

ВИДАВНИЦТВО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМ. АДМІРАЛА МАКАРОВА

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

М. В. ТУРТИ, Ю. І. КАСЬЯНОВ,
В. А. ГУСЄВА-БОЖАТКІНА

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ НА ОБ'ЄКТАХ ВОДНО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ

Методичні вказівки до практичних робіт

У п'яти частинах
Частина 3

Методичні вказівки
серія

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

**М. В. ТУРТИ, Ю. І. КАСЬЯНОВ,
В. А. ГУСЄВА-БОЖАТКІНА**

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ НА ОБ'ЄКТАХ ВОДНО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ

Методичні вказівки до практичних робіт

У п'яти частинах

Частина 3

Рекомендовано Методичною радою НУК

ВИДАВНИЦТВО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМ. АДМІРАЛА МАКАРОВА
2022

УДК 004.05(076)
Т86

Автори:
М. В. Турти, кандидат технічних наук, доцент;
Ю. І. Касьянов, старший викладач;
В. А. Гусєва-Божаткіна, старший викладач

Рецензент В. С. Блінцов, доктор технічних наук, професор

Рекомендовано Методичною радою НУК

Турти М. В.

Т86 Моделювання та оптимізація захисту інформації на об'єктах водно-транспортного комплексу : методичні вказівки до практичних робіт : у 5 ч. Ч. 3 / М. В. Турти, Ю. І. Касьянов, В. А. Гусєва-Божаткіна. – Миколаїв : НУК, 2022. – 116 с.

Практичні роботи, що містяться в методичних вказівках, призначені для здобуття практичних навичок використання методів моделювання та оптимізації процесів складних систем при створенні і дослідженні комплексів засобів захисту інформації та прийнятті рішень щодо управління інформаційною безпекою на основі отриманих результатів.

З метою полегшення підготовки і проведення практичих робіт наводяться теоретичні відомості, на яких базується дана робота. Це не виключає підготовки за матеріалами лекцій та використання рекомендованої літератури.

Призначено для студентів вузів.

УДК 004.05(076)

© Турти М. В., Касьянов Ю. І.,
Гусєва-Божаткіна В. А., 2022
© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2022

ЗМІСТ

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5. Управління проєктами
в галузі розробки і впровадження систем захисту інформації 4
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ 115

Практична робота № 5
Управління проєктами в галузі розробки і впровадження систем захисту інформації

Мета роботи: здобуття практичних навичок аналізу проєктів за допомогою лінійних діаграм робіт на основі мережного графіка і використання автоматизованих систем управління проєктами

Теоретичні відомості

Поняття та класифікація проєктів

Для прибуткової діяльності будь-якого підприємства, в тому числі організації, що надає послуги в галузі інформаційної безпеки, необхідно досконало управляти виробничо-господарською діяльністю. Важливе місце при цьому належить проєктному управлінню, а саме необхідності вирішувати наступні питання:

– як спланувати та скоординувати реалізацію проєкту;

– як залучити кошти із зовнішніх джерел фінансування для реалізації проєкту і як краще розпорядитись власними коштами;

– як досягти максимальних прибутків за мінімальних витрат;

– як створити ефективну і безконфліктну команду працівників для реалізації проєкту.

Термін «проєкт» походить від латинського «кинутий вперед». Існує кілька варіантів визначення поняття «проєкт», які зустрічаються в літературі:

– окреме підприємство з конкретними цілями, які часто включають вимоги до часу, вартості та якості результатів, що досягаються (Англійська асоціація проєкт-менеджерів);

– певне завдання з визначеними вихідними даними й встановленими результатами (цілями), що обумовлюють спосіб його вирішення (Тлумачний словник з управління проєктами);

– задум (завдання, проблема) та необхідні засоби його реалізації з метою досягнення бажаного результату;

– креслення, пояснювальна записка і кошториси, на основі яких можна виготовити технічний об'єкт чи розробити технологічний процес;

– інвестиційна активність, спрямована на створення основних фондів, які мають принести дохід протягом певного часового проміжку, причому проєкт може створювати цінність як у матеріальному, так і в нематеріальному вимірах;

– текст, що передує документу – плану, договору, угоді.

Проєкт з точки зору управління проєктами – це комплекс науково-дослідних, проєктно-конструкторських, соціально-економічних, організаційно-господарських та інших заходів, що пов'язані ресурсами, виконавцями та строками, відповідно оформлені і направленні на зміну об'єкта управління, що забезпечує ефективність вирішення основних завдань та досягнення відповідних цілей за певний період. Кінцевими цілями проєктів є створення та освоєння нової техніки, технології та матеріалів тощо.

Відповідно до теоретичних та методологічних вимог необхідно розрізняти поняття проєкту, бізнес-плану та техніко-економічного обґрунтування інвестицій.

Інвестиційний проєкт – це сукупність документів, що характеризують проєкт від його задуму до досягнення заданих показників ефективності та обсягу і включають передінвестиційну, інвестиційну, експлуатаційну і ліквідаційну стадії його реалізації; це будь-який комплекс забезпечених інвестиціями заходів. Усі проєкти є інвестиційними, оскільки без вкладення коштів реалізувати проєкт неможливо.

Бізнес-план – це детальне викладення цілей та шляхів їх досягнення, що створюється для обґрунтування інвестицій.

Бізнес-план проєкту (підприємства) може входити в інвестиційний проєкт як його складова частина, замінювати інвестиційний проєкт або включати декілька інвестиційних проєктів (при розширенні, модернізації, реконструкції і реструктуризації підприємства).

Техніко-економічне обґрунтування інвестицій – включає в себе передпроєктну розробку інженерно-конструкторських, технологічних і будівельних рішень, порівняння альтернативних варіантів і обґрунтування вибору конкретного способу здійснення проєкту. Техніко-економічне обґрунтування проєкту передбачає поглиблену й детальну розробку, а також всебічну оцінку вибраного способу реалізації проєкту.

Є проєкти наукові, технічні, комерційні, виробничі, фінансові тощо. Але кожний конкретний проєкт визначають такі чинники, як складність, терміни реалізації, масштаб, вимоги до якості тощо. Таким чином, проєкт має ряд лише йому властивих ознак, наявність яких допоможе здійснити його ефективну реалізацію. Основними ознаками проєкту є наступні:

– зміна стану проєкту задля досягнення його мети;

– обмеженість у часі;

– обмеженість ресурсів;

– неповторність.

До основних властивостей проєкту, які випливають із його ознак та за якими вони можуть бути класифіковані на типи, відносять: масштаб проєкту, його розмір, кількість учасників та ступінь впливу на навколишнє середовище:

а) **за метою й характером діяльності** розрізняють **комерційні** і **некомерційні** проєкти;

б) **за характером та сферою діяльності** розрізняють **промислові**, **організаційні**, **економічні**, **соціальні**, **дослідницькі проєкти**;

в) **за масштабом та розміром проєкту:**

– **великі проєкти** – проєкти, що виконуються по цільових народно-господарських програмах і містять у собі багато мультипроєктів, об'єднаних загальною метою, використовуваними ресурсами таєдиним планом-графіком розробки й реалізації. Такі програми можуть бути національними, міжнародними, регіональними, галузевими, міжгалузевими тощо. Вони формуються й координуються на макрорівні, як правило, за участю держави. Великі проєкти характеризуються великими витратами, наприклад, в американській практиці – більш 1 млрд. дол., різними джерелами фінансування, великою трудомісткістю розробки проєкту (більш 2 млн. людино-годин) і будівництва (15–20 млн. людино-годин). Термін реалізації великого проєкту виходить за межі 5–7 років. До великих проєктів, наприклад, можна віднести проєкти створення магістральних трубопроводів, будівництва атомних електростанцій, комплексного освоєння родовищ корисних копалин тощо;

– **середні проєкти** – проєкти вартістю 50–100 млн. доларів, що включають роботи по проєктуванню і будівництву підприємств, освоєнню й облаштування невеликих родовищ корисних копалин (нафтових, газових, вугільних), якщо їх проєктування ведеться на основі типових проєктних рішень, а будівництво здійснюється комплектно-блочним методом, суть якого в тому, що більша частина об'єкта, що будується, виготовляється не на будівельному майданчику, а на потужностях підрядчика (виготовлювача конструкцій);

– **малі проєкти** – науково-дослідні і дослідно-конструкторські розробки на підприємствах, включаючи конструкторську, технологічну й організаційно-економічну підготовку виробництва, виготовлення дослідно-промислових зразків нової продукції, реконструкцію, технічні переозброєння та модернізацію виробництва. В американській практиці до

таких проєктів відносяться нововведення з капітальними затратами до 10–15 млн. дол. і трудовитратами до 40–50 тис. людино-годин. Такі проєкти, як правило, виконуються силами самих підприємств протягом одного-двох років;

г) **за ступенем складності** розрізняють:

– **прості** проєкти – окремі конкретні проєкти з чітко визначеною орієнтацією та масштабом, які припускають певні спрощення щодо проєктування та реалізації, формування команди проєкту тощо;

– **складні** проєкти – комплексні проєкти, що містять прості проєкти;

– **дуже складні** проєкти;

д) **за складом і структурою проєкту**:

– **монопроєкти** – окремі проєкти різних типів, видів та масштабів;

– **мультипроєкти** – комплексні проєкти, що складаються з ряду монопроєктів і потребують застосування багатопроєктного управління;

– **мегапроєкти** – цільові програми розвитку регіонів, галузей та інших утворень, які включають до свого складу ряд моно- і мультипроєктів. Як правило, мега- та мультипроєкти належать до складних чи дуже складних проєктів. До мегапроєктів належать міжнародні проєкти, що вирізняються значною організаційною й технічною складністю та високою вартістю, а також великою роллю в економіці й політиці країн, для яких вони розробляються;

е) **за рівнем альтернативності**:

– **взаємовиключні** (альтернативні) проєкти – проєкти, які здійснюються, якщо неможливим або нецілеспрямованим є здійснення інших проєктів;

– **альтернативні по капіталу** – проєкти, які здійснюються в тому випадку, коли кожен із них не може бути здійсненим

без використання фінансових засобів, необхідних для здійснення інших проєктів;

– **незалежні** – проєкти, які здійснюються в тому випадку, коли результати реалізації одного не впливають на результати реалізації інших і будь-яка інформація про параметри одного не змінює інформацію про результати інших;

– **взаємовпливаючі** – проєкти, які здійснюються в тому випадку, якщо при їх спільній реалізації виникають допоміжні (системні, синергетичні, емерджентні) позитивні або негативні ефекти, які не виявляються при реалізації кожного із проєктів окремо;

– **взаємодоповнюючі** – це проєкти, які здійснюються в тому випадку, якщо з яких-небудь причин вони можуть бути прийняті чи відкинуті тільки одночасно;

ж) **за тривалістю проєкту**: **короткострокові** (до 3 років); **середньострокові** (від 3 до 5 років); **довгострокові** (понад 5 років).

Сутність системи управління проєктами, її елементи

Необхідність управління проєктами, а саме необхідність координації використання людських та матеріальних ресурсів протягом життєвого циклу проєкту за допомогою сучасних методів і техніки управління для досягнення відповідного рівня прибутків учасників проєкту, високої якості продукції, пов'язана з масовим зростанням масштабів і складності проєктів, вимог до термінів їх здійснення, якості виконуваних робіт.

Початком розвитку управління проєктами було створення у 30-х роках XX століття радянськими вченими методів календарного планування з використанням циклограм. Одними з перших методів управління були розроблені на Заході в 50-х роках методи мережного планування, в 80-х роках

з'явилися перші комп'ютерні програми оптимізації процесу управління. На сьогодні управління проєктами – це визнана в усьому світі методологія вирішення організаційно-технічних проблем, філософія керівництва проєктами. Умови ринку стають більш вибагливими, підвищуються темпи змін, що відбуваються, тощо. Тому важливим елементом є оточення проєкту, оскільки важливо визначити середовище, в якому виникає, існує і завершується проєкт.

Управління проєктами – це процес управління командою, ресурсами проєкту за допомогою спеціальних методів та прийомів з метою успішного досягнення поставленої мети.

Оточення проєкту – це чинники впливу на його підготовку та реалізацію, серед яких можна виділити:

1. **Зовнішні чинники**:

а) **політичні** чинники – політична стабільність, підтримка проєкту державними установами, міжнаціональні взаємини, рівень злочинності, міждержавні стосунки тощо;

б) **економічні** чинники – структура внутрішнього валового продукту, умови регулювання цін, рівень інфляції, стабільність національної валюти, розвиненість банківської системи, стан ринків, рівень розвитку підприємництва тощо;

в) **суспільні** чинники;

г) **правові** чинники – стабільність законодавства, дотримання прав людини, прав власності, прав підприємництва;

д) **науково-технічні** чинники – рівень розвитку фундаментальних і прикладних наук, рівень інформаційних та промислових технологій, рівень розвитку енергетики, транспорту, зв'язку, комунікацій тощо;

е) **культурні** чинники;

ж) **природні** чинники.

2. **Внутрішні чинники**, які пов'язані з організацією проєкту, тобто з розподілом прав, відповідальності та обов'язків між учасниками проєкту.

Учасниками управління проєктами є юридичні або/та фізичні особи, які зобов'язані виконати деякі дії, передбачені проєктом, та інтереси яких будуть задіяні при реалізації проєкту. В число учасників можуть входити інвестори, банки, підрядчики, постачальники, гуртові покупці продукції, лізингодавці та інші фізичні чи юридичні особи. Учасником проєкту може бути також держава.

Ініціатор проєкту є автором головної ідеї проєкту, його попереднього обґрунтування. Ділова ініціатива по здійсненню проєкту, як правило, належить замовнику.

Замовник – це зацікавлена сторона в здійсненні проєкту, майбутній власник та користувач результатів проєкту. Він визначає основні вимоги та масштаби проєкту, забезпечує фінансування проєкту за рахунок власних коштів або коштів інвесторів, укладає угоди з виконавцями проєкту, несе відповідальність по цих угодах та в цілому за проєкт перед суспільством і законом, керує процесом взаємодії між учасниками проєкту.

Інвестор – це та сторона проєкту, яка забезпечує його фінансування. Якщо інвестор не є замовником, то вкладення коштів у проєкт можуть здійснювати банки, інвестиційні фонди та інші кредитні організації. Тобто вони вступають у договірні відносини із замовником, контролюють виконання контрактів, здійснюють розрахунки з іншими сторонами по мірі виконання робіт. Метою інвесторів є максимізація прибутку на свої інвестиції від реалізації проєкту. Вони є повноцінними партнерами проєкту й власниками всього майна, яке придбане за рахунок інвестицій до того часу, поки не будуть виплачені всі кошти по контракту (кредитному договору) із замовником.

Керівник проєкту – це учасник проєкту, якому замовник та інвестор делегують свої повноваження по керівництву

роботами зі здійснення проєкту, а саме планування, контролю та координації робіт усіх учасників проєкту. Склад функцій та повноважень керівника проєкту визначається контрактом із замовником. Перед керівником та його командою ставиться завдання керівництва та координації робіт протягом життєвого циклу проєкту, до досягнення поставлених цілей та результатів при дотриманні встановлених термінів, бюджету та якості.

Команда проєкту – це специфічна організаційна структура, яку очолює керівник проєкту. Вона створюється на період здійснення проєкту і завданням її є здійснення функцій управління проєктом. Склад команди залежить від характеристик проєкту, а саме від його масштабу, складності тощо. Членами команди є: **інженер проєкту**, **керівник контрактів**, **контролер проєкту**, **бухгалтер проєкту**, **керівник відділу матеріально-технічного забезпечення**, **керівник робіт із проєктування**, **керівник виробництвом** (будівництвом тощо), **адміністративний помічник**. Крім того, учасниками проєкту є: **контрактор**, або **генеральний контрактор** (сторона, яка бере на себе відповідальність за виконання робіт по контракту), **субконтрактор** (вступає в договірні відносини з контактором чи субконтрактором більш високого рівня), **координатор робіт по експлуатації**, **проєктувальник** (юридична особа, що виконує за контрактом проєктно-дослідницькі роботи в межах проєкту), **генеральний підрядчик** (юридична особа, чия пропозиція прийнята замовником, несе відповідальність за виконання робіт відповідно до умов контракту), **ліцензори** (організації, що виділяють ліцензії на право володіння земельною ділянкою, проведення торгів, виконання окремих робіт тощо), **постачальники**, **органи влади**, **власник земельної ділянки**, **виробник кінцевої продукції проєкту**, **споживачі продукції**. На здійснення

проєкту можуть впливати й інші сторони з оточення проєкту, які можуть бути віднесені до учасників проєкту, це: **конкуренти** основних учасників проєкту, **спонсори** проєкту, різні **консалтингові**, **юридичні**, **посередницькі** організації, що залучені в процес здійснення проєкту.

Важливим елементом управління проєктами є своєчасна та точна підготовка **проєктних матеріалів** – це сукупності документів, що містять опис і обґрунтування проєкту. Існує також багато й інших елементів та характеристик, які відіграють важливу роль при управлінні проєктами, а саме **початкові умови**, **обмеження** та **вимоги до проєкту**, **види забезпечення проєкту**, **методи та техніка управління проєктами** тощо.

Значного поширення набула **процесна концепція управління проєктами**. Суть її полягає в тому, що складна інтегрована природа управління проєктами описується через процеси, з яких воно складається, і їх взаємозв'язок. У цьому випадку процесами називають дії й процедури, які пов'язані з реалізацією функцій управління.

Цілі та принципи управління проєктами. Життєвий цикл проєкту

Найважливіша передумова успішного застосування прийомів та методів управління проєктами полягає у визначенні й розумінні його цілей, оскільки вони визначають сутність проєкту, і їх опис є основою для подальшої роботи над проєктом.

Ціль проєкту – це бажаний результат діяльності, якого намагаються досягти за певний проміжок часу при заданих умовах реалізації проєкту.

При постановці цілей проєкту потрібно конкретизувати характеристики результатів проєкту, умови реалізації проєкту (вимоги та обмеження), строки виконання проєкту, склад виконавців і вартість проєкту:

Як цілі проєкту можуть висуватися економічні і соціальні результати, вирішення екологічних проблем тощо. Опис цілей включає результати проєкту (предмет проєкту, його економічну ефективність), дані щодо реалізації проєкту (строки реалізації проєкту і ресурси, що будуть витрачені) і визначену ієрархію цілей, для якої як доповнення вказується, яка ієрархія повинна прийматись, якщо одна із цілей не може бути досягнута.

Як правило, для управління проєктами характерне визначення однієї головної мети, що є вирішенням наступних завдань у найкоротший час, із найменшими витратами та найкращою якістю:

– посилення перспективності проєкту, тобто розробка стратегічних напрямків розвитку інноваційних процесів, що передбачені проєктом, проведення поточної та оперативної роботи по цих напрямках;

– підвищення якості рішень, що приймаються, визначення кількості цілей і прийняття рішень (їх своєчасність та оперативність, комплексність тощо);

– підвищення оперативності управління, тобто скорочення терміну проєктування й реалізації проєктних рішень, що забезпечується скороченням термінів прийому, обробки та передачі інформації; зменшенням кількості ланок в організаційній структурі управління проєктами; наближенням центрів прийняття рішень до виконавців; чітким розподілом і тісною кооперацією праці розробників та виконавців проєкту;

– забезпечення економічної ефективності проєкту, що пов'язано з мінімізацією витрат на здійснення нововведень і максимізацією результату;

– підвищення відповідальності за проєктні рішення. Прогресивні рішення позитивно впливають на розвиток підприємства і повинні стимулюватися. Невдалі рішення призводять

до втрат ресурсів і повинні відбиватися на матеріальному й моральному стані розробників.

В процесі управління проєктами дотримуються наступних **основних принципів**:

– цілеспрямованість, що виражається в цільовій орієнтації проєкту на забезпечення кінцевих цілей діяльності підприємства;

– системність, що передбачає розгляд проєкту нововведень із системних позицій. Це означає, з одного боку, те, що процес управління проєктами є єдиним цілим зі своїми закономірностями формування й розвитку, а з іншого – можливість розділення проєкту на підсистеми і дослідження їх взаємозв'язку, оскільки кожна з них впливає на інші і на весь проєкт у цілому. Таким чином, виникає можливість створення проєкту із раціональним зв'язками підсистем, кількісно і якісно оцінювати хід реалізації проєкту та його окремих частин. На практиці потрібна чітка структуризація проєкту й розробка комплексу взаємозв'язаних організаційно-економічних, законодавчих, політичних, техніко-технологічних та інших заходів, що забезпечують його реалізацію;

– комплексність: спільне використання різних форм та методів управління при розробці і реалізації нововведень; розгляд всіх спільних цілей управління по рівнях і ланках організаційної й виробничої структури підприємства; зв'язок окремих елементів проєкту між собою і з головною (кінцевою) метою проєкту; аналіз динаміки окремих проблем проєкту;

– забезпеченість: всі заходи, що передбачені проєктом, повинні бути укомплектовані всіма необхідними ресурсами;

– пріоритетність: при розробці і реалізації проєкту перевага надається першочерговим завданням, виходячи із концепції стратегічного розвитку;

– економічна безпека запланованих заходів, яка розраховується на основі оцінки ймовірності виникнення збитків у разі порущення ходу виконання проєкту.

