯ «ІНФОРМАТИКА»

УДК 658.012.23

PACS 02.10.OX; 02.70.-C; 89.65.GH; 07.05.KF; 07.05.RM

Антіпова Н.А.

АЛГОРИТМИ ПОШУКУ ТА ПОБУДОВИ ЛАНЦЮГІВ РОБІТ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ

Існує велика кількість методологій управління проектами, але більшість з них потребують автоматизації, оскільки вимагають складних обчислювальних процесів.

У даній статті запропоновано алгоритми, що були розроблені для використання в системі управління проектами, котра базується на методології критичного ланцюга. Це алгоритм пошуку послідовності задач критичного ланцюга та алгоритм безпосередньої побудови ланцюгів робіт на основі початкового плану, заданого керівником проекту.

Ключові слова: *управління проектами, життєвий цикл проекту, план проекту, ресурс, критичний ланцюг робіт, вторинний ланцюг робіт, буфер завершення проекту.*

Вступ

Проектна діяльність є однією з умов підтримки конкурентоспроможності підприємств, адже саме через неї здійснюється впровадження інноваційних технологій, створення нових видів продукції тощо. Проектною називається діяльність, котра не була властива підприємству чи організації раніше. Проблема необхідності автоматизації складного багато-проектного середовища проектно-орієнтованого підприємства стала поштовхом до розробки інформаційної системи управління проектами (ІСУП). Система управління базується на методології критичного ланцюга, котра є однією з найбільш ефективних за умов різної предметної спрямованості проектів.

Сучасне тлумачення управління проектами як дисципліни, що вивчає методи виконання проекту з максимальною ефективністю при заданих термінах виконання, ресурсах та критеріях якості результату, з'явилося на початку 50-х років минулого сторіччя, що було спричинено появою підприємств, котрі значну увагу почали приділяти організації роботи щодо проектів і виявили гостру необхідність обміну інформацією та координування роботи різних відділів і професій. Задача управління проектами вивчалась багатьма вченими, серед яких: Walter E. Deming, Robert K. Wysocki, Lawrence P. Leach, Phillip B. Crosby, Roy Stratton [4, 7, 9, 11].

На сьогодні розроблено велику кількість методологій управління проектами (традиційна, провесно-орієнтована, критичного шляху, критичного ланцюга, клас ітеративних методологій тощо [7, 9, 11, 14]), жодна з яких не є універсальною і більшість з яких потребують автоматизації для їх ефективного використання.

Аналіз задачі та методів її розв'язання

Проект являє собою ієрархічно впорядковану сукупність робіт, котрі спрямовані на досягнення підсумкового результату. Для проекту характерними є такі ключові ознаки: спрямованість на конкретний результат, відносна унікальність, тимчасовість.

Структура проекту розглядається як організація зв'язків і відношень між його елементами [11].

Методології управління проектами охоплюють весь життєвий цикл проекту, що складається з чотирьох-п'яти груп процесів.

Незалежно від методу або термінології, управління проектом здійснюється за допомогою основних процесів [11, 21-37]. Групи процесів, як правило, включають в себе:

1. Ініціювання. Будь-який проект починається з ідеї створення продукту, послуги або досягнення іншого бажаного результату. Група процесу ініціювання визначає характер і масштаби проекту. Без виконання цієї стадії навряд чи проект буде успішним і задовольнить потреби бізнесу. Ключовим елементом управління проектом є розуміння бізнес-середовища та включення всіх необхідних перевірок у проект. Результатом процесу ініціювання є розроблений статут проекту, котрий включає в себе бізнес-кейс, обсяг і очікувані результати, цілі, необхідні ресурси, план ключових етапів і терміни виконання, кошторис, ризики, проблеми, залежності.

2. Планування. Після завершення процесу ініціювання проект планується до відповідного рівня деталізації. Основна мета цього етапу полягає в плануванні часу, витрат і ресурсів, щоб адекватно оцінити необхідну роботу і ефективно управляти ризиками під час виконання проекту. Вся ця інформація записується в плані управління проектом. Як і у випадку попередньої групи процесів, нездатність адекватно спланувати зменшує шанси проекту на успіх. Планування проекту включає в себе розробку загального спектру робіт (PERT-діаграми – Program Evaluation and Review Technique), розробку графіка виконання робіт (наприклад, за допомогою діаграми Ганта), розробку бюджету, вибір команди, створення структури декомпозиції робіт, визначення цілей, планування ризиків, планування зв'язків.