Досягнення цілей проєкту можливе при застосуванні наступних загальновідомих підходів до управління:

– класичний підхід (був запропонований Генрі Файолем у 1949 році), який об'єднує такі основні функції управління, як планування, організацію, впровадження, контроль та керівництво;

– управління проєктом як циклом розв'язання проблеми. Для вирішення проблеми, що виникла, потрібно здійснити відповідні кроки реалізації проєкту. Крок 1 – аналіз проблеми, збирання відповідних даних, розробка й оцінка пропозицій вирішення проблеми. Крок 2 – альтернативний вибір (прийняття найкращого рішення). Крок 3 – організація команди виконавців, розробка плану, його впровадження та проведення моніторингу;

– управління проєктом за його життєвим циклом.

Життєвий цикл проєкту – це час від моменту його задуму до моменту ліквідації.

Слід зауважити, що для різних учасників проєкту події «початок проєкту – кінець проєкту» будуть різними. Наприклад, для інвесторів початок проєкту пов'язаний з вкладенням коштів у підприємство. Закінченням проєкту буде вилучення об'єкта з експлуатації та припинення отримання прибутку від вкладених коштів. Для інших учасників та виконавців його закінченням буде припинення виконання окремих етапів робіт.

Життєвий цикл проєкту розбивають на фази та стадії. Стадія проєкту – одна з послідовно виконуваних частин створення проєкту, встановлена нормативними документами, що закінчується заданим результатом. Виділяють такі фази життєвого циклу проєкту:

– **фаза зародження** – включає такі стадії, як розробка концепції, яка характеризується появою загальної ідеї; стадія аналізу та вивчення можливостей, що визначає приблизні витрати, обсяг робіт, терміни виконання, визначається реальність даного проєкту;

– **фаза зростання** – включає стадії планування та конструкторської розробки. На даному етапі розробляється план виконання, загальний бюджет проєкту, план ресурсного забезпечення та календарний план. Крім того, розробляються та погоджуються конструкторські розробки (загальна схема, креслення кожного компоненту);

– **фаза зрілості** – включає стадію забезпечення необхідними матеріалами та обладнанням та стадію виробництва. Проводиться контроль обсягів, витрат, якості та своєчасності виконання робіт;

– **фаза завершення** – характеризується завершенням робіт, проводиться оцінка отриманих результатів, аудит, порівняння з наміченими цілями, підсумкова звітність, винагороджується та розпускається команда. Наприкінці проєкту узагальнюються позитивні та негативні результати, визначаються їх причини з метою накопичення досвіду.

В міжнародній практиці виділяють чотири стадії розробки та реалізації інвестиційного проєкту:

– **передінвестиційна стадія** – аналізується ідея ініціатора та розробляється концепція проєкту. Поява задуму проходить в процесі стратегічного планування як елемент стратегії фірми. З метою обґрунтування концепції проєкту вивчаються прогнози розвитку інноваційної діяльності; шляхи розвитку регіону, що зачіпають інтереси підприємства; умови реалізації початкового задуму проєкту. Результати проведеного аналізу використовують для оцінки життєздатності проєкту і передпроєктного обґрунтування інвестицій. Якщо проєкт визнано

перспективним для інвестицій, то розробляється попередній план, який являє собою перелік робіт із зазначенням термінів, виконавців, результатів, які ведуть до отримання комплексу показників, що намічені концепцією проєкту. Цей план є основою для проведення тендерів, укладання контрактів із розробниками й виконавцями всіх передбачених робіт, складання детального мережного графіка роботи та оцінки робіт, що заплановані. План складається за участю всіх зацікавлених осіб, що сприяють його реалізації. Нійчастіше передінвестиційна стадія закінчується розробкою бізнес-плану, який являє собою конкретний план дій підприємця (суб'єкта господарювання) по реалізації своєї ідеї. Бізнес-план являє собою складну систему техніко-економічних розрахунків, оцінок, обґрунтувань, що на даній стадії детально не завжди вдається зробити. Але всі розділи бізнес-плану повинні бути продумані, а потім уточнені на інвестиційній стадії;

– **інвестиційна стадія** – проєкту включає розробку проєктно-кошторисної документації, підготовку до будівельно-монтажних робіт, проведення тендерів, конкурсів, аукціонів, укладання контрактів, організацію закупівель і постачання матеріальних цінностей, необхідних для реалізації проєкту тощо. Крім розробки проєкту, до цієї стадії відноситься і реалізація проєкту, в тому числі коригування проєктної документації. Дана стадія є найбільш ризиковою і її тривалість залежить від складності проєкту та умов його реалізації;

– **експлуатаційна стадія** – включає весь період експлуатації проєкту, за який проєкт повинен окупити вкладені в розробку та реалізацію ресурси;

– **ліквідаційна стадія** – одноразовий захід завершення проєкту.

Функції управління проєктами

Основними функціями, тобто задачами, які розв'язуються проєкт-менеджерами в процесі реалізації проєкту є:

– прогнозування та планування проєктної діяльності;

– організація роботи;

– координація й регулювання процесів розробки і реалізації проєкту;

– активізація і стимулювання праці виконавців;

– облік, контроль і аналіз ходу розробки і реалізації проєкту.

Основними функціями проєктного менеджменту, які визначені Американським Інститутом управління проєктами та спрямовані на управління цілями, є:

– управління обсягом робіт (управління результатами, управління роботами) – управління предметною сферою проєкту, необхідність якого зумовлена зміною цілей, завдань, робіт та їх обсягів;

– управління якістю – визначення вимог і стандартів якості результатів, що є показниками успішності проєкту;

– управління витратами – фінансовий контроль, який здійснюється шляхом складання, накопичення та аналізу звітів по витратах проєкту;

– управління часом, яке передбачає визначення строків виконання проєкту, складання календарних графіків та їх контроль;

– управління вартістю – контроль за тим, щоб проєкт був здійснений у рамках встановленого бюджету.

Додатковими функціями для управління певними об'єктами є:

– управління персоналом. У проєкті виникає коло задач, пов'язаних з підбором кадрів, розподілом обов'язків, організацією ефективної роботи команди, плануванням і контролем її роботи;

– управління комунікаціями або інформаційними зв'язками – передбачає накопичення інформації, якою обмінюються члени проєктної команди, керівництво, і яка сприяє успішному завершенню проєкту;

– управління контрактами та забезпеченням проєкту – передбачає проведення відбору, переговорів та підписання замовлень, контроль за постачанням матеріально-технічних ресурсів;

– управління ризиком, що включає сукупність дій, пов'язаних із визначенням ступеня ймовірності виникнення ризику в проєкті;

– управління проєктною інтеграцією – забезпечує координацію всіх функцій проєкту.

Основні визначення

Мережний графік (стрілкова діаграма, мережна модель, логічна мережа) – це наочне зображення проєкту у вигляді графа, який відображає технологічний взаємозв'язок між роботами.

Може бути два засоби зображення проєкту, на основі одних і тих самих початкових даних (табл. 5.1):

1. Вершини інтерпретують роботи, а орієнтовані дуги, що їх з'єднують, вказують на залежність між цими роботами (рис. 5.1).

2. Орієнтовані дуги інтерпретують роботи, а вершини – **події**, тобто факт завершення всіх робіт, що входять у подію (рис. 5.2).

Таблиця 5.1 – Дані для побудови мережного графіку

Робота	Є попередньою для робіт	Тривалість
1	2,3	2
2	8	3
3	6,7	4
4	6,7	5
5	9	4
6	8	6
7	–	4
8	–	2
9	–	7

Подія може бути кінцем одних і початком інших робіт. Жодна робота, яка виходить з події, не може початися до завершення всіх робіт, що входять у подію. Якщо робота не має попередньої роботи, то вона виходить з події, що називається **початком проєкту** (не має вхідних дуг). Якщо за роботою не виконуються ніякі інші роботи, то вона входить у подію, яка називається **кінцем проєкту** (не має вихідних дуг).

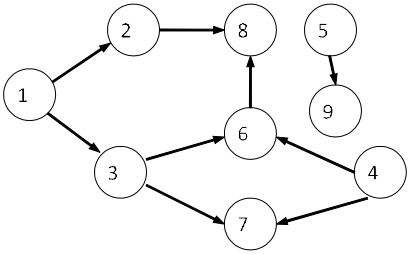


Рисунок 5.1 – Перший спосіб графічного відображення проєкту

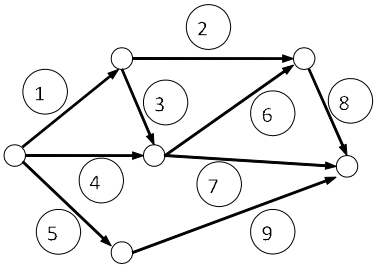


Рисунок 5.2 – Відображення зв'язків робіт у другому варіанті графа проєкту

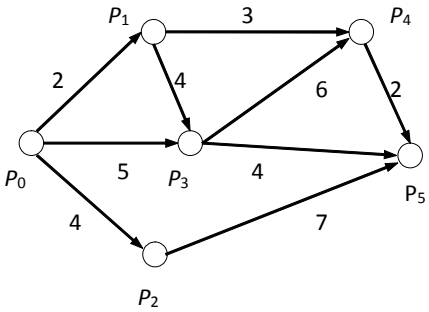


Рисунок 5.3 – Мережний графік проєкту

На рис. 5.2 представлено граф без пронумерованих подій. У кружечках над дугами проставлені в даному випадку номери робіт.

Після нумерації подій мережний граф має вигляд рис. 5.3, де над дугами P_{ij} проставлені тривалості робіт t_{ij}. Роботі 1, наприклад, відповідає дуга P_0P_1. Подія P_0 є початком проєкту, а подія P_5 – кінцем проєкту.

Для визначення тривалості окремої роботи звичайно на основі досвіду оцінюють її оптимістичну a_{ij} та песимістичну b_{ij} тривалості виконання. Песимістичний час враховує навіть малоймовірні можливості зривів, а оптимістичні розраховуються для найсприятливіших умов.

Якщо відомі a_{ij} та b_{ij}, то за допомого теорії ймовірностей можна довести, що

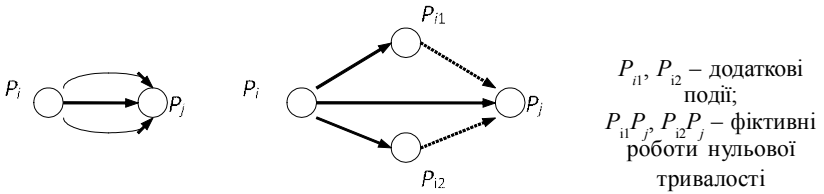
$$t_{ij}=0{,}2(3a_{ij}+2b_{ij}).$$

Якщо додатково відомий найймовірніший час виконання роботи m_{ij}, то

$$t_{ij}=1/6(a_{ij}+4\,m_{ij}+b_{ij}).$$

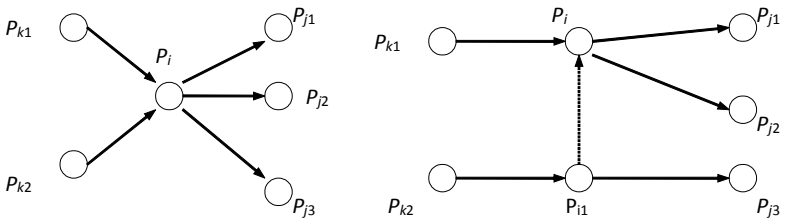
Правила складання мережного графіка

1. Якщо k>1 робіт виходять з однієї події P_i і входять в одну й ту ж саму подію P_j (рис. 5.4, а), то для того, щоб кожну пару подій з'єднувала не більше ніж одна дуга (робота), вводять k–1 додаткові події P_{i1}, ..., $P_{ik"1}$, які з'єднані з P_j фіктивними роботами нульової тривалості (рис. 5.4, б).



а *б*

Рисунок 5. 4 – Перетворення мережного графіка за правилом «два вузли-одна дуга»



а ***б***

Рисунок 5.5 – Введення додаткових подій і фіктивних робіт

2. Якщо в подію P_i входить більше ніж одна робота, наприклад $P_{k1}P_i$, $P_{k2}P_i$, і виходить більше ніж одна робота, наприклад P_iP_{j1}, P_iP_{j2}, P_iP_{j3}, але для виконання деяких з цих робіт, наприклад P_iP_{j3}, не обов'язково виконувати всі вхідні події, наприклад $P_{k1}P_i$, то вводять додаткові події і фіктивні роботи нульової тривалості, щоб привести графік з вигляду, представленого на рис. 5.5, а), до вигляду рис. 5.5, б). На рис. 5.5, б) введена додаткова подяі P_{i1} і фіктивна робота нульової тривалості $P_{i1}P_i$.

3. Якщо якась подія P_k при $k \neq m$ не має вихідних дуг, то в одноцільовому проєкті вона з'єднується фіктивною роботою нульової тривалості з подією P_m – кінцем проєкту, тобто вводитья дуга P_kP_m.

4. Всі роботи мають бути простими, тобто виконання всієї роботи є умовою початку наступних робіт.

5. Якщо в середині мережі можна виділити деяку підмережу, планування якої не залежить від всієї мережі, то можна скласти укрупнену мережу шляхом заміни цієї підмережі однією роботою, тривалість якої дорівнює критичному часу підмережі.

6. В мережному графіку неможливі цикли. Припустимо, що в мережі є цикл (рис. 5.6). Тоді робота P_1P_2 може початися

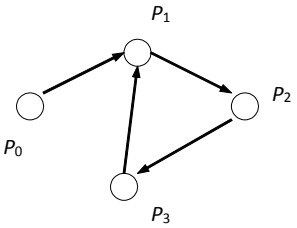


Рисунок 5.6 – Цикл

після завершення робіт P_0P_1 та P_3P_1, але робота P_3P_1 може початися тільки після завершення роботи P_1P_2, тобто виконання проєкту за даним мережним графіком неможливе.

Нумерація подій

Часто зручно пронумерувати події так, щоб для кожної роботи P_iP_j виконувалася нерівність $i<j$. При нумерації подій може бути три варіанти:

I. Якщо кожна подія з'єднана точно n дугами з усіма іншими подіями, тоді кожній події присвоюється номер, що дорівнює кількості дуг, які входять у подію. Початок проєкту отримує номер 0, а кінець n. Алгоритм цієї процедури наступний:

1. Знаходять початок проєкту P_0 і присвоюють йому номер 0.

2. Викреслюють усі дуги, які виходять з P_0.

3. Єдиній події, що залишилася без вхідних дуг, присвоюють номер 1.

4. Повторюють пп. 2, 3 для наступних подій P_1, P_2 і так далі.

Номер кожної події дорівнює максимальному числу дуг шляху, що з'єднує цю подію з P_0.

II. Частіше кожна подія з'єднана лише з деякими іншими подіями, тобто мережа не дуже розгалужена. Алгоритм нумерації подій тоді такий самий, але на кроці 3 може залишитися декілька подій без вхідних дуг. Такі події називають <u>подіями одного рівня</u> або <u>одного ранга</u>. Так само, як в I, номер кожної події дорівнює максимальному числу дуг шляху, що з'єднує цю подію з P_0 (хоча можуть існувати шляхи від P_0 до події з кількістю дуг, меншою за ранг події). Розглянемо послідовно етапи нумерації подій у графі рис. 5.3.

Відповідно до алгоритму знаходимо початок проєкту, присвоюємо йому номер 0 і викреслюємо дуги, які виходять з початку проєкту.

Виділені (рис. 5.7) дві події залишаються без вхідних дуг. Присвоюємо їм номери 1 та 2. Події P_1 та P_2 є подіями першого рангу. Викреслюємо дуги, що виходять з подій першого рангу (рис. 5.8). Виділена подія залишається без вхідних дуг. Присвоюємо їй номер 3. Ця подія P_3 є подією другого рангу.

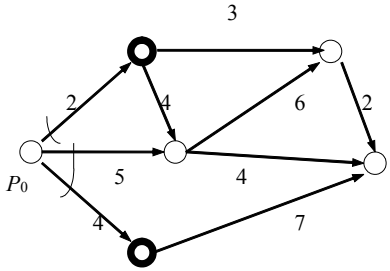


Рисунок 5.7 – Події першого рангу

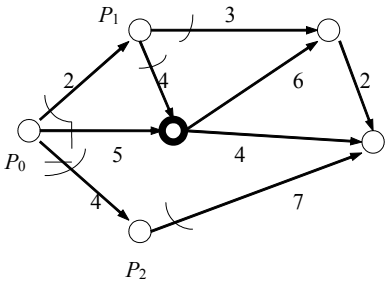


Рисунок 5.8 – Події другого рангу

Викреслюємо дуги, що виходять з події другого рангу (рис. 5.9). Виділена подія залишається без вхідних дуг. Присвоюємо їй номер 4. Відповідно подія P_4 є подією третього рангу.

Викреслюємо дуги, що виходять з події третього рангу (рис. 5.10). Останньою без вхідних дуг залишається подія P_5, що є кінцем проєкту.

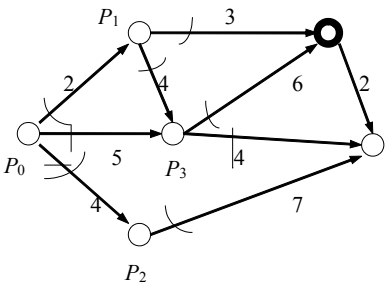


Рисунок 5.9 – Події третього рангу

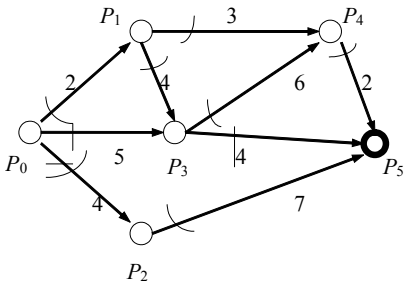


Рисунок 5.10 – Події четвертого рангу

III. Якщо мережа велика, то застосовують алгоритм Форда:

1. Кожній вершині P_j ставлять у відповідність число $\lambda_j^{(0)}=0$, а кожній дузі P_iP_j – число $y_{ij}=1=const$.

2. Другий і кожний наступний q-ий крок полягає в тому, що переглядають всі вершини в довільному порядку і визначають нові значення λ_j^q, причому $\lambda_j^q \geq \lambda_j^{q-1}$

$$\lambda_j^q=\max(\lambda_i^p+y_{ij}),\ j=1,2,...,\ n;\quad \lambda_0^q=0, \qquad (5.1)$$

де $p=q$, якщо подія P_i вже переглядалася на кроці q; $p=q-1$, якщо подія P_i ще не переглядалася на кроці q.

Пункт 2 повторюють доти, поки на черговому кроці всі λ_j^{q-1} залишаються без змін. Вони і є рангами вершин мережі.

В результаті багатьох кроків отримуємо

$$\lambda\lambda_j^q=\lambda_i k^v+y_{ik\ ik''1}+y_{ik''1\ ik''2}+...+y_{i1j},$$

де $\lambda_i k^v=0$.

Загалом $\lambda_i k^v=0$ можливо, якщо

а) $ik=0$. Тоді λ_j^q – кількість дуг ланцюга, що з'єднує P_0 з P_j.

б) v=0. Тоді λ_j^q – кількість дуг ланцюга, що з'єднує P_ik з P_j.

Таким чином, λ_j^q – кількість дуг, які входять у P_j.

3. На наступному q+1-ому кроці можливі такі випадки:

а) буде знайдено довший ланцюг;

б) буде подовжено даний ланцюг (при $ik\neq 0$);

в) λ_j^{q+1} буде дорівнювати λ_j^q. Якщо це вірно для всіх j=1, 2, ..., n, то алгоритм завершено.

Для мережного графіка рис. 5.3:

1. $\lambda_0^0 = \lambda_1^0 = \lambda_2^0 = ... = \lambda_5^0 = 0$, $y_{ij} = 1$.

2. Перший крок. Переглядаємо вершини у послідовності P_0, P_2, P_3, P_4, P_1, P_5. $\lambda_0^1 = \lambda_0^0 = 0$.

У P_2 входить одна дуга

$$\lambda_2^1 = \lambda_0^0 + y_{02} = 0+1 = 1.$$

У P_3 входять дві дуги

$$\lambda_3^1 = \max[\lambda_0^0 + y_{03}, \lambda_1^0 + y_{13}] = \max[0+1, 0+1] = \max[1, 1] = 1.$$

У P_4 також входять дві дуги

$$\lambda_4^1 = \max[\lambda_1^0 + y_{14}, \lambda_3^1 + y_{34}] = \max[0+1, 1+1] = \max[1, 2] = 2.$$

У P_1 входить одна дуга

$$\lambda_1^1 = \lambda_0^0 + y_{01} = 0+1 = 1.$$

У P_5 входять три дуги

$$\lambda_5^1 = \max[\lambda_2^1 + y_{25}, \lambda_3^1 + y_{35}, \lambda_4^1 + y_{45}] = \max[1+1, 1+1, 2+1] = \max[2, 2, 3] = 3.$$

3. Другий крок. Переглядаємо вершини з кінця мережі P_5, P_4, ..., P_0.

$$\lambda_5^2 = \max[\lambda_2^1 + y_{25}, \lambda_3^1 + y_{35}, \lambda_4^1 + y_{45}] = \max[1+1, 1+1, 2+1] = \lambda_5^1 = 3;$$

$$\lambda_4^2 = \max[\lambda_1^1 + y_{14}, \lambda_3^1 + y_{34}] = \max[1+1, 1+1] = \max[2, 2] = 2;$$

$$\lambda_3^2 = \max[\lambda_0^0 + y_{03}, \lambda_1^1 + y_{13}] = \max[0+1, 1+1] = \max[1, 2] = 2;$$

$$\lambda_2^2 = \lambda_0^0 + y_{02} = 0+1 = 1;$$

$$\lambda_1^2 = \lambda_0^0 + y_{01} = 0+1 = 1.$$

$$\lambda_0^2 = \lambda_0^1 = 0.$$

3. Третій крок. Переглядаємо вершини у послідовності P_0, P_1, P_2, P_4, P_3, P_5.

$\lambda_0^3 = \lambda_0^2 = 0$;

$\lambda_1^3 = \lambda_0^3 + y_{01} = 0+1=1$;

$\lambda_2^3 = \lambda_0^3 + y_{02} = 0+1=1$;

$\lambda_4^3 = \max[\lambda_1^3 + y_{14}, \lambda_3^2 + y_{34}] = \max[1+1, 2+1] = \max[2, 3] = 3$;

$\lambda_3^3 = \max[\lambda_0^3 + y_{03}, \lambda_1^3 + y_{13}] = \max[0+1, 1+1] = \max[1, 2] = 2$;

$\lambda_5^3 = \max[\lambda_2^3 + y_{25}, \lambda_3^3 + y_{35}, \lambda_4^3 + y_{45}] = \max[1+1, 2+1, 3+1] = \max[2, 3, 4] = 4$.

4. Четвертий крок. Переглядаємо вершини у послідовності P_0, P_2, P_3, P_4, P_1, P_5.

$\lambda_0^4 = \lambda_0^3 = 0$;

$\lambda_2^4 = \lambda_0^0 + y_{02} = 0+1=1=\lambda_2^3$;

$\lambda_3^4 = \max[\lambda_0^4 + y_{03}, \lambda_1^3 + y_{13}] = \max[0+1, 1+1] = \max[1, 2] = 2 = \lambda_3^3$;

$\lambda_4^4 = \max[\lambda_1^3 + y_{14}, \lambda_3^4 + y_{34}] = \max[1+1, 2+1] = \max[2, 3] = 3 = \lambda_4^3$;

$\lambda_1^4 = \lambda_0^4 + y_{01} = 0+1=1=\lambda_1^3$;

$\lambda_5^4 = \max[\lambda_2^4 + y_{25}, \lambda_3^4 + y_{35}, \lambda_4^4 + y_{45}] = \max[1+1, 2+1, 3+1] = \max[2, 3, 4] = 4 = \lambda_5^3$.

Отримуємо для всіх $j \lambda_j^5 = \lambda_j^4$. Ранги подій визначено.

Параметри мережного графіка

Довжина шляху з P_i в P_j у пронумерованому мережному графіку – це тривалість виконання послідовності робіт, які складають цей шлях:

$$t_{ij_1} + t_{j_1 j_2} + \ldots + t_{k-2\,k-1} + t_{k-1\,k}\,.$$

Мінімальний час T_i настання події P_j дорівнює максимальній довжині шляху з P_0 в P_j. Це випливає з того, що подія настає після завершення всіх робіт, що входять у подію, тобто після виконання найдовшої відповідної послідовності робіт. Вважається, що час настання події P_0 дорівнює нулю: T_0=0.

Наприклад, для рис. 5.10 подія P_3 відбувається після завершення робіт, які відповідають дугам P_1P_3 та P_0P_3. Тривалість роботи P_0P_3 складає 5 годин, а роботи P_1P_3 – 4 години, але робота P_1P_3 не може початися до того, як завершиться робота, яка відповідає дузі P_0P_1 і триває 2 години. Таким чином, подія P_3 не може настати після початку проєкту раніше 2+4=6 годин, T_3=6.

Критичний час проєкту T_n – це мінімальний час настання події, що є кінцем проєкту (мінімальний час виконання всіх робіт).

Критичний шлях (критична послідовність) – це будь-який шлях з початку проєкту P_0 до кінця проєкту P_n, що має максимальну довжину. Критичних шляхів у мережному графіку може бути декілька.

Максимальний час T_i' настання події P_i – різниця між критичним часом проєкту і максимальною довжиною шляху l_i з події до кінця проєкту

$$T_i'=T_n-l_i. \tag{5.2}$$

Якщо внаслідок виробничих причин, наприклад, нестачі ресурсів робочої сили, подія станеться пізніше T_i, але в інтервалі часу до T_i' включно, то це не вплине на загальну тривалість проєкту T_n. Якщо подія настане пізніше за T_i', то час виконання проєкту зросте.

Вільний резерв часу $T_{ij}^{в}$ роботи P_iP_j розраховується за формулою

$$T_{ij}^{в}=T_j-T_i-t_{ij}. \tag{5.3}$$

$T_{ij}^{\text{в}}$ – це можливий час затримки початку виконання роботи P_iP_j порівняно з T_i, що не впливає на мінімальний час настання події P_j.

Теорема. Для всіх шляхів, що з'єднують P_0 з P_n, критичним (найбільшої довжини) є тільки той шлях, для всіх дуг (робіт P_iP_j) якого вільний резерв часу дорівнює нулю, тобто

$$T_j - T_i - t_{ij} = 0 \to t_{ij} = T_j - T_i. \qquad (5.4)$$

Дійсно, якщо для кожної дуги деякого шляху $P_0, P_{i_1}, P_{i_2}, \ldots, P_{i_{n-1}}, P_n$ виконується умова (5.5), то враховуючи, що T_0=0

$$t_{0i_1} + t_{i_1i_2} + \ldots + t_{i_{n-1}i_n} =$$

$$= T_{i_1} - T_0 + T_{i_2} - T_{i_1} + \ldots + T_{i_n} - T_{i_{n-1}} = T_n - T_0 = T_n - 0 = T_n.$$

Якщо в деякому шляху $P_0, P_{j_1}, P_{j_2}, \ldots, P_{j_{n-1}}, P_n$ для деякої дуги $P_{j_k}P_{j_{k+1}}$ умова (5.5) не виконується, тобто має місце $T_{j_{k+1}} - T_{j_k} > t_{j_kj_{k+1}}$, тоді

$$t_{0j_1} + t_{j_1j_2} + \ldots + t_{j_{n-1}n} < T_{j_1} - T_0 + T_{j_2}.$$

$$- T_{j_1} + \ldots + T_n - T_{j_{n-1}} = T_n - T_0 = T_n$$

Тобто цей шлях не є критичним.

Повний резерв часу $T_{ij}^{\text{п}}$ роботи P_iP_j розраховується за формулою

$$T_{ij}^{\text{п}} = T_j' - T_i - t_{ij}. \qquad (5.5)$$

$T_{ij}^{\text{п}}$ показує, на який час можна запізнитися порівняно з $T_{\text{і}}$ із початком виконання роботи P_iP_j, щоб ця затримка не вплинула на максимальний час настання події P_j, тобто не вплинула на критичний час проєкта.

З (5.2) та (5.5) випливає $T_{ij}^{\text{п}} = T_j' - T_i - t_{ij} = T_n - l_j - T_i - t_{ij}$.

Враховуючи, що T_i – це довжина максимального шляху від початку проєкту до події, що є початком роботи, t_{ij} – тривалість роботи, а l_j – довжина максимального шляху від кінця проєкту до події, що є кінцем роботи, можна зробити висновок, що $l_j + T_i + t_{ij}$ є довжиною максимального шляху, що проходить через роботу P_iP_j. Повний резерв часу роботи P_iP_j дорівнює різниці між критичним часом проєкту і довжиною максимального шляху, що містить дану роботу.

Теорема. Для того, щоб подія належала до критичного шляху, необхідно і достатньо, щоб виконувалося рівняння:

$$T'_j = T_j. \tag{5.6}$$

Оскільки за рівнянням (5.2) $T'_j = T_n - l_j$, то вираз (5.6) можна записати у вигляді $T_n - l_j = T_j$. Звідси $T_n = T_j + l_j$. Оскільки T_j є максимальною довжиною шляху з P_0 до P_j, а l_j є максимальною довжиною шляху з P_j до P_n, то $T_j + l_j$ є максимальною довжиною шляху з P_0 до P_n, який проходить через P_j. Якщо ця величина дорівнює T_n, то цей шлях є критичним, а якщо P_j лежить на критичному шляху, то максимальна довжина шляху, що проходить через P_j, дорівнює T_n.

Робота P_iP_j входить у критичний шлях тоді і тільки тоді, коли

$$T'_j - T_i - t_{ij} = 0. \tag{5.7}$$

Оскільки за (5.2) $T'_j = T_n - l_j$, то з (5.7) випливає

$$T_n - l_j - T_i - t_{ij} = 0;$$

$$T_n - (T_i + l_j + t_{ij}) = 0. \tag{5.8}$$

$T_i + l_j + t_{ij}$ є максимальною довжиною шляху з P_0 в P_n, що містить P_iP_j (T_i – це максимальний шлях від P_0 до P_i,

l_j– максимальний шлях з P_j до P_n). Тобто, якщо робота лежить на критичному шляху, то він і буде шляхом максимальної довжини й умова (5.7) виконана. І навпаки: якщо виконується (5.8), тобто різниця між T_n і довжиною максимального шляху через роботу P_iP_j дорівнює нулю, то робота P_iP_j лежить на критичному шляху.

Пошук критичного шляху починають з P_0, виділяючи послідовно критичні роботи.

Збільшення тривалості некритичної роботи за рахунок всього її повного резерву часу приводить до появи нового критичного шляху, до складу якого входить дана робота.

Запізнення з початком некритичної роботи P_iP_j порівняно з T_i на всю величину її повного резерву часу приводить до того, що всі роботи, які починаються з P_j, будуть починатися в найпізніший припустимий час T'_j настання цієї події (P_j).

Використання вільного резерву часу $T_j–T_i–t_{ij}$ роботи P_iP_j, на відміну від повного резерву, не заважає почати всі роботи P_jP_l у найраніший припустимий час T_j. Збільшення тривалості роботи P_iP_j на частину її вільного резерву може знизити повний резерв робіт, що входить у P_i (звичайно якщо $T_i \neq T'_i$) і не впливає на резерви робіт, що виходять з P_j.

Для робіт, які лежать на критичному шляху, повний резерв часу співпадає з вільним.

Незалежний резерв часу роботи P_iP_j визначає максимально припустимий час для збільшення тривалості роботи P_iP_j або запізнення її початку при умові, що всі роботи, які входять у P_i, починаються в найпізніший припустимий час T_i', а всі роботи, що виходять з P_j, починаються в найраніший припустимий час T_j. Тобто, використання на роботі P_iP_j її незалежного резерву не впливає на тривалості інших робіт.

Для робіт, які лежать на критичному шляху, незалежний резерв часу співпадає з вільним.

Може використовуватися інша термінологія: іноді незалежний резерв називають вільним резервом, вільний резерв – частковим резервом II роду, а вираз $T_j'-T_i'-t_{ij}$ – частковим резервом I роду. Частковий резерв I роду відповідає максимальному збільшенню тривалості роботи (або ранішому її закінченню порівняно з найпізнішим її закінченням T_j'), яке не порушує можливості завершити всі роботи, що входять у P_i в найпізніший припустимий час T_i'. Використання на роботі P_iP_j її часткового резерву I роду може знизити повний і вільний (за нашою термінологією) резерви робіт, що виходять з P_j, і не впливає на резерви робіт, що входять у P_i. У робіт, що виходять з подій критичному шляху, цей резерв співпадає з їх повним резервом, а у тих, що входять у події критичного шляху – з їх незалежним резервом.

Повний резерв часу можна вважати мірою «критичності» роботи. Чим він менший, тим ближче до критичного шляху шлях максимальної довжини, який включає дану роботу.

Робота P_iP_j називається критичною, якщо $T'_j-T_i=t_{ij}$ (максимальний припустимий час її виконання дорівнює її тривалості) та некритичною, якщо $T'_j-T_i>t_{ij}$.

Підкритичною називається робота, що лежить на шляху, довжина якого l відрізняється від довжини критичного шляху $T_{кр}$ не більше ніж на задану величину δ:

$$T_{кр}-\delta\le l\le T_{кр}.$$

Повний резерв часу не досить точно відображає міру критичності роботи, бо однаковий резерв можуть мати роботи різної тривалості (наприклад, резерв 2 години для роботи, що триває 0,5 годин, і роботи, що триває 20 годин). Тому вводять додаткову характеристику – коефіцієнт напруженості роботи.

Коефіцієнт напруженості k_{ij} роботи P_iP_j – це максимальне серед відношень довжин відрізків шляху максимальної

довжини і критичного шляху, які не співпадають і містяться між одними і тими ж подіями P_i та P_j, що належать обом шляхам:

$$k_{ij} = \max\left[\frac{L(i, j)}{T*(i, j)}\right].$$

Визначення параметрів мережного графіка

Мінімальні часи настання подій виявляються для пронумерованої мережі за допомогою наступного алгоритму:

1. Кожній події присвоюється T_j*=0.

2. Послідовно від P_0 до P_n переглядають усі вузли мережі і розраховують нові значення:

$$T_j=\max[T_i+t_{ij}], j=1, 2, ..., n.\ T_0=T_0*=0.$$

Для кожного j-го вузла при цьому враховуються тільки ті роботи P_iP_j, які входять у даний вузол, тобто і є вибіркою з множини $\{0, 1, 2, ..., n\}$. Мінімальний час настання події, що є кінцем проєкту, згідно із визначенням є критичним часом проєкту. Наприклад, для мережі рис. 5.10:

$T_0=0$;

$T_1= T_0+t_{01}=0+2=2.$

$T_2= T_0+t_{02}=0+4=4;$

$T_3=\max[T_0+t_{03}; T_1+t_{13}]=\max[0+5; 2+4]=\max[5; 6]=6;$

$T_4=\max[T_1+t_{14}; T_3+t_{34}]=\max[2+3; 6+6]=\max[5; 12]=12;$

$T_5=\max[T_2+t_{25}; T_3+t_{35}; \quad T_4+t_{45}]=\max[4+7; \quad 6+4; 12+2]=\max[11; 10; 14]=14;$

Критичний час проєкту дорівнює 14 годин, тобто менш ніж за 14 годин проєкт виконати неможливо.

Якщо мережа пронумерована, то рішення отримується без повтору п. 2. Якщо роботи задані в табличній формі або мережа непронумерована, то роблять аналогічне визначення рангів, тільки використовують не y_{ij}, а t_{ij}.

Максимальний час настання події визначається в пронумерованій мережі за допомогою наступного алгоритму:

1. Кожній події присвоюють $l_j^*=0$

2. Послідовно переглядають увсі події мережі з P_n до P_0 і визначають довжини максимальних шляхів від кінця проєкту до події P_j:

$$l_j=\max[l_k+t_{jk}],\ l_n=l^*_n=0;\ j=n,\ n-1,\ n-2,\ \ldots,\ 0.$$

Для кожного j-го вузла при цьому враховуються тільки ті роботи P_jP_k, які виходять з даного вузла, тобто k є вибіркою з множини $\{0, 1, 2, \ldots, n\}$.

3. Розраховують максимальні часи настання подій за формулою:

$$T_j'=T_n-l_j. \qquad (5.5)$$

Для наведеного вище прикладу

$l_5=l^*_n=0;$

$l_4=l_5+t_{45}=0+2=2;$

$l_3=\max[l_4+t_{34},\ l_5+t_{35}]=\max[2+6,\ 0+4]=\max[8,\ 4]=8;$

$l_2=l_5+t_{25}=0+7=7;$

$l_1=\max[l_3+t_{13},\ l_4+t_{14}]=\max[8+4,\ 2+3]=\max[12,\ 5]=12;$

$l_0=\max[l_1+t_{01},\ l_2+t_{02}]=\max[12+2,\ 7+4]=\max[14,\ 11]=14;$

$T'_5=T_5-l_5=14-0=14;$

$T'_4=T_5-l_4=14-2=12;$

$T'_3=T_5-l_3=14-8=6;$

$T'_2 = T_5 - l_2 = 14 - 7 = 7;$

$T'_1 = T_5 - l_1 = 14 - 12 = 2;$

$T'_0 = T_5 - l_0 = 14 - 14 = 0;$

Якщо мережа непронумерована або задана таблицею, то діють аналогічно процедурі пошуку мінімального часу настання події, але оперують l_j і переглядають мережу з кінця проєкту.

Подальший аналіз мережного графу і побудову лінійної діаграми зручно проводити за допомогою таблиці (табл. 5.2), в якій вільні і повні резерви часу робіт розраховуються відповідно за формулами (5.3) і (5.5).

Таблиця 5.2 – Розрахункова таблиця

Робота	P_i	P_j	t_{ij}	T_i	T_j	T_j'	$T_{ij}^{в} = T_j T_i - t_{ij}$	$T_{ij}^{п} = T_j' - T_i - t_{ij}$	Ресурс
1	0	1	2	0	2	2	2-0-2=0	2-0-2=0	7
2	1	4	3	2	12	12	12-2-3=7	12-2-3=7	6
3	1	3	4	2	6	6	6-2-4=0	6-2-4=0	8
4	0	3	5	0	6	6	6-0-5=1	6-0-5=1	10
5	0	2	4	0	4	7	4-0-4=0	7-0-4=3	5
6	3	4	6	6	12	12	12-6-6=0	12-6-6=0	6
7	3	5	4	6	14	14	14-6-4=4	14-6-4=4	7
8	4	5	2	12	14	14	14-12-2=0	14-12-2=0	2
9	2	5	7	4	14	14	14-4-7=3	14-4-7=3	4

Критичні шляхи проєкту можна виявити трьома способами:

1. На мережному графі з усіх дуг, що входять в кінець проєкту P_n, обираємо дуги, які задовольняють умові (5.4), тобто мають нульові вільні резерви часу. Повторюємо цю процедуру для вершин, з яких виходять виділені дуги. Процес завершується після досягнення P_0: $P_0 P_3 P_4 P_5$.

2. У табл. 5.2 серед робіт, що завершуються в події-кінці проєкту, розшукують роботи з нульовими вільними резервами часу і повторюють процедуру для подій, після яких починаються визначені роботи. Процес завершується після досягнення P_0. У табл. 5.2 сірим кольором помічені комірки, які відповідають роботам з нульовими вільними резервами часу, а серед них жирними границями – комірки, які відповідають критичним роботам.

3. За лінійною діаграмою робіт (див. далі).

Пошук підкритичних шляхів здійснюється наступним чином:

1. У кружечках, що відповідають подіям, у лівій частині ставлять число T_i і номери подій, для яких воно досягалося. В правій половині кружечків проставляють максимальну довжину шляху від кінця проєкту до події l_i і відповідні номери подій, з яких виходять роботи, що відповідають цьому шляху і входять у дану подію.

2. Над дугами в кружечках проставляють повні резерви часу робіт.

3. За виразом $T_n - \delta \le l \le T_n$ знаходять підкритичні роботи.

4. Довільно обирають одну з підкритичних робіт.

5. Для обраної підкритичної роботи будують шлях від події, що є початком роботи, до початку проєкту, використовуючи номери подій, записані в лівій частині кружечка (біля T_i).

6. Для обраної підкритичної роботи будують шлях від події, що є кінцем роботи, до кінця проєкту, використовуючи номери подій, записані в правій частині кружечка (біля l_i).

7. У результаті пп. 5, 6 отримують підкритичний шлях, на якому лежить обрана робота. Повторюють пп. 4–6 для інших підкритичних робіт, якщо вони є.

Наприклад, припустимо, що для мережного графіка рис. 5.11 δ=1. Тоді крім критичних робіт P_0P_1, P_0P_3, P_1P_5,

P_3P_4, P_4P_7, P_5P_7 (критичні шляхи ($P_0P_1P_5P_7$ та $P_0P_3P_4P_7$) виявляються підкритичні роботи P_1P_3, P_3P_5, P_5P_6, P_6P_7.