3. Виконання. Дана група складається з процесів, які використовуються для проведення окремих робіт, визначених у плані управління проектом, для досягнення цілей проекту. Процес виконання включає координацію діяльності учасників проекту, облік обладнання і ресурсів, а також інтеграцію і реалізацію задач по проекту. Проміжні результати являють собою виходи процесів, що визначені в плані управління проектом.

4. Моніторинг. Група процесів моніторингу включає в себе управління і відстеження змін станів проекту таким чином, що потенційні проблеми швидко можуть бути ідентифіковані та застосовані коригувальні дії. Для цієї мети використовується план управління проектом. Моніторинг включає в себе: вимірювання поточної діяльності за проектом (різниця між плановим та фактичним станом виконання робіт), відстеження параметрів проекту (вартість, трудові витрати, обсяги роботи) відносно плану управління проектом і вихідних умов, визначення коригувальних дій для усунення ризиків і проблем (шляхи повернення до початкової стратегії плану), управління змінами. Група процесів моніторингу закінчується, коли проект досяг своїх цілей і завдань, визначених у статуті на першому етапі. Проект також може бути зупинений до свого завершення з багатьох причин, в тому числі змін у бізнесі, браку ресурсів або більш високих пріоритетів інших задач.

5. Завершення проекту є важливою частиною управління проектами і означає закриття всіх дій у всіх групах процесів, розформування команди проекту. У цей момент важливо знати, наскільки добре проект виконаний. Це завдання здійснюється з використанням звіту про завершення проекту, який надає можливість порівняти реальні результати з оригінальними цілями, а також містить інформацію про якість, вартість і тривалість виконання робіт. Звіти про завершення проектів використовуються у багато-

проектному середовищі для порівняння ефективності різних методологій планування, моніторингу тощо.

Планування є однією із найважливіших груп процесів життєдіяльності проекту, оскільки визначає порядок та терміни виконання робіт, а також використовується для коригування графіків за виявлення необхідності змін під час моніторингу. Методологія планування – це сукупність теоретичних положень, загальних закономірностей, наукових принципів розробки планів, їх обґрунтування та описання відповідно до сучасних вимог ринку, що перевірені передовою практикою. Методологія планування проекту являє собою методологію, якою керівники проекту користуються для розробки структури і плану проекту, здійснення і досягнення цілей проекту. Найбільш поширеними на сьогодні є такі методології: традиційна, процесно-орієнтована, ітеративна, Agile, Waterfall, Scrum, шести сигм, критичного шляху, критичного ланцюга. Дано стисло характеристику вказаних методологій. Традиційна методологія планування проекту полягає у послідовній побудові структури проекту без чітко визначеного алгоритму, за таких умов відповідальність лягає на керівника проекту [11, 301-309]). Процесно-орієнтована методологія розглядає проект як набір процесів, що розробляються та модифікуються згідно з інтуїтивним розумінням об'єктів та процесів реального середовища. Недоліком цієї методології є складність перепланування. Ітеративна методологія полягає у розподілі проекту на окремі задачі, реалізація яких призведе до бажаного результату. Методологія Agile характеризується розбиттям проекту на комплекси задач, завершення кожного з яких призводить до отримання проміжного результату [11, 384-414]. Для методології Scrum притаманна тісна співпраця членів команд, кожна з яких виконує свої блоки задач. Успішність досягається за допомогою самоорганізації та конкуренції. Методологія водоспаду (Waterfall) використовується в багатьох галузях промисловості, але найбільш часто при розробці програмного забезпечення. Відповідно до цієї методології управління проектом складається зі статичних фаз (аналіз вимог, проектування, випробування, впровадження та супровід), виконуваних в певному порядку. Застосування методології Waterfall надає можливість отримати більш повний контроль над процесом протягом кожного етапу, але може бути вкрай негнучкою. Методологія шести сигм характеризується усуненням причин дефектів (помилки) та мінімізацією невизначеності та нестійкості. У процесах виробництва, вона дає найбільш ефективні результати, але має вузький прикладний характер, тобто для проектів різних типів чи галузей потрібно розробляти різні методи аналізу. Методологія критичного шляху була розроблена в 1950-х роках на основі концепції, за якою деякі завдання не можуть початись поки попередні не були завершені. Якщо ці залежні завдання розмістити послідовно на часовій вісі від першого до останнього, буде побудований критичний шлях. Виявлення цього критичного шляху та фокусування на ньому надає можливість керівникам проектів розподіляти ресурси за пріоритетами, щоб виконати максимально важливу роботу, а також планувати виконання менш пріоритетних завдань, що можуть розсіювати продуктивність команди проекту, відносно критичного шляху. При цьому, якщо потрібно внести зміни до графіку проекту, то керівник може оптимізувати процес роботи команди без затримки кінцевих результатів.