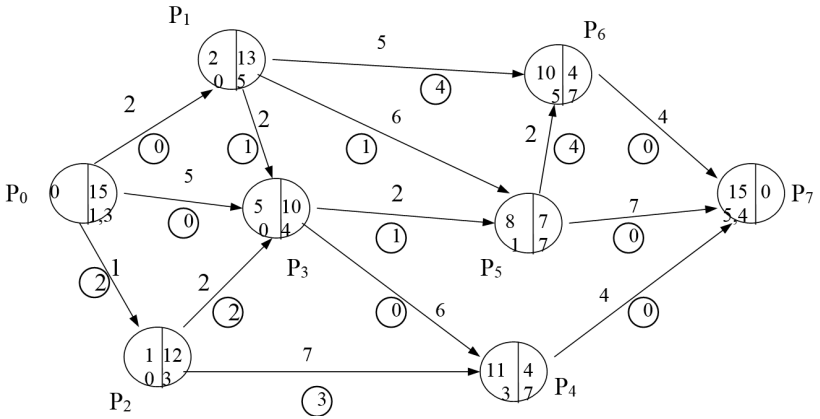


Рисунок 5.11 – Визначення підкритичних шляхів

Обираємо роботу P_5P_6. У лівій частині кружечка, що відповідає події P_5, стоїть номер події 1. Тобто дугою, що йде перед P_5P_6, буде дуга P_1P_5. Для події P_1 у лівій частині кружечка вказано номер події 0. Тобто перед роботою P_1P_5 буде йти робота P_0P_1. Таким чином ми побудували частину шляху від початку проєкту до події P_5.

У правій частині кружечка P_6 стоїть номер події 7, тобто після роботи P_5P_6 йде робота P_6P_7 і ми досягли кінця проєкту.

Таким чином, підкритичний шлях через P_5P_6 буде $P_0P_1P_5P_6P_7$.

Побудова й аналіз первинних лінійних діаграм

Мережний графік не дає наочного уявлення про розподіл робіт у часі. Тому після складання пронумерованого мережного графіка і розрахунку його параметрів складають лінійну діаграму робіт (діаграму Ганта), на якій єдина гори-

зонтальна вісь відповідає часу і кожна робота P_iP_j відображається смугою, яка починається в найраніший припустимий час T_i і має довжину, що дорівнює тривалості роботи. Діаграма Ганта, що відповідає мережному графу рис. 5.10 і табл. 5.2, наведена на рис. 5.12.

За лінійною діаграмою робіт також можна розшукати критичний шлях:

а) виявляються смуги, кінці яких торкаються вертикальної лінії, проведеної через критичний час проєкту;

б) проводять вертикальні лінії через початки виявлених смуг;

в) виявляють смуги, кінці яких торкаються вертикальних ліній п.б). і за мережним графіком перевіряють, чи дійсно вони відповідають роботам, після яких починаються роботи, відображені на лінійній діаграмі смугами п.а);

г) повторюють пп.б), в) доки не буде досягнуто початок проєкту (t=0).

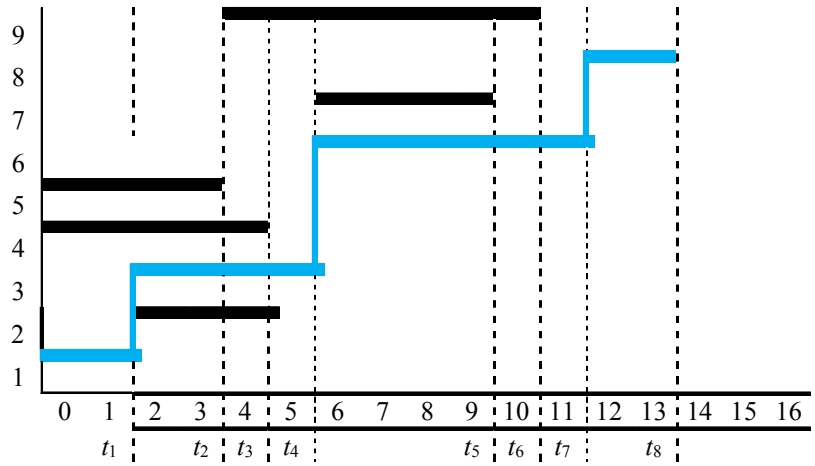


Рисунок 5.12 – Початкова лінійна діаграма робіт

На побудованій лінійній діаграмі (рис. 5.12) роботи 8 закінчується в час, що дорівнює кінцю проєкту. Опускаємо перпендикуляр на вісь часу з початку цієї роботи і виявляємо роботи, які закінчуються на цих перпендикулярах, тобто визначають мінімальні часи початку роботи 8. Такою роботою є робота 6. Опускаємо перпендикуляр на вісь часу з початку роботи 6, знаходимо роботу 3, яка визначає мінімальний час початку робіт 6. Опускаємо перпендикуляр на вісь часу з початку роботи 3 і виявляємо роботу 1, яка закінчується на цьому перпендикулярі, тобто визначає мінімальний час початку роботи 3. Таким чином виявляємо критичний шлях 8–6–3–1 (на рис. 5.12 виділено блакитним кольором).

На лінійній діаграмі робіт вільний резерв часу роботи – це найбільша довжина відрізка, на який можна зсунути вправо смугу P_iP_j, не змінюючи розташування жодної смуги P_jP_l.

При побудові лінійної діаграми початки смуг відповідають мінімальним часам настання подій, з яких виходять конкретні роботи, а максимальний час настання подій можна визначати окремо. Для цього зсувають вправо до вертикалі критичного шляху роботи, що входять у кінець проєкту. Роботи, що виконуються перед зсунутими роботами (закінчуються в подіях, що відповідають лівому краю зсунутих робіт), зсувають вправо до вертикалі, яка проходить через відповідні найлівіші початки вже зсунутих робіт. Операцію повторюють для всіх вузлів. Тоді ліві краї смуг відповідатимуть максимальним часам настання подій, з яких виходять роботи.

Розподіл ресурсів за лінійною діаграмою робіт

Звичайно ресурси для виконання проєкту (запаси сировини, фонд робочого часу певних верстатів, людські ресурси тощо) є обмеженими. Обмеження на s ресурсів можуть задаватися у вигляді, наприклад, функції наявності ресурсів у часі (щоденної наявності) $A_1(t), A_2(t), ..., A_s(t)$.

Інтенсивність споживання k-го ресурсу $r_{ij}k$ в одиницю часу може бути постійною і змінною в часі. Час виконання роботи t_{ij} відповідає заданим інтенсивностям споживання ресурсів, що використовуються при виконанні даної роботи. Обсяг k-го ресурсу, який потрібен для виконання всієї роботи $w_{ij}k$, визначається за формулою $w_{ij}k=r_{ij}kt_{ij}$.

Потреби в k-ому ресурсі для всього проєкту знаходять як суму необхідних ресурсів для всіх робіт.

Часто наявні ресурси не відповідають потребам. Тоді виконати проєкт за побудованою лінійною діаграмою неможливо і її треба коригувати.

Розглянемо алгоритм визначення необхідних ресурсів для виконання проєкту і коригування лінійної діаграми при постійних інтенсивностях споживання ресурсів r_{ij}.

1. У побудованій лінійній діаграмі опустити перпендикуляри з кінців робіт на вісь часу. В результаті будуть визначені інтервали часу $T_{m,m+1}$, m=1, 2, ..., m_{max} , кожен з яких має постійний набір виконуваних робіт.

2. Для кожного інтервалу $T_{m,m+1}$розрахувати потреби в кожному k-ому ресурсі за формулою $w_{ij}k=r_{ij}k\,T_{m,m+1}$.

В результаті будуть визначені кількості різних ресурсів, необхідні на кожному інтервалі часу.

3. Порівняти визначені за п. 2 необхідні ресурси з наявними для кожного часового інтервалу. В результаті будуть виявлені інтервали часу, в яких кількість ресурсів достатня для виконання поточних робіт, і інтервали часу з нестачею ресурсів. Оптимальному використанню ресурсів відповідає рівність необхідних і наявних ресурсів протягом усього проєкту. Надлишок ресурсів підвищує витрати на зберігання ресурсу, на заробітну плату тощо.

4. Для першого (найлівішого) інтервалу з нестачею першого ресурсу здійснити корекцію номенклатури робіт, що

виконуються в цьому інтервалі, використовуючи вільні резерви часу робіт:

а) виявити роботи, які виконуються в даному інтервалі, мають вільні резерви часу і починаються з початку даного інтервалу. Якщо такі роботи наявні, то перейти до п. 4, б), а якщо ні, то до п. 5;

б) зсунути початок однієї з виявлених за п. 4, а) робіт на кінець інтервалу часу, що розглядається;

в) перерахувати потрібну кількість ресурсу за відкоригованою діаграмою;

г) перевірити відповідність наявних ресурсів і потрібних ресурсів, визначених за п. 4, в);

д) якщо потреби в ресурсі задоволені, то перейти до п. 7, а якщо незадоволені, то до п. 4, а).

5. Здійснити коригування номенклатури робіт, що виконуються в даному інтервалі, використовуючи повні резерви часу робіт:

а) виявити роботи, які виконуються в даному інтервалі, мають повні резерви часу і починаються з початку даного інтервалу. Якщо такі роботи наявні, то перейти до п. 5, б, а якщо ні, то до п. 6;

б) зсунути початок однієї з виявлених за п. 5, а) робіт на кінець інтервалу часу, що розглядається;

в) якщо повний резерв часу роботи, яка зсувається, більший за її вільний резерв часу, то визначити новий мінімальний час настання події, що є кінцевою для дуги, яка відповідає даній роботі;

г) за допомогою мережного графіка виявити роботи, які починаються в події, що є кінцем роботи, яка пересувалася, і зсунути їх початки до часу, розрахованого за п. 5, в);

д) повторювати пп. 5, в), г) для робіт, зсунутих за п. 5, г) доти, поки мінімальні часи настання подій не перестануть змінюватися;

е) перерахувати потрібну кількість ресурсу за відкоригованою діаграмою;

ж) перевірити відповідність наявних ресурсів і потрібних ресурсів, визначених за п. 5, е);

з) якщо потреби в ресурсі задоволені, то перейти до п. 7, а якщо незадоволені, то до п. 5, а).

6. Здійснити коригування номенклатури робіт, що виконуються в поточному інтервалі, виходячи з наявної кількості ресурсу:

а) виявити роботу (роботи), які починаються в початку поточного інтервалу і пересування яких на пізніший час забезпечить відповідність між наявними і потрібними ресурсами;

б) зсунути початки виявлених робіт на кінець поточного інтервалу;

в) виконати пп. 5, в)–ж) для всіх зсунутих за п. 6, б) робіт.

7. Опустити перпендикуляри з кінців робіт на вісь часу і отримати нові часові інтервали з постійною номенклатурою робіт. У результаті змінюються тільки інтервали, які лежать правіше від інтервалу часу, для якого здійснювалася корегування номенклатури робіт за пп. 4–6.

8. Перерахувати потрібні ресурси для інтервалів часу, отриманих за п.7.

9. Виявити інтервали часу з нестачею ресурсу і повторити для них пп. 4–8. Якщо потреби в даному типі ресурсів не перевищують наявний ресурс для всіх інтервалів часу, то перейти до п. 10.

10. Повторити пп. 4–9 для іншого типу ресурсу. Алгоритм вважається завершеним, якщо протягом усього часу виконання проєкту задовольняються потреби в ресурсі кожного типу.

Якщо виконання кожної роботи вимагає виділення одного постійного ресурсу протягом всієї роботи, то в алгоритмі буде відсутній п. 2.

Для графа рис. 5.10 побудуємо лінійну діаграму робіт, якщо потреби в ресурсі «робоча сила» на кожну роботу відповідають заданим у табл. 5.2 і на виконання проєкту задіяна бригада з 20 осіб. Ресурси, необхідні для виконання робіт у кожен інтервал часу, наведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Ресурси, необхідні для виконання робіт в інтервалах часу

Інтервали часу	Роботи, що виконуються в інтервалах часу	Ресурси, необхідні для виконання робіт в інтервалах часу
$0–t_1$	1, 4, 5	7+10+5=22
$t_1–t_2$	2, 3, 4, 5	6+8+10+5=29
$t_2–t_3$	2, 3, 4, 9	6+8+10+4=28
$t_3–t_4$	3, 9	8+4=12
$t_4–t_5$	6, 7, 9	6+7+4=17
$t_5–t_6$	6, 9	6+4=10
$t_6–t_7$	6	6
$t_7–t_8$	8	2

Як видно з табл. 5.3, споживання ресурсу в часі не є рівномірним. Найменше навантаження по ресурсу припадає на період $t_7–t_8$, коли для виконання робіт потрібно 2 людини, а найбільше – на період $t_1–t_2$, коли потрібно 29 робітників. Якщо можливо виділяти людей на роботи згідно з виявленими потребами для кожного інтервалу часу, то не буде простоїв зайвих людей або нестачі людей для виконання якоїсь роботи.

В нашому прикладі для виконання проєкту залучена бригада у складі 20 осіб, тобто в періоди $0–t_1$, $t_1–t_2$, $t_2–t_3$ наявних людських ресурсів не вистачить для виконання робіт за наведеною на рис. 5.11 лінійною діаграмою, а в періоди $t_3–t_4$, $t_4–t_5$, $t_5–t_6$, $t_6–t_7$, $t_7–t_8$ частина людей не буде задіяна. Таким чином, побудовану лінійну діаграму необхідно від-

коригувати – узгодити графік виконання робіт з наявними ресурсами.

Починаємо коригування з першого часового інтервалу, для якого спостерігається нестача ресурсу. В даному випадку це інтервал 0–t_1, протягом якого виконуються роботи 1, 4, 5, і не вистачає 2-х робітників. З них робота 1 лежить на критичному шляху, тобто її зсув не є доцільним. Робота 4 має повний резерв часу тільки 1 годину, тому зсув початку роботи з T_0=0 на t_1=2 години збільшить тривалість виконання проєкту. Тому зсуваємо на t_1=2 початок роботи 5, повний резерв часу якої складає 3 години. Для виконання цієї роботи задіюються 5 робітників, що перевищує нестачу ресурсу в інтервалі 0–t_1 (2 робітника), тобто проблему в інтервалі 0–t_1 буде вирішено.

Перебудовуємо діаграму Ганта (рис. 5.13), контролюючи час початку робіт, які за мережним графом, виконуються після роботи 5, що пересувається (робота 9). Опускаємо перпендикуляри з кінців і початків робіт на вісь часу й отримуємо нові часові інтервали постійної номенклатури робіт. Ресурси, необхідні для виконання робіт у кожен новий інтервал часу, наведені в табл. 5.4.

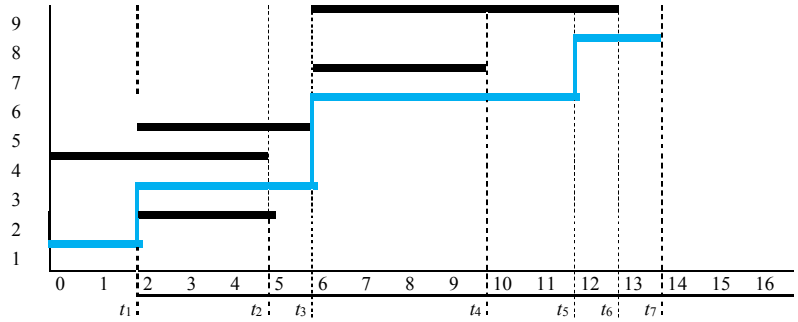


Рисунок 5.13 – Перше коригування лінійної діаграми робіт

Таблиця 5.4 – Ресурси, необхідні після першого коригування

Інтервали часу	Роботи, що виконуються в інтервалах часу	Ресурси, необхідні для виконання робіт в інтервалах часу
$0–t_1$	1, 4	7+10=17
$t_1–t_2$	2, 3, 4, 5	6+8+10+5=29
$t_2–t_3$	3, 5	8+5=13
$t_3–t_4$	6, 7, 9	6+7+4=17
$t_4–t_5$	6, 9	6+4=10
$t_5–t_6$	8,9	2+4=6
$t_6–t_7$	8	2

Як бачимо з табл. 5.4, нестача ресурсу наявна на інтервалі $t_1–t_2$, на якому виконуться роботи 2, 3, 4, 5. Робота 4 продовжується з попереднього періоду, а робота 3 є критичною, тому пересуватимемо роботу 2, яка має 7 годин повного резерву часу, і роботу 5, в якої ще залишився час повного резерву 3–2=1 год. Пересуваємо одразу дві роботи тому, що жодна з них окремо не дозволяє вивільнити 29–20=9 робітників, а разом (5-та робота – 5 робітників, 2-га робота – 6 робітників) вони дозволяють вивільнити 5+6=11>9 робітників.

Перебудовуємо діаграму Ганта (рис. 5.14), контролюючи час початку робіт, які за мережним графом, виконуються після робіт 2 і 5, що пересуваються (роботи 8 і 9).

В результаті час виконання проєкту збільшується з 14 до 16 годин і утворюється новий критичний шлях, що складається з робіт 4–5–9. Опускаємо перпендикуляри з кінців і початків робіт на вісь часу й отримуємо нові часові інтервали постійної номенклатури робіт. Ресурси, необхідні для виконання робіт у кожен новий інтервал часу, наведені в табл. 5.5. Нестача ресурсів 24–20=4 спостерігається під час виконан-

ня робіт 2, 5, 6, 7 в інтервалі часу t_3–t_4. Обираємо для зсуву роботу 2, в якої ще лишилася частка повного резерву часу 7–3=4 год.

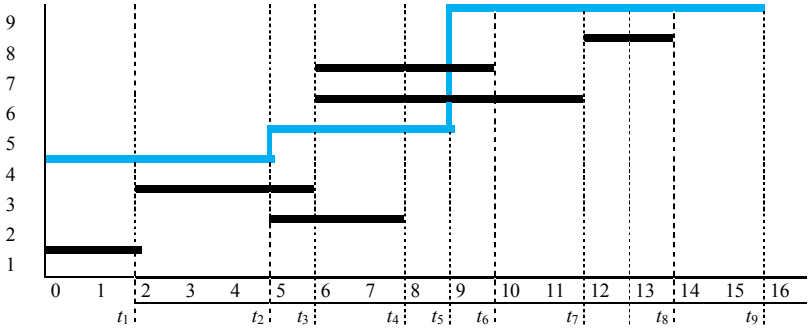


Рисунок 5.14 – Друге коригування лінійної діаграми робіт

Таблиця 5.5 – Ресурси, необхідні після другого коригування

Інтервали часу	Роботи, що виконуються в інтервалах часу	Ресурси, необхідні для виконання робіт в інтервалах часу
0–t_1	1, 4	7+10=17
t_1–t_2	3, 4	8+10=18
t_2–t_3	2, 3, 5	6+8+5=19
t_3–t_4	2, 5, 6, 7	6+5+6+7=24
t_4–t_5	5, 6, 7	5+6+7=18
t_5–t_6	6, 7, 9	6+7+4=17
t_6–t_7	6, 9	6+4=10
t_7–t_8	8, 9	2+4=6
t_8–t_9	9	4

Перебудовуємо діаграму Ганта (рис. 5.15), контролюючи час початку роботи 8, яка за мережним графом виконується після роботи 2. Визначаємо нові часові інтервали постійної номенклатури робіт. Ресурси, необхідні для виконання робіт у кожному новому інтервалі часу, наведені в табл. 5.6.

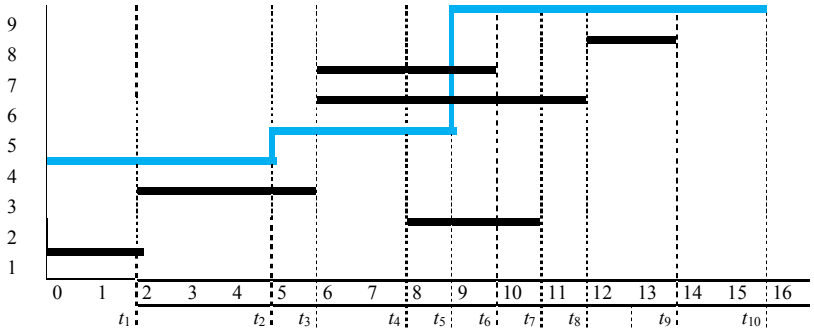


Рисунок 5.15 – Третє коригування лінійної діаграми робіт

Таблиця 5.6 – Ресурси, необхідні після третього коригування

Інтервали часу	Роботи, що виконуються в інтервалах часу	Ресурси, необхідні для виконання робіт в інтервалах часу
t_4–t_5	2, 5, 6, 7	6+5+6+7=24
t_5–t_6	2, 6, 7, 9	6+6+7+4=23
t_6–t_7	2, 6, 9	6+6+4=16
t_7–t_8	6, 9	6+4=10
t_8–t_9	8, 9	2+4=6
t_9–t_{10}	9	4

Нестача ресурсів 24–20=4 спостерігається під час виконання робіт 2, 5, 6, 7 в інтервалі часу t_4–t_5. Інтервали часу 0– t_4 не розглядаємо, оскільки проблеми з ресурсами для них вже вирішені. Обираємо для зсуву роботу 2, в якій ще лишилася частка повного резерву часу 7–3–3=1 година.

В результаті четвертого коригування діаграми Ганта (рис. 5.16) отримуємо нові потреби в ресурсах (табл. 5.7).

Оскільки до 9-ої години виконувані роботи ресурсами вже забезпечені, то надалі ці часові інтервали не розглядаємо.

Нестача в ресурсах спостерігається на інтервалі t_4–t_5. Знову пересуваємо роботу 2 і отримуємо діаграму, наведену на рис. 5.17.

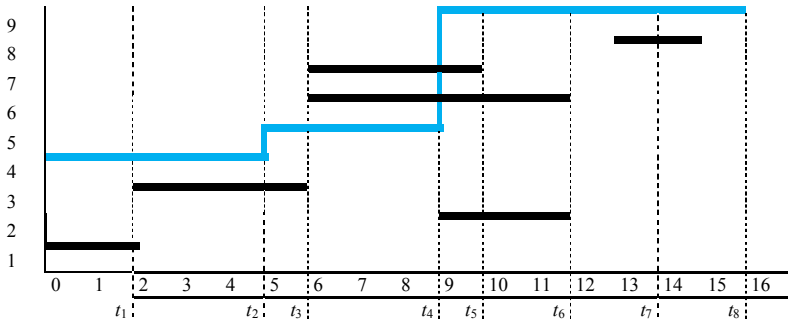


Рисунок 5.16 – Четверте коригування лінійної діаграми робіт

Таблиця 5.7 – **Ресурси, необхідні після четвертого коригування**

Інтервали часу	Роботи, що виконуються в інтервалах часу	Ресурси, необхідні для виконання робіт в інтервалах часу
t_4–t_5	2, 6, 7, 9	6+6+7+4=23
t_5–t_6	2, 6, 9	6+6+4=16
t_6–t_7	8, 9	2+4=6
t_7–t_8	9	4

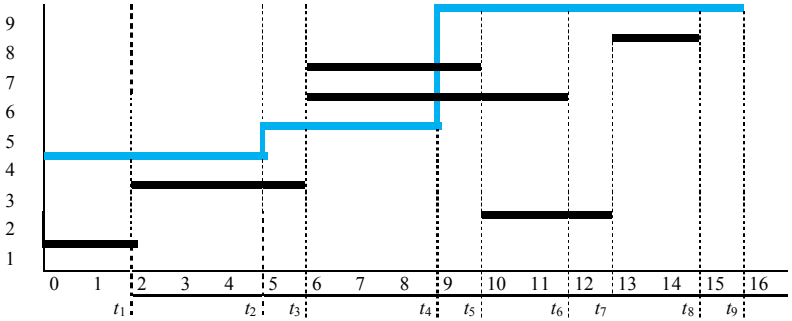


Рисунок 5.17 – П’яте коригування лінійної діаграми робіт

Таблиця 5.8 – Ресурси, необхідні після п'ятого коригування

Інтервали часу	Роботи, що виконуються в інтервалах часу	Ресурси, необхідні для виконання робіт в інтервалах часу
t_4–t_5	6, 7, 9	6+7+4=17
t_5–t_6	2, 6, 9	6+6+4=16
t_6–t_7	2, 9	6+4=10
t_7–t_8	8, 9	2+4=6
t_8–t_9	9	4

Перевірка потреб в ресурсах для інтервалів постійної номенклатури робіт (табл. 5.8) для діаграми рис. 5.17 показує, що всі роботи можуть бути виконані з використанням наявного ресурсу. Отримана лінійна діаграма є одним із можливих варіантів планування робіт в умовах заданого обмеження на ресурс, оскільки вибір роботи, початок якої пересувається на більш віддалений час порівняно із мінімальним часом настання події, з якої робота виходить на мережному графі, здійснюється не за жорстким алгоритмом, а за досить гнучкими правилами:

– бажано не пересувати роботи, що лежать на критичному шляху, оскільки це збільшить тривалість виконання проєкту;

– при пересуванні робіт слід враховувати їх резерви часу;

– теоретично можна зсунути на кінець поточного періоду початки робіт, які почалися на попередніх інтервалах часу, але доцільність цього кроку кожного разу треба доводити.

– при розрахунках ресурсів, необхідних для виконання робіт проєкту в певні інтервали часу слід звернути увагу на те, що часові інтервали попередньої діаграми тільки від нуля до інтервалу, що був відкоригований на попередньому кроці, включно співпадають з часовими інтервалами нової діаграми.

Найчастіше для виконання робіт потрібно декілька ресурсів. Тоді діаграми, побудовані з врахуванням обмежень на перший ресурс, вважаються первинними для побудови діаграм з урахуванням другого ресурсу і так далі, поки не будуть враховані всі ресурси.

Функції автоматизованих систем управління проєктами

Сьогодні ефективне управління проєктами неможливе без використання сучасних програмних засобів, оскільки зростають розміри проєктів, частота їх виконання, обсяги інформації. Перші програми для управління проєктами були розроблені на початку 60-х років. В основу цих систем були покладені алгоритми мережного планування і розрахунку параметрів проєкту у часі за методом критичного шляху. Пізніше в системи додані можливості ресурсного і бюджетного планування, засоби контролю за ходом виконання проєкту. Особливо значного розвитку вони набули у 80–90-х роках минулого століття як системи автоматизації управління проєктами – програмні системи, що дозволяють автоматизувати одну або декілька складових управління проєктами.

Автоматизовані системи управління проєктами – це комплексне програмне забезпечення, що включає в себе програми для планування завдань, складання розкладу, контролю ціни і управління бюджетом, розподілу ресурсів, спільної роботи, спілкування, швидкого управління, документування та адміністрування системи, яке використовуються спільно для управління великими проєктами. Зазвичай автоматизовані системи управління проєктами (АСУП) містять наступні структурні елементи:

– засоби для календарно-мережного планування (КМП-системи);

– засоби для рішення окремих задач (допроєктний аналіз, розробка бізнес-планів, аналіз ризиків, управління контрактами, часом, бюджетом);

– засоби для спрощення і обмеження доступу до проєктних даних;

–засоби для організації комунікацій між виконавцями проєкту;

– засоби для інтеграції з іншими прикладними програмами.

Системи календарно-мережного планування забезпечують базовий набір функцій, необхідних для проєктування структури робіт проєкту (групи проєктів), планування ресурсів і витрат, обміну інформацією між учасниками проєкту і контролю за ходом його виконання (табл. 5.9).

Таблиця 5.9 – Функціональні можливості КМП-систем

Група функцій	Опис
Опис і оптимізація структури робіт	Опис логічної структури робіт проєкту в різних розрізах: мережні діаграми, кодування по етапах, підрозділах, відповідальних виконавцях, використанню ресурсів. Планування за методом критичного шляху. Визначення часових параметрів проєкту. Моделювання розкладу проєкту з урахуванням різних часових обмежень.
Планування і управління ресурсами	Опис структури ресурсів, їх вартості і доступності (календарі ресурсів). Призначення ресурсів роботам. Моделювання поведінки проєкту при різних обмеженнях на використання ресурсів. Оптимізація навантаження на ресурси. Вартісний аналіз проєкту.
Аналіз ризиків	Визначення ризиків в оцінці тривалості окремих робіт і всього проєкту. Розрахунок ймовірності завершення проєкту у встановлений термін.
Управління бюджетом	Визначення і аналіз витрат. Аналіз освоєних обсягів. Прогнозування витрат проєкту. Зменшення витрат проєкту.

Продовж. табл. 5.9

Група функцій	Опис
Обмін інформацією між зацікавленими особами	Обмін інформацією за допомогою локального серверу або електронної пошти. Обмін інформацією за допомогою Web-серверу та засобів Інтернет. Можливість обміну інформацією з іншими програмами. Захист інформації від несанкціонованого доступу.
Контроль за ходом виконання проєкту	Фіксування планових показників проєкту. Моніторинг стану виконання робіт, завантаження ресурсів, витрат. Порівняння планових показників з фактичними. Моделювання ходу майбутніх робіт.
Засоби для наочного представлення інформації	Формування звітів про поточну загальну вартість, завантаження ресурсів тощо. Наочне представлення інформації про проєкт у виді різних діаграм і графіків: календарного графіку виконання робіт, мережної діаграми проєкту, гістограми завантаження ресурсів.

Як правило, універсальні системи управління проєктами, представлені на ринку, забезпечують основний набір функціональних можливостей:

а) засоби проєктування структури робіт проєкту і планування за методом критичного шляху:

– опис основних параметрів проєкту;

– встановлення логічних зв'язків між роботами;

– багаторівневе представлення проєкту;

– підтримка календаря проєкту;

б) засоби планування ресурсів і витрат:

– організаційна структура виконавців і структура витрат;

– облік наявних ресурсів і статей витрат;

– призначення ресурсів і витрат по роботах;

– підтримка календарів ресурсів;

– календарне планування за обмежених ресурсів;

в) засоби контролю за ходом виконання проєкту:

– фіксація планових параметрів проєкту в базі даних;

– введення фактичних показників виконання робіт;

– введення фактичних обсягів робіт і використання ресурсів;

– порівняння планових і фактичних показників, прогнозування виконання робіт;

г) засоби графічного подання структури проєкту і створення різних звітів за проєктом:

– діаграма Гантта (з електронною таблицею, яка дозволяє відображати різну додаткову інформацію);

– мережна діаграма (PERT-діаграма);

– створення звітів, необхідних для планування і контролю проєкту (звіти про виконання графіка проєкту, різноманітні звіти по ресурсах і витратах тощо);

– засоби організації групової роботи.

Використання АСУП тривалий час обмежувалося традиційними сферами (великими будівельними, інженерними, оборонними проєктами) і потребувало професійних знань. Сьогодні на ринку представлена значна кількість універсальних програмних пакетів для персональних комп'ютерів, які автоматизують функції планування і контролю проєкту.

Традиційно програмне забезпечення (ПЗ) для управління проєктами поділяється на дві категорії: системи «вищого» класу (професійні системи), вартість яких – понад 1 тис. доларів США, і простіші (й дешевші) системи для масового користувача. Розвиток інформаційних технологій останнім часом практично звів нанівець відмінності між різними програмами за показниками їхньої потужності (розмірами проєкту, що планується по роботах і ресурсах, швидкості перерахунку проєкту). Основні розбіжності виявляються під час реаліза-

ції функцій ресурсного планування і багатопроєктного планування й контролю.

«Непрофесійні» системи управління проєктами, в першу чергу, орієнтовані не на професійних менеджерів проєктів, а на керівників, яким час від часу доводиться планувати прості проєкти. Основна вимога до таких систем – простота в освоєнні і використанні, найчастіше на шкоду функціональності. Тому в них реалізований тільки базовий набір функцій для управління проєктами: визначення структури робіт, призначення ресурсів, побудова діаграм Ганта і мережних діаграм, розрахунок критичного шляху, спрощена оцінка завантаження ресурсів і вартості проєкту. Прикладом таких програм є FastTrack Scheduler (AEC Software), Milestones Etc (Kidasa Software).

Професійні системи управління проєктами розраховані на професійних проєктних менеджерів і призначені для створення середовища управління багатьма складними проєктами. Вони містять не тільки професійні інструменти планування, аналізу і контролю за виконанням проєктів, але і всі необхідні засоби для організації ефективних комунікацій між учасниками проєктних команд (обмін інформацією за допомогою електронної пошти, можливості публікації даних на сервері Internet/Intranet), а також засоби інтеграції з автоматизованою системою управління виробництвом.

Крім того, в управлінні проєктами застосовують різноманітні спеціалізовані системи для управління контрактами, фінансами, аналізу ризиків, тривимірного моделювання тощо.

Останнім часом активно розвиваються системи, призначені для організації спрощеного доступу до інформації проєкту та забезпечення ефективних комунікацій між членами команди проєкту. Вони не містять власних інструментів для

календарно-мережного планування, а інтегруються з більшістю КМП-систем. Зокрема, одна група таких систем надає інструменти для аналізу проєктних даних, OLAP-обробки та Data Mining (PMOffice фірми Systemcorp). Інша група призначена для спрощення комунікації між учасниками і пропонує розвинені Internet-засоби, такі, як організація дискусійних груп і чат-каналів, віддалене збереження файлів (WelcomHome компанії Welcom Software) тощо.

ПЗ для управління проєктами за принципами роботи з користувачами може бути класифіковане за наступними принципами:

1. За використанням мережних ресурсів:

а) стаціонарне **(англ. *standalone*)** ПЗ – **зазвичай дозволяє зберігати інформацію в файл, який надалі може бути викладений у загальний доступ для інших користувачів або ж дані зберігаються в центральній базі даних. Як приклад можна навести такі програми:**

– Cerebro – ПЗ, що розраховане на велику кількість користувачів для управління медіа проєктами;

– GanttProject – програма на мові Java, яка призначена для планування проєктів на основі побудови діаграм Ганта та діаграм типу PERT, підтримує імпорт/експорт документів Microsoft Project та виведення звітів у різних форматах, у тому числі в HTML та PDF;

– KPlato – додаток для управління проєктами під ОС Linux;

– Microsoft Project – орієнтована на задачі програма управління проєктами, розроблена і продається корпорацією Microsoft;

– OpenProj – багатоплатформне програмне забезпечення для управління проєктами. Розробка компанії LibreOffice, куплена компанією Serena що розповсюджується на умовах ліцензії Common Public Attribution License Version 1.0 (CPAL)

і є доступною для операційних систем Microsoft Windows, Linux, Unix, Mac OS X. OpenProj перекладений на французьку, іспанську, німецьку, португальську, російську, китайську, фінську мови; підтримує імпорт/експорт документів Microsoft Project і пропонується як відкрита заміна комерційному продукту Microsoft Project;

– Open Workbench – орієнтована на ресурси безкоштовна програма з відкритим кодом під Windows для планування й управління проєктами;

– TaskJuggler – багатоплатформна програма для управління проєктами, поширювана на умовах ліцензії GPL, написана мовою Ruby.

б) web-додатки:

– Basecamp – це онлайн-інструмент для управління проєктами, спільної роботи і постановки завдань по проєктах, створений компанією 37signals;

– Pivotal Tracker – онлайн-система для керуванням процесів розробки проєктів та постановки задач, створений компанією PivotalLabs;

– Bontq – web-додаток для управління проєктами і відстеження помилок;

– Easy Projects.NET – багатофункціональна (enterprise) АСУП;

– Gantter – хмарний-сервіс для управління проєктами;

– Kommandcore – web-сервіс для командного управління проєктами;

– PayDox – web-орієнтована система управління завданнями і проєктами;

– Project Kaiser – орієнтована на задачі програма управління проєктами і задачами необмеженої ієрархії, розроблена компанією Triniforce, з сервером на Java і клієнтською частиною, що створена з використанням технології Google Web Toolkit;

– TeamLab – віртуальний офіс для спільної роботи над проєктами, що включає онлайн-редактори документів і систему CRM;

– TeamBridge – онлайн-сервіс для спільної роботи, управління проєктами та компанією;

– Wrike – онлайн-інструмент для управління проєктами та спільної роботи.

2. За кількість користувачів:

а) системи для одного користувача можуть використовуватися для управління невеликими компаніями або як персональні системи;

б) системи для великої кількості користувачів **призначені для координації дій декількох десятків або сотень користувачів. Зазвичай будуються за технологією клієнт-сервер та мають web-інтерфейс. До систем, що розраховані на велику кількість користувачів, відносяться:**

– Atlassian JIRA – серверний багатоплатформний web-додаток для управління проєктами, відстежування помилок, призначена для організації спілкування з користувачами та звітності (компанія Atlassian Software Systems);

– Redmine – відкритий серверний багатоплатформний web-додаток, написаний на web-фреймворку Ruby on Rails для управління проєктами і завданнями (у тому числі для відстеження помилок) та звітності;

– Trac – серверний багатоплатформний web-додаток для управління проєктами і відстеження помилок у програмному забезпеченні;

– Mantis Bug Tracker – відкритий серверний багатоплатформний web-додаток для управління проєктами, відстеження помилок у програмних продуктах та звітності;

– Easy Projects.NET –web-додаток для управління проєктами з розробки програмного забезпечення, написаний на .NET компанією Logic Software;

– OpenProject – серверний багатоплатформний web-додаток, написаний на web-фреймворку Ruby on Rails для управління проєктами. Розробка компанії ChiliProject;

– PayDox – система електронного документообігу, управління бізнес-процесами і спільною роботою;

– Primavera - ПЗ для управління проєктом, яке використовується, головним чином, для обробки дуже великих і складних проєктів, особливо в машинобудуванні та будівництві, відстеження ресурсів, матеріалів і обладнання, що застосовуються на проєкті. Primavera розроблена компанією Primavera Systems, Inc., яка була куплена фірмою Oracle в 2008 році. Починаючи з 2010 року, Oracle пропонує рішення по управлінню портфелем проєктів. Primavera надає користувачам наступні можливості: вибір потрібного сполучення стратегічних проєктів; забезпечення корпоративного управління проєктом; оптимізацію процесів та методів; оптимізацію сумісної роботи проєкту; вимірювання прогресу в досягненні мети; зв'язок проєктів із стратегією;

– ProjectMate – російська система автоматизації професійної діяльності, що відноситься до класу PSA-рішень (Professional Services Automation);

– TeamLab – це багатофункціональний онлайн-офіс, що включає в себе CRM, інструменти для спільної роботи над проєктами, діаграму Ганта, поштовий агрегатор, онлайн-редактори документів, написані на HTML5;

– GitHub – web-сервіс для спільної розробки ПЗ, що базується на системі керування версіями файлів Git.

На сьогодні у світі розроблено кілька сотень систем, які реалізують функції календарного планування і контролю проєктів. Але реально на вітчизняному ринку представлені не більш як 10 програм, серед яких – Microsoft Project, Open Plan Professional, Spider Project, Sure Trek Project Manager,

Primavera Project Planner (P3), Time Line, CA Super Project, Project Scheduler, Turbo Project, Artemis Views.

Автоматизована система управління ІТ-проєктом призначена для інформаційної підтримки інфраструктури управління. У репозиторії проєктів зберігаються дані про всі проєкти, що дає змогу періодично проводити комплексний аналіз проєктів, постачальників і підрядників, оцінювати і враховувати досвід реалізації проєктів. Зведені дані про програму або проєкт і їх історія зберігаються у вигляді **паспорта,** що супроводжує програму або проєкт на всьому їх життєвому циклі і зберігається в репозиторії тривалий час для можливості використання статистичних даних при подальшому плануванні робіт. Паспорт містить управлінську інформацію. Документація на продукт проєкту зберігається в архіві технічної документації. Технічні вимоги до проєкту зберігаються в репозиторії вимог під контролем засобів автоматизованого управління вимогами. Такий спосіб ведення вимог дає змогу замовникові зберігати дані про всі розробки, що проводяться в його інтересах в одному місці, забезпечити доступ до вимог усім фахівцям, які допущені до роботи над проєктом, незалежно від території їх перебування, упорядкувати взаємодію з підрядниками, організувати діяльність із тестування.

Основними функціями системи є: введення, редагування і зберігання паспортів; формування планів щодо складу робіт, термінів виконання, бюджетів і ресурсів; збір, зберігання, аналіз і контроль даних про хід виконання; формування регламентованих звітних документів; формування аналітичних звітів відповідно до ролевих функцій; створення документів, що супроводжують процеси управління проєктом, на основі їх шаблонів; автоматизація управління вимогами і змінами у проєкті; автоматизація видачі завдань і контролю за їх виконанням; архівація даних і документів щодо процесів та результатів виконання проєкту.

Для забезпечення спільної роботи співробітників компанії, які беруть участь в управлінні програмами робіт і проєктами, доцільно створювати внутрішній сайт зі спільними ресурсами (наприклад нормативно-методичним забезпеченням, що включає процеси управління проєктом; складом вхідних і вихідних документів у процесі виконання робіт; ролями працівників, які виконують завдання; документами і шаблонами).

Нові типи обчислень, що спираються на знання, персоналії користувачів і відносини між особами, стосуються також управління проєктами. Нові тенденції виявляються у формі «**розподіленого управління проєктами**» (англ. *Distributed Project Management* – DPM). Перехід від традиційного управління проєктами до розподіленого управління характеризується зміною пріоритетів у призначенні всієї системи. Якщо раніше увага практично повністю була зосереджена на даних, що відображають стан проєкту, то тепер вона зміщується у бік людей, що реалізовують проєкти. У DPM головною дійовою особою стає колектив виконавців і окрема людина, яка оперує знаннями – «**працівники знань**» (англ. *knowledge workers*).