Методологія **критичного ланцюга** (CCPM – Critical Chain Project Management) полягає у побудові ієрархічної структури проекту, визначенні найдовшого ланцюга робіт, зв'язаних ієрархічною чи ресурсною залежністю, та вторинних ланцюгів залежних робіт, що зливаються один з одним та з критичним ланцюгом. Дана методологія ставить основний акцент на ресурси, необхідні для виконання завдань проекту. Вона передбачає, що планування починається з побудови графіка проекту і визначення найбільш важливих завдань, які повинні бути реалізовані, і резервування

ресурсів для пріоритетних завдань. Вона також передбачає додавання буферів часу в плані проекту, котрі допомагають забезпечити своєчасне його виконання.

Перевагами даної методології є універсальність, локалізація ризиків окремих неперіоритетних задач, локалізація необхідності змін плану у рамках неперіоритетних послідовностей робіт при «зриві» їх строків. До недоліків методології відносять складність побудови структури проекту в ручному режимі при великій кількості задач з дотриманням усіх методичних правил, складність (навіть для автоматизованої системи) підбору алгоритмів для побудови структури проекту за умов наявності великої кількості задач, що пов'язані не структурною, а ресурсною залежністю, низький рівень управління плановими термінами робіт за умов дотримання усіх правил побудови ланцюгів задач.

Методологія критичного ланцюга була успішно впроваджена в таких масштабних організаціях: Air Force Flight Test Center, Air Force Operational Test & Evaluation Center, The Boeing Company, General Motors Corporation, Institute for Defense Analyses тощо. Більшість існуючих автоматизованих систем планування проектів, що використовують методологію CCPM, серед яких найбільш відомими є наступні: Eхepron, A-dato, ProChain [1, 3, 8], – мають деякі спільні недоліки. До цих недоліків належать некоректне визначення критичного ланцюга за наявності великої кількості ресурсних зв'язків та відсутність можливості автоматичної перебудови ланцюгів.

Метою даної роботи є розробка підсистеми планування для інформаційної системи управління проектами на основі методології критичного ланцюга (CCPM). *Завданнями* роботи є: створення та програмна реалізація алгоритму пошуку критичного ланцюга та алгоритму побудови плану проекту за обраною методологією, маючи початкову ієрархічну структуру робіт проекту.

Методологія критичного ланцюга та структура системи управління проектами

У методології критичного ланцюга використовуються такі поняття: критичний ланцюг (календарна послідовність робіт, що мають найбільший вплив на результат проекту); ланцюг живлення (послідовності усіх інших взаємопов'язаних робіт проекту); ресурс, відповідальний за виконання роботи; буфер завершення проекту (резерв часу на виконання проекту); буфер злиття (резерв часу на виконання робіт ланцюга живлення до його злиття із батьківським ланцюгом). Загальні правила планування за даною методологією [7, 105-169]:

- проект повинен мати лише одну завершальну задачу, котра не є попередником для інших задач проекту; результатом виконання цієї задачі буде досягнення цілі проекту; якщо було визначено більше, ніж одну кінцеву ціль, то проект слід розділити;
- необхідно визначити оптимальну деталізацію задач, оскільки занадто детальне планування для довготривалих проектів може призвести до катастрофічних результатів обсягів роботи, що припадатиме на перепланування;
- тривалість задачі визначається за оцінкою експерта – передбачуваного виконавця задачі чи фахівця у галузі, але термін в плані вказується менший ніж було оцінено (зменшення терміну зумовлене психологічними факторами, а саме бажанням виконавця забезпечити себе резервним часом);
- ієрархічна структура проекту має бути побудована без наявності конфліктів за ресурсами, оскільки це є однією з основних передумов використання методології;

- критичний ланцюг будується як найдовша послідовність взаємопов'язаних задач (враховуються структурні та ресурсні зв'язки), причому для включення до критичного ланцюга відбираються задачі з перевагою ресурсних зв'язків;
- вторинні ланцюги (або ланцюги живлення) взаємопов'язаних задач будуються від точки входу останньої задачі цього ланцюга до старшого (критичного чи вторинного);
- після побудови ієрархічної структури до критичного ланцюга додається буфер закінчення проекту – резервний часовий інтервал, котрий становить третину довжини ланцюга без врахування календарних розривів між задачами (можливість додавання буферу зумовлена скороченням тривалості задач при встановленні їх термінів, сам буфер призначений для контролю строків виконання проекту) [7, 118-121];
- буфер злиття зі старшим ланцюгом додається також до кожного вторинного ланцюга робіт, буфер вторинного ланцюга надає можливість обходитись без перепланування робіт старшого ланцюга, поки не буде вичерпаний повністю.