У зміні пріоритетів і полягає відмінність DPM від PM (англ. *Project Management*). У нових умовах доводиться управляти не потоками даних, а узгодженою корпоративною діяльністю співучасників процесу. При управлінні на рівні даних головним завданням було найбільш ефективне подання даних засобами інформаційних систем і цим обмежувалася їх функція. Тепер головним призначенням стала інформаційна підтримка сукупності процесів, у яких беруть участь виконавці-особи. Таким чином, система DPM слугує для підтримки діяльності проєктних команд, що складаються з «працівників знань», засобами сучасних мережевих технологій. Іншими

словами, DPM орієнтоване на забезпечення спільної діяльності учасників проєкту комп'ютерними засобами, де ключовою функцією стає **менеджмент взаємодії** між виконавцями (англ. *interaction management*).

Модель проєкту в автоматизованих системах управління проєктами

В автоматизованій системі модель управління проєктом будується на основі трьох елементів: структури робіт проєкту; структури ресурсів; матриці призначення ресурсів на роботи проєкту.

Структура робіт проєкту – це перелік етапів і робіт проєкту згідно з їхньою підпорядкованістю, взаємозв'язків між роботами, орієнтовної тривалості виконання робіт. За цими параметрами програма в автоматизованому режимі розраховує календарний графік проєкту, визначає дати початку і завершення окремих робіт і всього проєкту, резерви часу.

Особливістю планування в автоматизованих системах управління проєктами є те, що ми зазвичай не прив'язуємо роботи до конкретних дат, а лише визначаємо їх структуру, взаємозв'язок, тривалість виконання. Це дозволяє системі потім використовувати різні алгоритми оптимізації проєкту, відслідковувати зміни календарного графіка проєкту під час його реалізації.

Структура ресурсів проєкту – це людські ресурси, обладнання, матеріали і кошти. В електронних таблицях описуються їхні основні характеристики: вартість, продуктивність, кількість ресурсів. Для деяких типів ресурсів у системах можна задавати календарі їх використання.

Матриця призначень містить відомості про те, які ресурси, якого типу і яким чином використовуються по кожній роботі проєкту. Система зберігає дані про те, яких ресурсів, з якими властивостями і в якій кількості потребують роботи.

Після призначення ресурсів по роботах проєкту програма автоматично здійснює перерахунок календарного плану з урахуванням обмежень по ресурсах.

Останнім часом класичні системи управління проєктами доповнюються продуктами, які дозволяють:

– додати чи поліпшити окремі функції управління проєктами, наприклад, аналіз ризиків, облік робочого часу виконавців, розрахунок розкладу за обмежених ресурсів;

– інтегрувати системи управління проєктами в корпоративні системи управління.

Система автоматизації управління проєктами Microsoft Project

Загальна характеристика Microsoft Project

Microsoft Project став фактично стандартом серед засобів автоматизації індивідуальної роботи менеджерів проєктів. Свою популярність він заслужив завдяки вдалому поєднанню простоти використання, дружнього інтерфейсу і найбільш необхідних інструментів управління проєктами.

Microsoft Project розрахований, у першу чергу, на користувачів, що не є професіоналами в управлінні проєктами. Таким чином, його можна віднести до «непрофесійних систем» управління проєктами. З іншого боку, за допомогою Microsoft Project можна управляти проєктами зі значною кількістю робіт і ресурсів.

Microsoft Project (рис. 5.18) входить у сімейство Microsoft Office, що підтверджується наступними його властивостями:

– побудова інтерфейсу і довідкової системи на єдиних з Microsoft Office принципах;

– можливість збереження даних проєктів у базі даних Access;

– двосторонній обмін даними з Outlook.

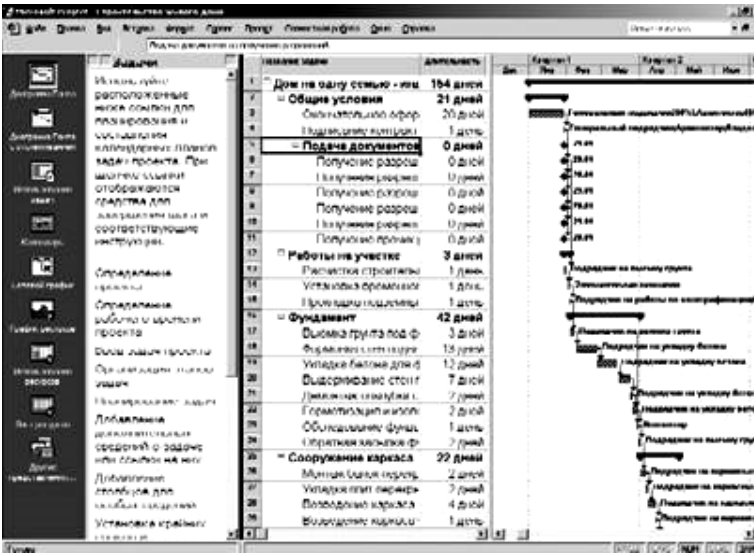


Рисунок 5.18 – Вікно програми Microsoft Project

Найчастіше Microsoft Project використовується для планування невеликих задач: приблизно половина користувачів планує проєкти обсягом до 50 робіт, і лише від 10 % до 20 % – проєкти, в яких більше 100 робіт. Проте сучасні версії Microsoft Project цілком придатні для розрахунків розкладів і управління складними проєктами, розмір яких досягає як мінімум 10000 задач. Він добре підходить для управління проєктами, що охоплюють кілька відділів, і в яких ключовою вимогою є автоматична розробка графіків робіт, прогнозування ходу робіт і відстеження їх виконання.

Для розширення функціональності системи розроблені додаткові модулі, доступні для безкоштовного завантаження через Internet. Крім того, існує web-сервіс Microsoft ProjectCentral.com, призначений для організації спільної роботи над проєктами для груп, розподілених територіаль-

но. ProjectCentral.com надає членам робочої групи і всім зацікавленим особам web-сторінки для роботи з інформацією проєкту.

Серед переваг Microsoft Project також можна назвати вдосконалені засоби групової роботи, що дозволяють одному менеджеру одночасно управляти декількома проєктами з великим числом учасників. На думку Gartner Group, Microsoft Project – кращий вибір для організацій, де використовується матрична схема управління, тобто проєктні команди припускають взаємодію співробітників з різних департаментів.

До недоліків системи можна віднести обмежені засоби управління бюджетом і відсутність засобів для управління ризиками проєкту.

Запуск проєкту

Перед початком роботи над проєктом необхідно розбити проєкт на задачі, описати їх зв'язки, оцінити трудомісткість задач і описати ресурси, необхідні для реалізації проєкту. Це є вихідною інформацією для роботи Microsoft Project, і, як правило, цю роботу виконує менеджер. На основі цієї інформації система автоматично складає докладний календарний план ходу виконання робіт, визначає критичні шляхи, виконує розрахунки бюджетних витрат, надає членам команди всю необхідну інформацію і відображає її в зручному для аналізу вигляді.

Після того як вихідний план складений, але до початку розробки структури проєкту, необхідно створити файл проєкту, ввести попередні дані, а також додати в проєкт документи, що відносяться до його планування (табл. 5.10).

Таблиця 5.10 – Дії при створенні нового проєкту

Дія	Зміст
Створення нового проєкту	Новий файл проєкту може бути створений «з нуля» або на основі існуючого файлу або шаблона. Можна також скористатись майстром створення проєктів, у якому виконуються дії по настроюванню нового проєкту.
Відкриття існуючого проєкту або шаблона	Можна створити новий проєкт, використовуючи вже наявний файл проєкту, схожого на поточний проєкт. Для створення проєкту можна також скористатись шаблоном. При використанні існуючого файлу або шаблона не потрібно вводити в проєкт відомості, спільні з іншими аналогічними проєктами.
Введення властивостей файлу	Властивості файлу, такі як назва проєкту або організації, тема, ім'я керівника і коментарі, у майбутньому можуть полегшити ідентифікацію і пошук цього файлу.
Вибір способу планування проєкту	Більшість проєктів плануються від певної дати початку. Навіть якщо відома дата, до якої проєкт повинний бути закінчений, планування з дати початку є більш гнучким. Але у деяких випадках виникає необхідність планувати проєкту від дати закінчення.
Зв'язування або збереження стосовних до проєкту документів	Створивши файл проєкту, можна зв'язати з ним документи, що безпосередньо стосуються проєкту, наприклад, план управління областю охоплення або план управління ризиками.
Встановлення робочого часу для календаря проєкту	За замовченням у Microsoft Project використовується робочий час з 9:00 до 18:00 у робочі дні з годинною обідньою перервою. Можна змінити робочі години для всіх робочих днів, для певних днів тижня, наприклад для вівторка, або для певних дат, таких як святкові дні.

Продовж. табл. 5.10

Дія	Зміст
Настроювання робочої групи проєкту	Перед початком роботи необхідно налагодити спосіб обміну даними з членами робочої групи і оновлення проєкту в ході його виконання. Для передачі зведень можна використовувати засоби інтерактивної спільної роботи, такі, як Microsoft Project Server, систему корпоративної електронної пошти, файловий сервер.
Збереження проєкту	Час від часу необхідно зберігати проєкт, щоб внесені зміни набрали с, щоб створити резервну копію поточного проєкту або шаблон, якому можна використовувати для іншого проєкту. У Microsoft Project можна зберегти файл проєкту декількома способами, у тому числі як web-сторінку, базу даних Microsoft Access або книгу Microsoft Excel, а також як шаблон проєкту.

Введення задач. Календарний план проєкту в Microsoft Project складається на підставі введених користувачем даних про проєкт у цілому, про окремі його елементи – задачі, при необхідності – про ресурси (робочу силу, устаткування і матеріали), що потрібні для виконання цих задач. Якщо якісь дані по проєкту змінюються після створення календарного плану, можна оновити задачі або ресурси, після чого Microsoft Project скорегує календарний план.

За замовчуванням структура задач проєкту Microsoft Project представлена у вигляді переліку задач і діаграми Ганта. Для більш зручної для користувача настройки представлень використовують «Мастер Диаграмм Ганта» (рис. 5.19).

Діаграма Ганта (англ. *Gantt chart*, також **стрічкова діаграма**, **графік Ганта, лінійна діаграма робіт**) – це популярний тип діаграм, який використовується для ілюстрації плану, графіка робіт за будь-яким проєктом.

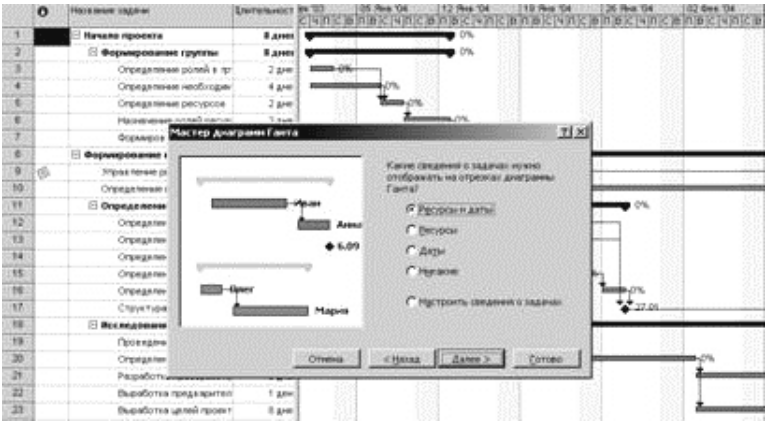


Рисунок 5.19 – Настроювання діаграм Ганта

Діаграма Ганта являє собою відрізки (графічні плашки), розміщені на горизонтальній шкалі часу. Кожен відрізок відповідає окремому завданню або підзадачі. Завдання і підзадачі, складові плану, розміщуються по вертикалі. Початок, кінець і довжина відрізка на шкалі часу відповідають початку, кінцю і тривалості завдання. На деяких діаграмах Ганта також показується залежність між завданнями.

Діаграма Ганта є одним з методів планування та управління проєктами і може використовуватися для представлення поточного стану виконання робіт: частина прямокутника, що відповідає завданню, заштриховується, відзначаючи відсоток виконання завдання; показується вертикальна лінія, що відповідає моменту «сьогодні». Часто діаграма Ганта використовується спільно з таблицею зі списком робіт, рядки якої відповідають окремо взятій задачі, зображеній на діаграмі, а стовпці містять додаткову інформацію про задачу.

У Microsoft Project можна вводити задачі двох видів: задачі, які виконуються одноразово, і задачі, що повторюються

(із заданими параметрами повторення). Для всіх задач потрібно ввести значення тривалості, залежності задач і обмеження, після чого Microsoft Project розраховує дату початку і дату закінчення кожної задачі. Також можна ввести в проєкт ресурси і призначити їх задачам, щоб вказати, який ресурс є відповідальним за завершення кожного призначення, і розрахувати, яке устаткування буде потрібно або скільки матеріалу буде витрачено. Якщо вводяться ресурси, то календарні плани задач стають більш детальними за рахунок даних про затрати праці, одиниці виміру і робочий час, що вводяться в календарі. На планування можуть вплинути й інші елементи, такі як час випередження і час запізнення, типи задач, доступність ресурсів.

Створення структури проєкту. Для систематизації календарного плану в Microsoft Project можна використовувати структуру, яку можна задавати по ходу введення задач або проєкту чи після того, як всі задачі введені. Структурування дозволяє організувати задачі у вигляді ієрархії задач і підзадач. За замовчанням усі сумарні задачі виділяються напівжирним шрифтом і розташовуються з виступом, а підзадачі відображаються під ними з відступом.

Сумарні задачі допомагають виділити основні і проміжні етапи проєкту. Вони підсумовують дані підзадач, згрупованих у структурі під відповідною сумарною задачею. В структурі можна встановити будь-яку кількість рівнів, необхідну для відтворення схеми організації проєкту.

Для позначення важливої події, наприклад, завершення великого етапу, в календарному плані використовують віхи – задачі з нульовою тривалістю.

Кодування задач. Структуру проєкту в Microsoft Project можна задати і відобразити декількома способами. Крім сумарних задач і віх для цього також використовують коди структурної декомпозиції робіт (СДР) або коди структури.

Структурна декомпозиція робіт (СДР) – це ієрархія задач у проєкті, яка позначається послідовностями цифр, літер та їх комбінаціями. Microsoft Project дозволяє представити структурну декомпозицію робіт за допомогою ідентифікаторів задач або за допомогою кодів СДР.

Код структурної декомпозиції робіт – це літерно-цифровий код, що однозначно визначає місце розташування кожної задачі в загальній структурі проєкту. Коди СДР можна використовувати для опису календарного плану і відстеження витрат.

У Microsoft Project застосовуються коди СДР двох типів. Перший тип кодів – номер у структурі. Він автоматично обчислюється для кожної задачі на основі структури переліку задач. Номер у структурі є тільки числовим; його не можна змінити, але він автоматично корегується при переміщенні задачі вгору або вниз за переліком задач або при зміні рівня задачі.

Другий тип кодів СДР – код, який настроюється вручну. Для кожного проєкту можна визначити один набір настроюваних кодів СДР. Кожен рівень коду СДР є представленням певного рівня структури переліку задач. Але на відміну від номерів у структурі, рівні коду можуть містити літери, цифри і знаки (комбінації літер і цифр), у залежності від того, як були задані рівні маски коду при створенні коду СДР. Можна задати автоматичне обчислення таких кодів для нових задач, а також дозволити повторення кодів СДР у різних задачах.

Коди структури – це настроювані позначки задач або ресурсів. Їх використовують для групування задач або ресурсів проєкту нестандартними способами, наприклад, за кодами витрат (для задач) або за кодами посад (для ресурсів). Перед тим як групувати задачі або ресурси по коду структури, необхідно створити код структури і призначити його за-

дачам або ресурсам. Всього можна створити до 10 різних кодів структури.

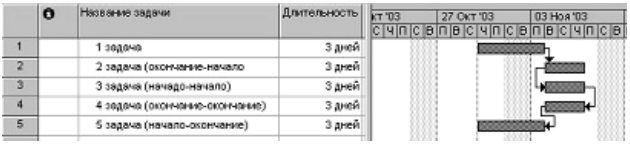


Рисунок 5.20 – Встановлення зв'язків
між задачами проєкту

Встановлення залежностей між задачами. Визначивши, з яких задач складається проєкт, необхідно встановити послідовність їх виконання, зв'язавши між собою задачі, які залежать одна від одної. Наприклад, деякі задачі повинні бути закінчені, щоб можна було починати інші (рис. 5.20).

Для встановлення зв'язків між задачами необхідно визначити залежність між датами їх початку або закінчення. Існують чотири типи залежностей: закінчення-початок, початок-початок, закінчення-закінчення, початок-закінчення (табл. 5.11).

Таблиця 5.11 – Типи залежностей між задачами

Тип залежності	Опис
Закінчення-початок	задача Б не може початись, поки не закінчиться задача А
Початок-початок	задача Б не може початись, поки не почнеться задача А
Закінчення-закінчення	задача Б не може закінчитись, поки не закінчиться задача А
Початок-закінчення	задача Б не може закінчитись, поки не почнеться задача А

Оцінка тривалості задачі. При додаванні задач до переліку задач потрібно ввести для кожної з них її тривалість

і зв'язки. Дати початку і закінчення будуть обчислені в Microsoft Project автоматично. Для досягнення максимальної гнучкості при плануванні варто уникати жорстких обмежень дати початку або закінчення задачі.

При введенні нової задачі в Microsoft Project, їй автоматично призначається тривалість в один день. Знак питання біля тривалості вказує, що це лише попередня оцінка. Задачі можна призначити астрономічну тривалість. У цьому випадку тривалість буде плануватися без врахування неробочого часу і вихідних.

Для оцінки тривалості задач може бути використаний аналіз за методом PERT. Після встановлення оптимістичної, песимістичної й очікуваної тривалостей задач календарного плану виконується розрахунок зваженої величини цих трьох значень (рис. 5.21). Крім того, оптимістичні, песимістичні й очікувані значення можуть використовуватись окремо для визначення найбільш ранньої, пізньої та ймовірної дат закінчення проєкту.

	Название задачи	Длительность	Оптимистическая длительность	Ожидаемая длительность	Пессимистическая длительность
1	1 задача	3,17 дней	2 дней	3 дней	5 дней
2	2 задача	6,67 дней	4 дней	6 дней	12 дней
3	3 задача	5,5 дней	3 дней	5 дней	10 дней
4	4 задача	2,83 дней	1 день	3 дней	4 дней
5	5 задача	4 дней	2 дней	4 дней	6 дней

Рисунок 5.21 – Розрахунок оцінки тривалості задачі за методом PERT

Якщо замість дат початку і закінчення задач вводити їх тривалість, Microsoft Project автоматично створить календарний план проєкту. Цей план можна буде згодом уточнити, перериваючи ті або інші задачі або створюючи окремі календарі задач. За замовчанням у Microsoft Project задачі плану-

ються відповідно до періодів робочого часу, встановлених у календарі проєкту. Проте можна використовувати окремі календарі задачі, які дозволяють визначити індивідуальні винятки для окремих задач, наприклад, якщо устаткування функціонує у неробочий час або в робочий час вимагає проведення робіт з обслуговування. Контроль за виконанням задач можна здійснювати за допомогою крайніх термінів для задач. Крайні терміни не є обмеженнями. При відновленні календарного плану задача, яка не закінчилась до крайнього терміну, позначається індикатором.

Перерва в роботі над задачею. Іноді для визначення характеру залежності між задачами встановлення зв'язку недостатньо. Щоб показати, що час виконання задач перекривається, задають час випередження задачі, а якщо потрібно встановити затримку між виконанням задач – час запізнення.

Час випередження – це час перекриття задач, які залежать одна від одної. Наприклад, якщо можна запустити задачу, коли задача-попередник закінчена тільки наполовину, для задачі-послідовника задають залежність «закінчення-початок» з часом випередження 50 %. Час випередження вводиться як від'ємне значення часу запізнення.

Час запізнення – це затримка між задачами, які мають залежність. Наприклад, якщо між закінченням однієї задачі і початком іншої потрібна затримка в два дні, між ними встановлюють залежність «закінчення-початок» і задають час запізнення у два дні. В процесі уточнення календарного плану може виникнути необхідність перервати виконання задачі. Наприклад, виконання однієї з задач проєкту може вимагати матеріалів, які будуть поставлені тільки через тиждень; або може виявитися, що якісь дві задачі за планом виконуються одночасно і використовують один ресурс. Якщо календарний

план дозволяє, можна перервати одну з задач, щоб частина роботи була виконана до початку другої задачі, а інша частина – після закінчення цієї задачі. Задачу можна переривати декілька разів.

Управління ресурсами

Після того, як визначені обсяг та задачі проєкту, можна створити в представленні «Лист ресурсов» перелік ресурсів (людей, устаткування і матеріалів), які беруть участь у виконанні задач проєкту (рис. 5.22). Також можна скласти попередній перелік ресурсів, який замість конкретних назв містить прототипи, щоб попередньо погодити питання кадрового і матеріально-технічного забезпечення, якщо це необхідно. Ресурси в Microsoft Project можуть бути двох типів: трудові і матеріальні.