Структура системи управління проектами

У розробленій ІСУП планування відбувається за наступними етапами:

1. Введення ієрархічної структури проекту. На цьому етапі здійснюється початкова побудова послідовностей взаємопов'язаних задач із вказаним терміном, ресурсом, відповідальним за виконання (рис. 1). Усі дані задач автоматично виводяться на графіку (рис. 2), котрий є аналогом діаграми Ганта, розробленим спеціально для відображення ланцюгів робіт. Функціонал для створення ієрархічної структури проекту реалізовано за допомогою технологій HTML5, Canvas та JavaScript, тому він є доступним для кросплатформного використання.

№ задачі	Назва	К-сть днів	Дата початку	Дата завершення	Ресурс	Попередники
Chain №1		35	03.08.2015	08.10.2015		
1	1	7	03.08.2015	11.08.2015	A	
2	2	7	12.08.2015	20.08.2015	B	
3	3	7	21.08.2015	31.08.2015	C	
4	4	7	01.09.2015	09.09.2015	D	
5	20	7	30.09.2015	08.10.2015	E	8;9;12;18;20
Chain №2		28	21.08.2015	29.09.2015		
6	5	7	21.08.2015	31.08.2015	F	1
7	6	7	01.09.2015	09.09.2015	B	
8	7	7	10.09.2015	18.09.2015	G	11
9	8	7	21.09.2015	29.09.2015	H	
Chain №3		21	21.08.2015	18.09.2015		
10	9	7	21.08.2015	31.08.2015	A	
11	10	7	01.09.2015	09.09.2015	C	

Рис. 1. Приклад введення ієрархічної структури проекту в ІСУП

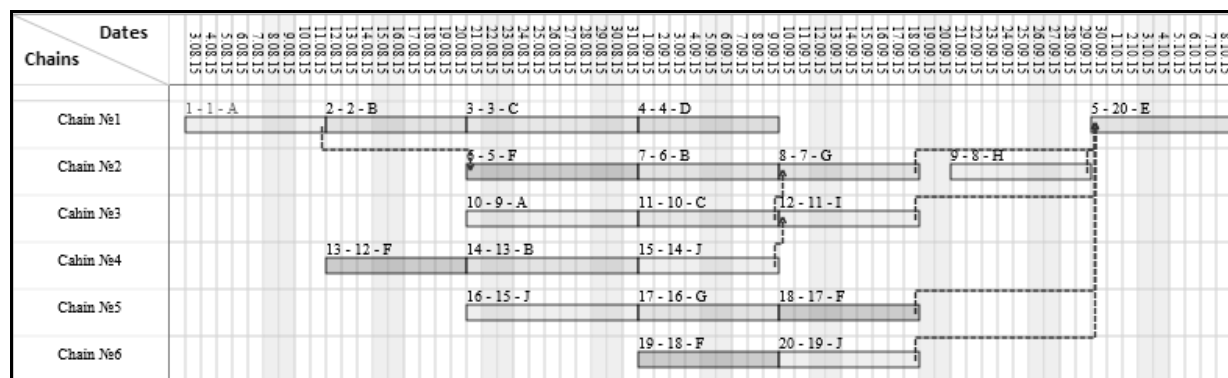


Рис. 2. Графічне відображення ланцюгів задач плану проекту.

2. Усунення конфліктів за ресурсами (в ручному або автоматичному режимі).
3. Визначення послідовності задач критичного ланцюга за допомогою алгоритму пошуку.
4. Автоматична побудова критичного ланцюга задач, а також вторинних ланцюгів.
5. Корегування строків виконання задач за необхідності їх жорсткої фіксації.
6. Корегування строків початку проекту (за необхідності). У цьому випадку весь план буде зміщатись таким чином, щоб найперша задача починалась з дати, вказаної, як початок проекту.
7. Затвердження плану проекту та перехід до групи процесів виконання.

Виконання проекту здійснюється за допомогою підсистеми управління задачами, що діє за процесно-орієнтованою методологією. На цьому рівні доступні такі функціональні можливості: розробка та узгодження задачі (складний варіант), адресація задачі виконавцю, безпосередньо виконання задачі (заповнення прогресу, опис виконаних дій), перевірка результатів, засоби коментування на різних етапах виконання задачі.

Алгоритм визначення послідовності робіт критичного ланцюга

Послідовність задач критичного ланцюга визначається алгоритмом, котрий діє за принципом алгоритму Дейкстри [2, 658-663], але з певними модифікаціями, пов'язаними з вимогами до структури плану проекту.

Для цього представимо план проекту як орієнтований граф $G = (V, E)$, що не містить контурів. Тоді кожна дуга $e \in E$ – це робота, вага дуги ω – час виконання роботи. Вершині $v \in V$ відповідає подія, яка полягає в тому, що всі роботи, відповідні дугам, що входять до неї, виконані, і можна починати роботи, що відповідають тим дугам, котрі виходять з цієї вершини. Такий граф являє собою діаграму PERT чи сітьовий графік. При побудові графа враховуються не тільки структурні, але і ресурсні зв'язки. Алгоритм пошуку критичного ланцюга передбачає виконання таких кроків.

1. Проводиться обчислення кількості ресурсних та структурних зв'язків графа. Якщо ресурсні зв'язки за кількістю перевищують структурні, то всі ребра графа, котрі відповідають ресурсним зв'язкам, задаються як дуги в одному напрямі згідно з календарною структурою плану. В іншому випадку шлях існує і в зворотному напрямі.

2. Сортування вершин графа таким чином, щоб кожна дуга виходила з вершини з меншим номером і заходила у вершину з більшим номером. Сортування можливе, оскільки граф не містить контурів.

3. Знаходимо вершину u , з якої нема шляхів до жодної іншої вершини графа. Така вершина тільки одна і відповідає результату проекту. Якщо вершину не вдається виділити, то структура проекту не є коректною і визначення критичного ланцюга неможливе. Вершина u в такому випадку матиме максимальний номер. Алгоритм завершено.

4. Якщо вершину u знайдено, то вона є тією вершиною, від якої шукаються відстані. Тоді у змінних d_i та p_i будуть зберігатись та обчислюватись відстань від вершини u до вершини v_i та найдовший шлях відповідно, а $\omega(i, j)$ відповідатиме вазі «ребра» (i, j) , U – множина відвіданих вершин.

5. Задаємо $d_u = 0, p_u = 0$.

6. Здійснюємо обхід для кожної вершини графа: $v_i \in V, v_i \neq u$. Присвоюємо $d_i = 0$.

7. Якщо є вершини, що не належать до відвіданих ($\exists a \in U$), обираємо серед цих вершин ту, що має максимальне значення d_j , де j – номер вершини a в послідовності, і поміщаємо вершину a до колекції U . Якщо таких вершин нема, то переходимо до етапу «8».

7.1 Знаходимо вершину v_i , що ще не відвідана ($v_i \in U$) і існує ребро від a до v_i , тобто $av_i \in E$, а також $d_i < d_j + \omega(j, i)$. Якщо вершину не вдалося знайти, то відбувається перехід до етапу «7».

7.2 Змінюємо параметри: $d_i = d_j + \omega(j, i)$, $p_i = p_j \cup p_j$.

7.3 Повертаємось до «7.1».

8. Якщо під час виконання алгоритму відвідані всі вершини графа, то алгоритм Дейкстри завершено. Усі шляхи, що мають однакову довжину, зберігаються для подальшого аналізу.

9. Серед виділених ланцюгів з максимальною довжиною виділяється той, що має більше ресурсних зв'язків, оскільки методологія передбачає, що максимальний ризик враховується при переході між задачами, що виконуються одним ресурсом. Якщо зв'язок є одночасно і структурним, і ресурсним, то він рахується як ресурсний.

Графічне відображення результату виконання алгоритму третього етапу планування проекту в ІСУП за допомогою ССРМ подано на рис. 3.

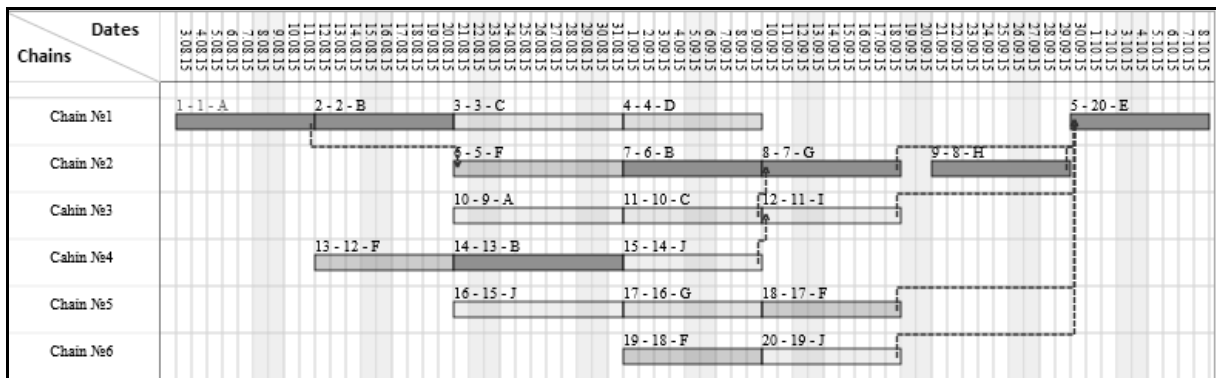


Рис. 3. Графічне відображення послідовності задач критичного ланцюга робіт.