		Название ресурса	Тип	Единицы измерения материалов	Краткое название	Группа	Макс. единиц
1		Подрядчик на укладку бетона	Трудовой		П		100%
2		Подрядчик на столярно-плотницкую отделк	Трудовой		П		100%
3		Подрядчик на установку ограждений	Трудовой		П		100%
4		Подрядчик на работы по каменной кладке	Трудовой		П		100%
5		Генеральный подрядчик	Трудовой		Г		100%
6		Архитектор	Трудовой		А		100%
7		Владелец	Трудовой		В		100%
8		Ипотечный заимодатель	Трудовой		И		100%
9		Инспектор	Трудовой		И		100%
10		Электрическая компания	Трудовой		Э		100%
11		Подрядчик на выемку грунта	Трудовой		П		100%
12		Подрядчик на работы по электрификации	Трудовой		П		100%
13		Подрядчик на работы по установке водопр	Трудовой		П		100%
14		Подрядчик на каркасные работы	Трудовой		П		100%
15		Подрядчик на кровельные работы	Трудовой		П		100%
16		Подрядчик на установку систем отопления	Трудовой		П		100%
17		Подрядчик на работы по изоляции	Трудовой		П		100%
18		Подрядчик на возведение внутренних стен	Трудовой		П		100%
19		Подрядчик на малярные работы	Трудовой		П		100%
20		Подрядчик на настил полов	Трудовой		П		100%
21		Подрядчик на установку бытовой техники	Трудовой		П		100%
22		Подрядчик на ландшафтные работы	Трудовой		П		100%
23		Обслуживающий персонал	Трудовой		О		100%

Рисунок 5.22 – Перелік ресурсів проєкту

До **трудових ресурсів** відносяться люди й устаткування, що виконують задачі, витрачаючи на них свій час або працю.

Для призначення нового трудового ресурсу варто вказати, скільки часу, або яке максимальне число одиниць він повинен витратити на виконання проєкту: весь свій робочий час (повна зайнятість – 100 %), частину робочого часу (часткова зайнятість – наприклад, 50 %) або увесь час групи ресурсів (наприклад, 300 % для групи з трьох столярів, які беруть участь у проєкті).

До **матеріальних ресурсів** відносяться сировина і матеріали, які використовувані при виконанні задач проєкту. Для кожного матеріального ресурсу визначається одиниця виміру матеріалу. При призначенні матеріального ресурсу задачі потрібно вказати норми витрат матеріалу для даного призначення. Можна також вказати, чи змінюються витрати матеріалу з часом (змінна норма витрат матеріалу), чи залишається сталою (фіксована норма витрат).

Призначення ресурсів задачам. Підготувавши всі необхідні дані про ресурси, можна призначати їх задачам (рис. 5.23). Це необхідно для того, щоб уточнити, хто саме відповідає за виконання задач. Призначення ресурсів також допомагає визначити, скільки часу буде витрачено на роботу над задачею і яких це потребує витрат. Ресурсом може бути конкретний співробітник, група людей (наприклад, програмістів), компонент устаткування (підйомний кран або комп'ютер) або матеріал, що витрачається в процесі виконання задачі.

Після цього задачі плануються до виконання відповідно до величини витрат праці ресурсу, числа одиниць призначення і календарів ресурсів, що дозволяє скласти більш точний розклад роботи.

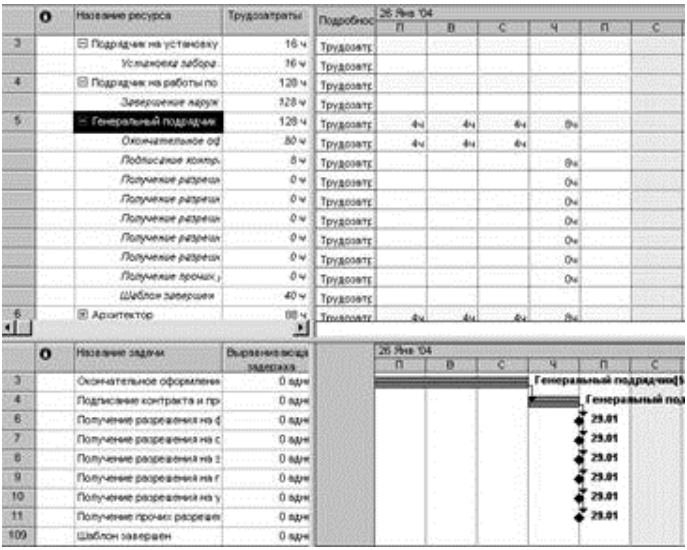


Рисунок 5.23 – Призначення ресурсів задачам

Вирівнювання завантаження ресурсів. Після складання і корегування плану проєкту можна перевірити, наскільки оптимально використовуються ресурси. Для деяких ресурсів може спостерігатися перевищення доступності або заплановані більші затрати праці, ніж дозволяє вільний час, а інші можуть бути недостатньо завантажені чи працювати час від часу з неповним завантаженням. Вирівнювання завантаження ресурсів – це спосіб розв'язання конфліктних ситуацій, пов'язаних з тим, що ресурсам призначається занадто багато роботи; такий стан називається **перевищенням доступності ресурсів**. Завантаження ресурсів можна вирівнювати двома способами:

– затримати задачу доти, доки в призначеного ресурсу не з'явиться час для роботи над нею;

– перервати задачу так, щоб частина її була виконана в

запланований час, а частина, що залишилась – пізніше, коли призначений ресурс звільниться.

Вирівнювати завантаження ресурсів можна вручну або автоматично. В разі автоматичного вирівнювання завантаження, при виборі задач, які підлягають затримці або перериванню, аналізуються такі фактори (рис. 5.24):

– ідентифікатор задачі;
– наявний резерв часу;
– пріоритет задачі;
– залежності задачі;
– обмеження задачі;
– планові дати.

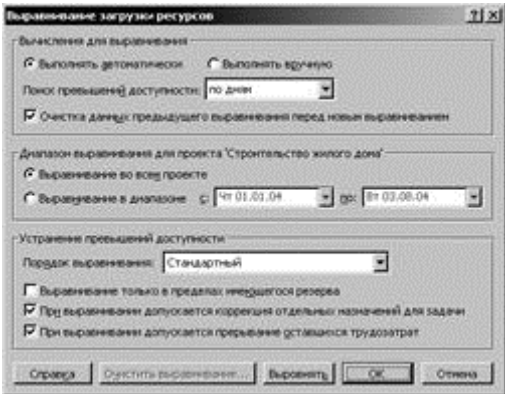


Рисунок 5.24 – Настройка автоматичного вирівнювання завантаження ресурсів

Коли Microsoft Project вирівнює завантаження ресурсів, він залишає без змін призначення ресурсів і дані про задачу. Microsoft Project тільки затримує або перериває задачі. При вирівнюванні завантаження вручну можна затримати задачу або призначити їй додаткові ресурси. Якщо необхідно контролювати, в якому порядку для задач буде проводитися

автоматичне вирівнювання завантаження, задачам потрібно встановити пріоритети. Пріоритет задається в діапазоні від 0 до 1000 (1000 – найвищий пріоритет). Задачі з пріоритетом 1000 не включаються у вирівнювання, тобто при вирівнюванні вони ні за яких умов не можуть бути затримані або перервані. Значення пріоритету за замовчанням дорівнює 500.

Управління витратами

Нарахування витрат. Нарахування витрат проєкту у Microsoft Project можна виконати декількома способами (табл. 5.12).

Таблиця 5.12 – Способи нарахування витрат

Назва	Метод
Встановлення ставок заробітної плати і винагород для ресурсів	Введення ставок або витрат на використання ресурсів, таких як робоча сила і устаткування, щоб розрахувати підсумкові витрати на ресурси, задачі і весь проєкт.
Встановлення значень витрат на матеріали	Якщо планується використовувати матеріальні ресурси, що витрачаються. Microsoft Project обчислить загальні витрати на ці матеріальні ресурси, виходячи з базових норм витрат і введених значень.
Встановлення фіксованих витрат для задач	Якщо ввести встановлену плату за використання або придбання ресурсів, таких як устаткування, то ці фіксовані витрати можуть бути включені в підсумкові витрати сумарних задач і всього проєкту.

Таблиці норм витрат та їх використання. Витрати на ресурси у Microsoft Project розраховуються на основі звичайних ставок і ставок понаднормових робіт, введених витрат на використання, або зазначених одноразових витрати для призначення. Таблиця норм витрат – це набір даних про норми і ставки для матеріальних і трудових ресурсів, включаючи

стандартну ставку, ставку понаднормових робіт, будь-які витрати на використання, а також дату, коли ставка оплати вступає в дію (рис. 5.25). Для кожного ресурсу можна задати і використовувати п'ять різних таблиць норм витрат (наприклад, одну таблицю норм витрат – для звичайних задач, іншу – для стандартних і понаднормових ставок небезпечних робіт).

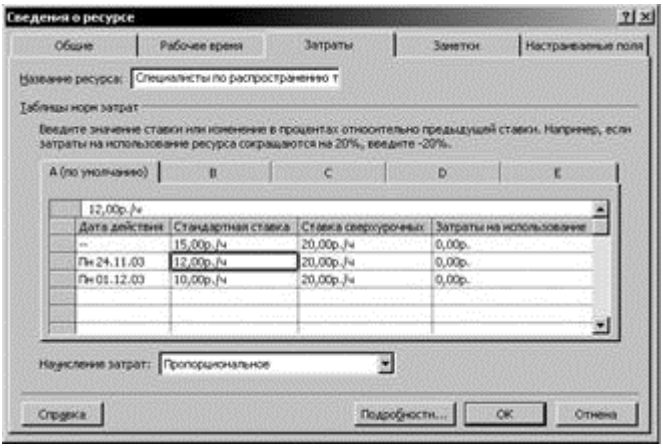


Рисунок 5.25 – Таблиці норм витрат ресурсу

Момент нарахування витрат. При призначенні витрат задачам і ресурсам можна вказати, в який момент їх потрібно нарахувати. За замовчуванням витрати розподіляються пропорційно, а нарахування витрат розраховується на основі відсотка виконаної роботи і розподіляється впродовж всього виконання задачі. Можна також нарахувати витрати на початку задачі, якщо загальна сума виплачується на початку, або після закінчення задачі, якщо оплата здійснюється після завершення. Винятком є витрати на використання, що завжди нараховуються на початку задачі.

Оцінка витрат. Оцінка витрат – це процес розрахунку приблизних витрат на ресурси і задачі, необхідних для виконання проєкту. Існує кілька методів оцінки витрат. Вибір конкретного методу залежить від області охоплення проєкту, рівня необхідної точності і виду діяльності організації.

Для методів, у яких використовуються прості розрахунки, такі, як розрахунок витрат на квадратний метр, можна скористатися засобами створення формул Microsoft Project. Для більш складних методів, наприклад, для параметричних моделей, засобів Microsoft Project недостатньо і необхідно буде скористатися спеціалізованим програмним забезпеченням.

Зниження витрат. За допомогою настроювання представлень можна переглядати поточні, базові, фактичні витрати проєкту і витрати, що залишилися, з метою визначення можливої перевитрати бюджету. Всі витрати, крім базових, оновлюються при кожному перерахунку проєкту в Microsoft Project. Microsoft Project не пропонує автоматичних методів зниження витрат. Натомість витрати пропонується знижувати в такий спосіб: замінити, змінити або видалити призначення ресурсу; застосувати інші таблиці норм витрат; об'єднати призначення ресурсів і витрати на використання; виключити витрати на понаднормові за рахунок виключення понаднормових затрат праці.

Управління ризиками

Ризики – це події або ситуації, що можуть несприятливо вплинути на область охоплення проєкту, календарний план, бюджет або якість. При виконанні проєкту часто виникають непередбачені фактори, що впливають на хід його виконання. Задача управління ризиками – виявити елементи проєкту, що найбільш піддані ризикам, і звести вплив непередбачених ситуацій на них до мінімуму. В проєктах Microsoft Project можна визначити ризики по термінах виконання задач, ризики перевищення бюджету і ризики, пов'язані з ресурсами.

Визначення задач з великим ризиком. Інструменти, що найкраще дозволяють визначити задачі з великим ризиком – це перелік задач, календарний план і діаграми Ганта. Задачі з великим ризиком можуть бути визначені наступним чином (табл. 5.13).

Таблиця 5.13 – Методи визначення задач з великим ризиком

Вид задач	Інструмент	Коментар
Задачі з оцінками тривалості	Діаграма Ганта, автофільтр	Оцінка тривалості є можливим значенням, що може істотно змінюватися в ході виконання проєкту. Після початку проєкту невизначеність в оцінці тривалості породжує невизначеність дати закінчення проєкту, тобто оцінка дати закінчення є ризикованою. Щоб оцінити ступінь цього ризику, можна переглянути всі задачі з оцінкою тривалості, щоб визначити, які оцінки як і раніше вірні, а які вимагають відновлення
Тривалі задачі	Діаграма Ганта, автофільтр	Тривалі задачі є більш ризикованими порівняно із задачами малої тривалості. Збільшення витрат або календарного плану для тривалих задач може помітно вплинути на загальні витрати проєкту або дату його закінчення. Крім того, така задача займає більший часовий блок, тому її складніше планувати. Менш тривалі задачі, чия сумарна тривалість перевищує тривалість великої задачі, можуть перекриватися так, що фактично їхня загальна тривалість буде меншою.
Задачі, що складають критичний шлях	Діаграма Ганта, автофільтр	Якщо проєкт потрібно завершити до заданої дати закінчення, необхідно стежити за станом критичного шляху, зокрема, контролювати щоб на критичний шлях не вплинули зміни плану проєкту.

Продовж. табл. 5.13

Вид задач	Інструмент	Коментар
Задачі із жорстко обмеженим початком і закінченням	Діаграма Ганта, автофільтр	Іноді жорсткі обмеження дат («Фактичний початок» або «Фактичне закінчення») для задач задаються випадково або без необхідності. Якщо для критичних задач використовувати гнучкіші обмеження, календарний план стає більш налагоджуваним, стає можливим ефективніше планування використовувати ресурси.
Задачі із запізненням	Діаграма Ганта з відслідкуванням	Коли для проєкту створений базовий план, можна переглядати хід виконання задач, а також наявність запізнення дат початку і дат закінчення. Можна відслідковувати хід виконання, порівнюючи дати початку і закінчення базового плану і календарного плану або фактичні дати початку і закінчення.
Задачі з малими доступними ресурсами	Представлення «Использование задач»	Варто звернути увагу на ті частини календарного плану, де ці ресурси повністю розподілені, для них перевищена доступність або вони можуть стати недоступними.
Задачі з декількома попередниками	Діаграма Ганта, автофільтр	Чим більше попередників, від яких залежить задача, тим вище ймовірність того, що задачі-попередники завершаться із запізненням і затримають задачу.

Бюджетні ризики. Аналіз бюджетних ризиків відбувається в Microsoft Project за допомогою аналізу освоєного обсягу. Аналіз освоєного обсягу – це спосіб визначення продуктивності проєкту. Він показує, яка частина бюджету повинна була б бути витрачена на даний момент, у вигляді кількості праці, затраченої на даний момент, і базових витрат на задачі, призначення і ресурси.

У Microsoft Project загальні значення освоєного обсягу відображаються в трьох таблицях: «Освоенный объем», «Показатели затрат для освоенного объема» й «Индикаторы календарного плана освоенного объема». Розрахунок освоєного обсягу залежить від обраного способу (по відсотку завершення або по фізичному відсотку завершення), а також, якщо використовується кілька базових планів, – від обраного базового плану, по якому розраховується освоєний обсяг.

Ресурсні ризики. Ризики ресурсів у Microsoft Project можна проаналізувати за допомогою засобів, наведених у табл. 5.14.

Таблиця 5.14 – Визначення ресурсів з великим ризиком

Вид ресурсів	Інструмент	Коментар
Ресурси, що володіють спеціальними навичками	Представлення «Лист ресурсов»	У більшості проєктів потрібні ресурси, що володіють спеціальними навичками. Для зручності пошуку таких ресурсів можна додати поле із відомостями про вміння і навички ресурсів.
Ресурс, для якого є тільки один постачальник	Представлення «Лист ресурсов»	Навіть якщо більшість постачальників заслуговують довіри, матеріальний ресурс, для якого існує тільки один постачальник, несе в собі потенційний ризик. Матеріали, для яких є тільки один постачальник, необхідно визначити для планування ризику, щоб бути готовим використати матеріали-замінники або знайти альтернативних постачальників.
Повністю виділені ресурси і ресурси з перевищенням доступності	Представлення «Лист ресурсов»	Повністю виділені ресурси і ресурси з перевищенням доступності можуть викликати ускладнення і відсунути дату закінчення проєкту. Визначивши такі ресурси, можна, наприклад, зменшити кількість годин, коли ці ресурси задіяні в задачах, затримати або перепланувати для них деякі задачі або відшукати резерви.

Відстеження змін

У Microsoft Project легко здійснювати відстеження ходу виконання проєкту. Основним критерієм оцінки змін проєкту є базовий план.

Базовий план є набором попередніх оцінок початкових і кінцевих дат, тривалостей, затрат праці і витрат, збережених після завершення і настройки плану проєкту, але до початку виконання робіт проєкту. Крім того, в базовому плані зберігається близько 20 наборів даних, включаючи підсумки і погодинні відомості для задач, ресурсів і призначень (табл. 5.15). Можна зберегти до 11 базових планів. По ходу виконання проєкту можна порівняти збережені у базовому плані значення з фактичними. При аналізі освоєного обсягу можна також вказати, які значення базового плану необхідно використовувати для розрахунків освоєного обсягу. При кожному збереженні базового плану записуються дата і час. Це полегшує відстеження виконання базового плану, а також моменту останнього збереження.

Таблиця 5.15 – Дані, що зберігаються в базовому плані

Група даних	Дані
Відомості про задачі	початкова і кінцева дати тривалості затрати праці витрати перервані задачі погодинні дані про затрати праці погодинні дані про витрати
Відомості про ресурси	затрати праці витрати погодинні дані про затрати праці погодинні дані про витрати
Відомості про призначення	початкова і кінцева дати затрати праці витрати погодинні дані про затрати праці погодинні дані про витрати

Проміжний план – це набір поточних даних проєкту, збережений після початку проєкту, що порівнюється з базовим планом для аналізу ходу виконання проєкту. У проміжному проєкті зберігаються два набори даних (початкові і кінцеві дати поточних задач). Можна зберегти до 10 проміжних планів.

Обмін даними між учасниками проєкту

Для успішної роботи над проєктом його учасники повинні обмінюватись інформацією, необхідною для роботи: змінами в призначеннях, ресурсах, задачах тощо. Обмін може бути організований як з використанням сучасних комунікаційних технологій, так і без них.

Для обміну відомостями про проєкт між учасниками може бути використаний сервер Microsoft Project Server. Це супутній Microsoft Project програмний продукт, що встановлюється на сервері організації і забезпечує можливості спільного планування й обміну повідомленнями про стан для членів робочої групи, керівників проєктів та інших зацікавлених сторін за рахунок обміну й обробки інформації проєкту. При використанні Microsoft Project Server учасники проєкту можуть переглядати останні поточні відомості у цьому проєкті.

Якщо користувачі не використовують сервер Microsoft Project Server, але мають доступ до Інтернету, відомості про проєкт можуть експортуватися у форматі HTML шляхом збереження їх як web-сторінки. Також можна користуватися спеціальним web-сервісом www.projectcentral.com.

Якщо для зв'язку використовується мережний сервер або система електронної пошти, наприклад Microsoft Exchange або Microsoft Outlook, можливі просте відправлення або передача даних про проєкт за допомогою Microsoft Project.

У випадку, коли при роботі над проєктом не використовуються електронні комунікації, виникає необхідність у відправленні друкованих звітів про поточний стан учасникам

проєкту і зацікавленим особам. Microsoft Project дозволяє друкувати відомості про задачі, ресурси, витрати і ході виконання проєкту в звітах, що відповідають вимогам користувачів. Користувачі можуть змінювати дані в звітах, застосовуючи різні таблиці і фільтри. Microsoft Project містить багато вбудованих звітів про задачі і ресурси, а також перехресні звіти. Вони розділені на декілька категорій: огляди, поточна діяльність, витрати, призначення, завантаження тощо.

Завершення проєкту

Завершення проєкту дає можливість зібрати і зафіксувати інформацію про процес і результати його виконання, щоб надати її зацікавленим сторонам. За результатами завершення проєкту створюють документи узагальнення досвіду. В них записуються відомості про хід проєкту і найбільш вдалі дії, про успіхи і помилки проєкту, що можуть бути використані для тренування перед майбутніми проєктами або в повторних проєктах. Документи узагальнення досвіду дають можливість відповісти на наступні запитання: чи досягнута мета проєкту; чи виконана робота вчасно, в рамках бюджету і відповідно до специфікацій; що можна зробити для удосконалення майбутніх проєктів; чи задоволені зацікавлені сторони.