Алгоритм побудови ланцюгів робіт

Автоматична побудова ланцюгів задач із врахуванням календарних параметрів включає визначення термінів виконання задач за умов наявності вихідних днів та днів, що вказані як неробочі у виробничому календарі підприємства, – це наступний етап

після визначення послідовності робіт критичного ланцюга, котрий здійснюється за таким алгоритмом:

1. За використанням переліку задач критичного ланцюга відбувається їх розміщення у максимально щільні терміни за послідовністю, що визначається структурними та ресурсними зв'язками. Початок першої задачі у такому випадку встановлюється на дату початку проекту, що була вказана при його створенні. Після розміщення всіх задач у календарну послідовність в кінець ланцюга додається буфер тривалістю T_b , що визначається із залежності:

$$\begin{cases} T_p = T_b + \sum_{i=1}^n T_{ce}^i. \\ \frac{T_b}{T_p} = \frac{1}{3}; \end{cases} \quad (1)$$

де n – кількість задач критичного ланцюга, T_p - загальна тривалість проекту, T_{ce}^i - тривалість i -ї задачі критичного ланцюга.

2. Ініціалізація поточного ланцюга як старшого для пошуку наступних ланцюгів живлення.

3. Пошук задач (вершин вторинних ланцюгів), що зв'язані безпосередньою структурною залежністю із задачами старшого ланцюга і котрі ще не були включені до плану, – E_v . Вершини сортуються в порядку спадання дати входження до старшого ланцюга.

4. Для кожної із знайдених вершин вторинних ланцюгів $e_v^i \in E_v$ здійснюється побудова ланцюгів живлення.

4.1. Пошук задач за структурною та ресурсною залежністю, котрі увійдуть до ланцюга, вершиною якого є задача e_v^i . При цьому з пошуку виключаються задачі, що вже розміщені в плані та включені до списку вершин вторинних ланцюгів.

4.2. Розрахунок тривалості буфера злиття ланцюга живлення зі старшим ланцюгом, виходячи із залежності (1).

4.3. Розміщення буфера злиття якомога щільніше до початку задачі входження до старшого ланцюга.

4.4. Для кожної задачі із поточного ланцюга живлення здійснюється пошук інтервалу часу, який задовольняє тривалості задачі, розміщується якомога щільніше до буфера злиття (якщо це вершина ланцюга) або до задачі-спадкоємця (у протилежному випадку) та не порушує структурних і ресурсних зв'язків із уже розміщеними задачами.

4.4.1. Якщо такий інтервал знайдено, то задача розміщається саме в цьому періоді.

4.4.2. Якщо інтервал не знайдено, то задача розміщається якомога щільніше до задачі-спадкоємця, а всі задачі, що конфліктують з нею за структурним чи ресурсним зв'язком зміщуються разом із рекурсивно-залежними задачами на необхідний проміжок часу.

4.5. Після побудови ланцюга живлення встановлюємо його як старший ланцюг та виконуємо послідовність дій, починаючи з пункту «2».

5. Вирівнювання плану проекту на дату початку, вказану при його створенні (для випадку, коли виконувався пункт «4.4.2»).

Результат побудови ланцюгів задач за методологією критичного ланцюга на основі попередньо введеної ієрархічної структури подано на рис. 4.

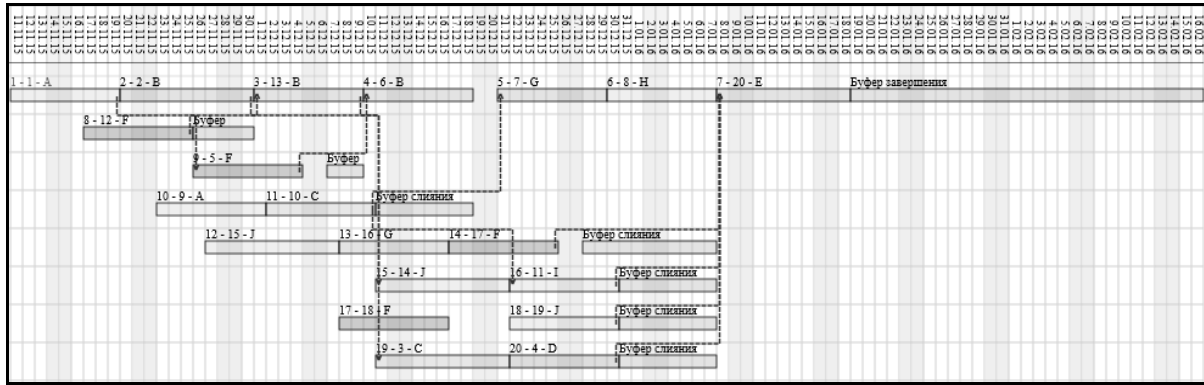


Рис. 4. Результат побудови плану проекту за методологією критичного ланцюга.

Після завершення даного етапу планування система переходить на стадію затвердження плану, після чого розпочинається група процесів виконання проекту.

У розробленій ІСУП є функціонал аналізу завантаження ресурсів у багато-проектному середовищі, багато-проектного моніторингу виконання задач та фіксації поточних станів проектів, при цьому передбачається знаходження в зоні запасу, зоні норми чи зоні ризику, що визначається за обсягом вичерпання буфера завершення проекту.

Висновки

У дослідженні розроблено інформаційну систему управління проектами, планування в якій здійснюється за методологією ССРМ, а також реалізовано наступний функціонал: ефективний алгоритм пошуку критичного ланцюга та побудови ланцюгів (критичного і вторинних) плану; засоби багато-проектного моніторингу та багато-проектного управління при розподілі ресурсів; засоби оперативної звітності та заповнення прогресу виконання задач; засоби комунікації, що забезпечують миттєвий обмін інформацією між керівником проекту та виконавцем задачі у разі виникнення проблем, затримок роботи тощо; можливість інтеграції з Microsoft Project; підтримка web-інтерфейсу.

У результаті впровадження системи на підприємстві та подальшого аналізу її використання було виявлено, що методологія критичного ланцюга у класичній постановці ефективно впливає на проектну діяльність у ІТ-сфері, але не повністю задовольняє виробничі середовища з однотипними проектами, котрі потребують постійного перепланування внаслідок діяльності в умовах невизначеності. Для таких проектів було запропоновано поєднання процесного підходу із використанням методів нечіткого логічного виведення для подолання умов із нечіткими вихідними даними, а також ССРМ на проектному рівні – для побудови послідовностей задач, що будуть базовим планом, виділеним із варіацій умов, описаних в процесній частині. Реалізація цього підходу планується у найближчому майбутньому.

Список використаної літератури

1. A-dato. – Smart Planning and Scheduling Software [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступу: <http://www.a-dato.com/software/critical-chain/> (дата звернення 09.03.2016). – Назва з екрана.
2. Cormen T. H., Leiserson C. E., Rivest R. L., Stein C. Introduction to Algorithms / T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein, – The MIT Press and McGraw-Hill, – 3rd ed., 2009. – 1312 с.

3. Critical Chain Project Management Software - CCPM | Exepron [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступа: <http://www.exepron.com/> (дата звернення 09.03.2016). – Назва з екрана.
4. Deming, W. Edwards. The New Economics for Industry, Government, Education / W. Edwards Deming // MIT Press. – 2nd ed. – 2000. – 253 с.
5. Karen J. Bannan. Building Bridges. / J. Karen // PM Network. – July 2005. – С. 38-44.
6. Kohonen T. Self-Organizing Maps (Third Extended Edition) / T. Kohonen // New York: MT, 2001. – 501 с.
7. Leach Lawrence P. Critical chain project management / Lawrence P. Leach. // ARTECH HOUSE, INC. – Norwood, MA, 2000. – 330 с.
8. ProChain Solutions Inc. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступа: <http://www.prochain.com/> (дата звернення 09.03.2016). – Назва з екрана.
9. Stratton R. Critical Chain Project Management Theory and Practice / Roy Stratton, - Nottingham Business School, Nottingham Trent University, 2009. – С. 1-31.
10. Valova I. SOMs for machine learning In: Machine Learning, / I. Valova, D. Beaton and D. MacLean. Ed. by Y. Zhang // InTech, 2010. – С. 20-44.
11. Wysocki, Robert K. Effective project management: traditional, agile, extreme / Robert K. Wysocki, – Wiley Publishing, Inc. – 5th ed., 2009. – 734 с.
12. Аньшин В.М. Управление портфелем проектов: сравнительный анализ подходов и рекомендации по их применению / В.М. Аньшин, В.Д. Бархатов // Управление проектами и программами. – 2012. – № 1. – С. 20 – 41.
13. Балашов, А. И. Управление проектами: учебник для бакалавров / А. И. Балашов, Е. М. Рогова, М. В. Тихонова, Е. А. Ткаченко; под ред. Е. М. Роговой. – М. : Издательство Юрай, 2013. – 383 с.
14. Квятковская И. Ю. Эффективное управление проектами при помощи метода критической цепи / И. Ю. Квятковская, А. В. Будыльский // Инновационные информационные технологии, 2013. – № 3. – С. 37-45.

References

1. A-dato – Smart Planning and Scheduling Software. Available at: <http://www.a-dato.com/software/critical-chain/> (accessed 09.03.2016).
2. Cormen T. H., Leiserson C. E., Rivest R. L., Stein C. Introduction to Algorithms / T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein, The MIT Press and McGraw-Hill, 3rd ed., 2009, 1312 p.
3. Critical Chain Project Management Software - CCPM | Exepron. Available at: <http://www.exepron.com/> (accessed 09.03.2016).
4. Deming, W. Edwards. The New Economics for Industry, Government, Education / W. Edwards Deming, MIT Press, 2nd ed, 2000, 253 p.
5. Karen J. Bannan. Building Bridges. / J. Karen, PM Network, July 2005, pp. 38-44.
6. Kohonen T., Self-Organizing Maps (Third Extended Edition) / T. Kohonen, New York: MT, 2001, 501 pp.
7. Leach, Lawrence P. Critical chain project management / Lawrence P. Leach, ARTECH HOUSE, INC., Norwood, MA, 2000, 330 p.
8. ProChain Solutions Inc. Available at: <http://www.prochain.com/> (accessed 09.03.2015).
9. Stratton R. Critical Chain Project Management Theory and Practice / Roy Stratton, Nottingham Business School, Nottingham Trent University, 2009, pp. 1-31.
10. Valova I. SOMs for machine learning In: Machine Learning, / I. Valova, D. Beaton and D. MacLean. Ed. by Y. Zhang, InTech, 2010, pp. 20-44.
11. Wysocki, Robert K. Effective project management: traditional, agile, extreme / Robert K. Wysocki, Wiley Publishing Inc., 5th ed., 2009, 734 pp.

12. Anshin V., Project portfolio management: a comparative analysis of approaches and recommendations for their application / V. Anshin, V. Barhatov, Project and Program Management. 2012, № 1, pp. 20 - 41.
13. Balashov A. Project Management: a textbook for undergraduate / A. Balashov, E. Rogov, M. Tikhonov, E. Tkachenko; ed. E. Rogova, Moscow: Juraj Publishing, 2013, 383 pp.
14. Kvyatkovskaya I. Effective project management using critical chain project management / I. Kvyatkovskaya, A. Budytsky, Innovative information technology, 2013, № 3, pp. 37-45.

Summary

N. Antipova

SEARCH ALGORITHM AND ALGORITHM OF BUILDING THE CHAINS OF TASKS FOR INFORMATION PROJECT MANAGEMENT SYSTEM

The paper presents two algorithms designed by the author for automatized project management system (APMS), based on the methodology of critical chain. There is the description of project life circle stages, which should be realized in APMS to make its functionality appropriate, also, the paper contains a short classification of the project planning methodologies, compares different methodologies, such as: traditional, process-oriented, Agile, Scrum, six-sigma, CPM, CCPM etc., – and shows advantages and disadvantages of them. As the methodology of critical chain was determined to be the most effective if to speak about automation uses, it has been chosen to become the base of the project management system.

The main part of the APMS is planning and re-planning the project. The CCPM methodology provides a construction of a start-plan, considering of recourses, by which the tasks of the project should be executed or controlled (if the task is to be executed with some environment), and building the critical chain of tasks and supply chains. The stage of chains building requires large calculations. Two algorithms were developed to solve this problem. The first of them searches the sequence of critical chain tasks using the Dijkstra's algorithm with applied modifications related to the presence of resources connections. The second algorithm directly builds all tasks' chains (critical and supply), and it depends on the first algorithm execution result. The efficiency of APMS is performed by applying it at the pharmaceutical company and getting the feedback from users, which is the most positive in projects of IT, economics and stuff area.

Keywords: *project management, project life cycle, project plan, resource, critical chain work, secondary circuit works buffer completion.*

*Стаття надійшла 20_11_2015_
Прийнято до друку 27_11_2015_*