Microsoft Project не дає можливості створити подібні документи автоматично. Замість цього можна скористатися будь-яким редактором тексту і прикріпити файли документів узагальнення досвіду до проєкту Microsoft Project. Після цього можна забезпечити доступ до них за допомогою звітів і представлень, через Інтернет, сервер Microsoft Project Server або загальні папки Microsoft Exchange. Можна також зберегти завершений проєкт у вигляді шаблону, що дозволить використати його дані в нових проєктах.

Крім стандартних форматів файлів Microsoft Project: MPP і MPX, користувач може зберігати інформацію по проєкту

в форматах ODBC, Excel і Access. Формат MPD (Microsoft Project Database) дозволяє зберігати всі дані про проєкт у структурі, доступній як з MS Project, так і з Access.

Управління проєктами за допомогою Microsoft ProjectCentral.com

Microsoft ProjectCentral.com – це web-сервіс, наданий фірмою Microsoft для організації спільної роботи над проєктами. Він дозволяє учасникам проєкту працювати з актуальною проєктною інформацією, причому для обміну інформацією не потрібно встановлювати проєктний сервер у себе в компанії.

Microsoft ProjectCentral.com надає учасникам проєкту наступні функції:

а) член команди має змогу:

– спостерігати за інформацією про план проєкту і його зміни;

– створювати і пропонувати менеджеру проєкту нові задачі;

– делегувати призначену йому задачу іншому учаснику проєкту за згодою менеджера;

– переглядати задачі всіх проєктів, у яких він бере участь;

– переглядати задачі, призначені йому в програмі Microsoft Outlook;

– керувати своїм часом, одержувати нагадування, формувати звіти, що відсилаються менеджеру;

б) менеджер проєкту отримує наступні можливості:

– задати права доступу до інформації для кожного учасника проєкту;

– контролювати зміни процесу виконання проєкту, приймати, відкидати або доповнювати пропозиції, що надходять від учасників проєкту;

– створити систему правил для автоматичного прийому зміни в стандартних ситуаціях; фактично це дозволяє здійснювати управління тільки у надзвичайних ситуаціях;

в) менеджери вищої ланки одержують можливість:

– стежити за ходом виконання будь-якого проєкту;

– одержувати інформацію в згрупованому, відфільтрованому вигляді, не вникаючи в деталі, якщо в цьому не виникає необхідності.

Перегляд інформації проєкту можливий як у режимі таблиць, так і у вигляді діаграми Ганта. Працюючи із системою, можна не тільки переглядати поточну інформацію, але й вводити дані: вносити нові задачі, перерозподіляти задачі між виконавцями тощо.

Web-сервіс дозволяє організувати двосторонній зв'язок з додатком Microsoft Outlook. У ProjectCentral.com можна переглядати задачі, що входять у список задач Outlook. Тим самим в учасника проєкту з'являється можливість бачити разом усі задачі, що він повинен вирішувати, а не тільки задачі, пов'язані з проєктами. З іншого боку, за допомогою Outlook переглядати Web-сторінки ProjectCentral.com.

Доступ до Microsoft ProjectCentral.com можна отримати за допомогою будь-якого web-браузера або за допомогою спеціальної програми Microsoft ProjectCentral.com Client. Передбачена також робота в режимі offline (без підключення в Internet) з наступною синхронізацією інформації.

Для роботи з web-сервісом не обов'язково встановлювати на клієнтському комп'ютері Microsoft Project. Достатньо мати доступ до сайту www.projectcentral.com. Усі необхідні компоненти будуть автоматично встановлені при першому звертанні до сайту.

Робота з Microsoft ProjectCentral.com виглядає наступним чином:

– усі користувачі реєструються в глобальній системі автентифікації Microsoft Passport;

– на сайті www.ProjectCentral.com створюється віртуальний сервер проєктів;

– необхідно вказати створений віртуальний сервер проєктів як сервер проєктів у настройках Microsoft Project;

– перед входом в систему відбувається автентифікація за допомогою Microsoft Passport. Після цього встановлюється шифроване SSL-з'єднання з віртуальним сервером проєкту. Далі робота відбувається так само, як із Microsoft Project Server.

Оскільки взаємодія із сервером Microsoft ProjectCentral.com йде через Internet, особливо важливими є питання забезпечення безпеки і доступності даного Web-сервісу. Крім того, швидкість і якість роботи з ProjectCentral.com будуть прямо залежати від якості доступу до Internet. З метою захисту сервера ProjectCentral.com від зовнішнього «злому» на web-сервері зберігається не вся інформація про проєкт, а тільки останні зміни. Тому, якщо зловмисник отримає несанкціонований доступ до даних Microsoft ProjectCentral.com, то він побачить повідомлення за останні кілька днів, а не весь план проєкту. Якщо ж Microsoft ProjectCentral.com буде недоступний через аварію кілька годин, то санкціонований користувач можна працювати з проєктом на своєму локальному комп'ютері, і актуалізувати дані, коли сервіс знову стане доступним.

Таким чином, web-сервіс Microsoft ProjectCentral.com призначений для невеликих робочих груп, серед яких можуть бути віддалені і розподілені проєктні групи.

Перевагами Microsoft ProjectCentral.com є низька вартість, висока швидкість розгортання, відсутність необхідності залучення системного адміністратора, постійна доступність, висока безпека при роботі у відкритих мережах. Microsoft ProjectCentral.com є одним з найліпших засобів автоматизації управління для тих, хто вперше хоче спробувати на практиці засоби колективної роботи за допомогою Microsoft Project з мінімальними витратами.

Open Plan Professional

Open Plan – це професійна система управління проєктами, яка характеризується потужними засобами ресурсного і бюджетного планування й оригінальним інтерфейсом: робочий простір подано у вигляді кількох робочих столів, на яких розміщені ярлики стандартних об'єктів (файли проєктів, календарів, ресурсів, кодів, шаблонів) та ярлики файлів. З відкриттям проєкту відкривається «записна книжка проєкту» – набір робочих столів з ярликами до файлів, які безпосередньо стосуються до проєкту. Використання шаблону для проєкту здійснюється простим переміщенням потрібного ярлика на записну книжку проєкту.

При створенні моделі проєкту Open Plan має найпотужніші засоби структуризації моделі проєкту, які базуються на: ієрархічній структурі робіт (Work Breakdown Structure); мережній моделі (PERT-діаграма); ієрархічній структурі ресурсів; ієрархічній системі кодування робіт. Менеджер може формувати необмежену кількість рівнів ієрархії проєкту. Open Plan забезпечує широкі можливості для створення логічної структури проєкту, включаючи будь-які типи зв'язків між завданнями. Під час планування допускається складання календаря для робіт і зв'язків між ними, а також урахування цільових дат початку і завершення окремих робіт. В Open Plan передбачена можливість створення ієрархічної структури ресурсів – виконавців, обладнання, матеріалів, витрат, що дозволяє обирати ступінь деталізації при перегляді завантаження ресурсів, проводити планування і призначення ресурсів на різних рівнях. Додатковим засобом структуризації в Open Plan є універсальна система кодів (рис. 5.26). Завдяки призначенню кодів різним елементам проєкту на основі заданої ієрархічної структури досягається сумування даних відповідного рівня для отримання звітів, які відбивають інформацію в бажаному розрізі.

Розроблена ієрархічна структура кодів зберігається в спеціальному файлі і може бути використана для інших проєктів.

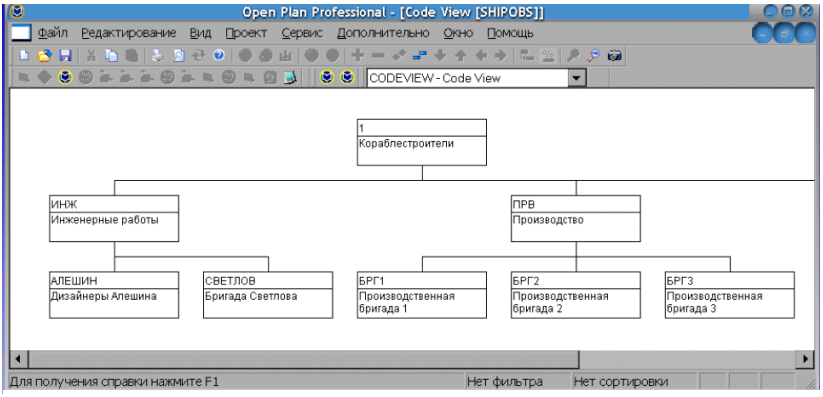


Рисунок 5.26 – Коди в Open Plan

Open Plan дозволяє управляти всіма видами ресурсів, а саме: відновлюваними ресурсами (люди, обладнання); невідновлюваними ресурсами (матеріали), в тому числі ресурсами з обмеженим терміном придатності; і фінансами, які описуються в ресурсному файлі. Кількість наявних ресурсів на будь-який момент реалізації проєкту описується параметром доступності. Для відновлюваних ресурсів (наприклад, будівельники) цей параметр визначається доступною їх чисельністю в певні часові інтервали. Для невідновлюваних ресурсів (наприклад, будівельні матеріали) – це загальна кількість і дата, з якої ресурс надходить у розпорядження, для ресурсів з обмеженим терміном – загальна кількість і часовий проміжок, упродовж якого ресурс можна використати.

В Open Plan можливо задавати зміну вартості ресурсів у часі – підвищення чи зниження цін. Якщо після якогось проміжку часу відбувається підвищення чи зменшення ціни

ресурсу, то ця зміна відображається в результатах вартісного аналізу. В системі також визначене поняття кваліфікації ресурсу. Для роботи можна означити потребу в кількості ресурсних одиниць і кваліфікації ресурсу. Це дає можливість менеджерові проєкту призначати на виконання роботи не конкретний ресурс, а з допомогою Open Plan обрати найменш завантажений у період виконання роботи ресурс відповідної кваліфікації. Таким чином, ефективність створення робочого розкладу під час призначення ресурсів досягається можливістю: по-перше, робити запит не на конкретного виконавця, а на певну кваліфікацію чи приналежність до певної групи в ієрархічній структурі; по-друге, вказувати альтернативний ресурс для заміни початкового. На запит менеджера виконується автоматичний пошук оптимального з погляду доступності ресурсу для призначення його для виконання того чи іншого завдання. Open Plan пропонує два варіанти описання потреби в ресурсах під час призначення їх на роботу: призначити кількість ресурсних одиниць на одиницю часу; вказати загальну кількість ресурсів на весь час роботи, визначивши характер функції використання (збільшення кількості напочатку, в кінці, в середині, рівномірне завантаження). Ресурс також може бути призначений не на весь час роботи, а на певний проміжок часу, починаючи з вказаного моменту від початку роботи. Open Plan пропонує потужні засоби аналізу ступеня забезпеченості проєкту ресурсами за рахунок порівняння профілю потреби проєкту в ресурсах і профілю доступності ресурсу. Даний аналіз може бути проведений як для окремого ресурсу, так і для групи ресурсів. В Open Plan передбачено два базових методи для розрахунку дат під час ресурсного планування: ресурсне планування за обмеженого часу (узгоджувати завантаження ресурсів при дотриманні цільових дат проєкту); ресурсне планування за обмежених

ресурсів (не допускати перезавантаження ресурсів, навіть якщо дата завершення проєкту буде відкладена). Взагалі, менеджер проєкту може встановлювати власні правила для планування ресурсів, у тому числі визначати пріоритетність робіт.

Open Plan дозволяє реалізувати такі функції з планування і контролю витрат: розрахунок витрат за проєктом з урахуванням і без урахування змін у вартості ресурсів; «запам'ятовування» кількох прогнозних варіантів виконання проєкту в різні терміни для пошуку «найекономнішого» часу реалізації; можливість автоматичного розрахунку витрат на основі кількості відпрацьованих ресурсних одиниць; аналіз вартості за фактичним обсягом. Засоби запам'ятовування кількох варіантів реалізації проєкту, введення фактичних даних щодо витрат по роботі й відпрацювання ресурсів дозволяють проводити аналіз як прогнозних, так і реальних витрат. В Open Plan передбачені спеціальні процедури планування і контролю витрат, серед яких особливо важливими є засоби аналізу та побудови звітів за фактичним обсягом. Система контролю бюджету за фактично виконаним обсягом робіт базується на трьох показниках – планова вартість запланованих робіт, планова вартість виконаних робіт, фактична вартість виконаних робіт. Ці показники подані сумарними кривими витрат – «планова вартість запланованих робіт», «планова вартість виконаних робіт», «фактичена вартість виконаних робіт».

Система Open Plan має у своєму розпорядженні аналітичні інструменти, які базуються на методі Монте-Карло і дозволяють визначити можливі ризики в оцінці термінів завершення окремих робіт, етапів і всього проєкту. Таким чином, оцінюється ймовірність відхилення термінів виконання робіт від графіка і, звідси – перевищення бюджету, а також інші негативні наслідки. Аналіз ризиків у Open Plan реалізується такими

засобами: процедурами введення оптимістичних і песимістичних оцінок параметрів для певних чи всіх робіт проєкту; виконанням аналізу ризиків за методом Монте-Карло для обчислення ймовірності завершення робіт за проєктом у визначені терміни; підготовка звітів, які використовуються для аналізу впливу невизначеності на реалізацію проєкту. Гістограма ризиків показує ймовірний розподіл визначених дат для ключових робіт проєкту.

Можливість роботи в багатопроєктному режимі Open Plan дозволяє користувачам розглядати великий проєкт як проєкт, який складається з менших субпроєктів, і здійснювати більш гнучке управління ним на різних рівнях. Робота в багатопроєктому режимі надає засоби для контролю і розподілу єдиних ресурсів організації за всіма проєктами, які вона здійснює. Об'єднання проєктів, таким чином, слугує двом цілям: по-перше, можна здійснювати аналіз завантаження ресурсів у масштабах проєктів усього підприємства, по-друге, є можливість забезпечити середовище для інтегрованого програмного управління великими комплексними проєктами, поділеними на субпроєкти. В другому випадку в кожного підпроєкту може бути свій файл ресурсів. Робота в багатопроєктному режимі надає користувачеві засоби для поєднання проєктів організації в одне ціле, складання загального розкладу, узгодження діяльності різних підрозділів та організацій, які беруть участь у проєкті. З поєднанням проєктів у один файл вони перетворюються у зовнішні субпроєкти, якщо вживати термін Open Plan (або в сумарні роботи), з якими слід поводитися так само, як і з внутрішніми субпроєктами. Можна задавати зв'язки між роботами різних зовнішніх субпроєктів, які потім відбиваються в окремих файлах проєктів. За ресурсного планування в об'єднаному проєкті можлива розробка користувачем системи пріоритетності робіт різних

проєктів, яка вкаже на черговість розподілу ресурсів по проєктах у процесі планування.

Однією з основних переваг Open Plan є те, що система може працювати з даними будь-якого профілю, які стосуються діяльності підприємства. Програмне забезпечення Welcom можна налаштувати на роботу з різними базами даних завдяки об'єктно орієнтованій і клієнт-серверній архітектурі. Користувач може вибирати, в якому форматі зберігати дані по проєкту – у власному форматі Open Plan, у форматах Oracle, SQL Server, Sybase, xBase. Open Plan забезпечує можливість обмежити доступ до даних проєкту, дозволяє надавати різні права на доступ до окремих даних, регулюючи їх спільне використання.

Система Open Plan реалізована у двох варіантах – Open Plan Professional і Open Plan Desktop – кожен з яких відповідає різним потребам виконавців, менеджерів та інших учасників проєкту. Обидві версії проєкту працюють з однією базою даних, тому немає необхідності в обміні даними. Спільне використання професійної і «полегшеної» версії системи управління проєктами дозволяє не тільки врахувати потреби всіх груп користувачів, а й значно знизити вартість встановлення програми. Користувачі Open Plan Desktop отримують у розпорядження всі засоби для створення проєктів, управління ними в процесі реалізації, звітності, але не мають доступу до ряду процедур настроювання, таким чином, вони можуть використовувати в своїй роботі всі потужні засоби, що їх надає система, але без зайвих ускладнень.

Spider Project

Російська розробка Spider Project відрізняється потужними алгоритмами планування обмежених ресурсів і великою кількістю додаткових функцій. Робочий простір головного вікна Spider Project розбито на три функціональні зони: у лівій

частині – ярлики відкритих проєктів, у середній – ярлики шаблонів, а в правій частині розміщуються ярлики на відкриття документів.

Існуючі пакети з управління проєктами роботи здебільшого характеризуються тривалістю їх виконання. У Spider Project замість тривалості можна задавати фізичні обсяги робіт. Тоді тривалість визначається програмою в процесі створення розкладу робіт залежно від продуктивності необхідних ресурсів. У Spider Project використовуються ті самі типи взаємозв'язків, що і в інших пакетах. Відмінності є у визначенні затримок: поряд з часовими затримками можна використовувати і затримки за обсягами робіт.

Програма Spider Project дозволяє, крім традиційного критичного шляху, визначити ресурсний критичний шлях і резерви виконання робіт, враховуючи обмеженість ресурсів. Розклад виконання проєкту можна обчислити, зважаючи не тільки на обмеженість відновлюваних ресурсів, а й на графіки постачання і фінансування проєкту, причому не тільки за сумарними витратами, а й за окремими складовими і центрами витрат і матеріалів.

У Spider Project можна використовувати необмежену кількість різних ієрархічних структур робіт і ресурсів. Окрім того, можна створювати так звані неповні структури, які не включають у себе всі роботи проєкту. Неповні структури – зручний інструмент для підготовки звітів та аналізу окремих аспектів проєкту. Прикладом такої неповної структури може бути структура постачання, в яку входять лише ті операції, які відображають постачання матеріалів для проєкту.

Ресурси у Spider Project поділяють на відновлювані (люди, обладнання) і невідновлювані (матеріали). При цьому можна додатково вказувати, які матеріали використовуються як відновлювані ресурси, тоді, визначивши останні, можна автоматично передбачити використання необхідних матеріалів.

Крім окремих ресурсів можна задавати мультиресурси і пули. Мультиресурси – це групи ресурсів, які виконують роботу спільно (наприклад, бригада, програміст з комп'ютером і т. ін.). Їх можна призначати на виконання роботи повністю, що означає призначення всіх ресурсів, які входять до мультиресурсу. Пули – це групи взаємозамінних ресурсів. Використання ресурсних пулів позбавляє менеджера необхідності жорстко призначати виконавців на роботи проєкту. Йому достатньо вказати загальну чисельність необхідних для виконання робіт ресурсів, а також те, з яких ресурсів цю кількість вибрати. Це дозволяє скоротити непродуктивні простої ресурсів і полегшити роботу менеджера проєкту. Основна відмінність від підходів, що їх використовують в інших пакетах, полягає в тому, що ресурси пула можуть мати різну продуктивність.

У Spider Project в ході призначення ресурсів на виконання робіт проєкту з'являється поняття команди, тобто групи ресурсів, які виконують роботи спільно. До команди можуть входити як окремі ресурси, так і мультиресурси, і пули. Ресурси можуть бути призначені на виконання робіт частково, тоді задається завантаження призначених ресурсів у відсотках поряд із кількістю. Матеріали можуть бути призначені прямо на операцію або на ресурс (тоді можна отримати звіт про використання матеріалів окремими ресурсами).

При визначенні витрат у Spider Project, крім призначення вартості години роботи відновлюваного ресурсу і вартості одиниці матеріалів, можна розподіляти витрати безпосередньо по роботах. Наприклад, якщо робота виконується за контрактом із фіксованою ціною, то немає сенсу визначати вартість години роботи ресурсу, а треба просто використовувати сумарну вартість призначення ресурсу (підрядчика) на роботу.

Алгоритм аналізу ризиків у Spider Project відрізняється від реалізованих в інших системах тим, що під час моделювання ризиків як початкову інформацію використовують не оцінки тривалості робіт (оптимістичні, песимістичні), а оцінки продуктивності ресурсів.

Програма Spider Project не передбачає одночасного доступу до зміни даних. Відповідальний за певну частину проєкту (фазу) надає менеджерові проєкту свої файли, і рішення прийняти чи відкинути зміни залишається за менеджером проєкту. Саме таке рішення, на думку розробників, дозволяє уникнути плутанини під час зміни проєктних даних. З цих позицій розроблена і система групової роботи через Інтернет. Система взаємодії між учасниками проєкту з використанням внутрішньої мережі Інтранет чи Інтернет передбачає здійснення таких процесів: передача на сервер створеної головним менеджером повної версії проєкту, визначення переліку користувачів і рівня їхнього доступу; отримання користувачами системи згідно з обмеженнями у доступі до проєкту – плану проєкту тільки для читання або плану окремої фази (підфази) проєкту для управління реалізацією; передача користувачами в результаті виконання функцій управління зміненого плану (фази) на сервер, звідки його отримує керівник проєкту. Коли користувач звертається до серверу, система провадить його ідентифікацію, забезпечуючи таким чином розмежування доступу до проєкту. Обмін даними між сервером і клієнтами здійснюється з використанням протоколу FTP. Взаємодія між учасниками проєкту може забезпечуватися через декілька серверів.

Позитивною особливістю пакету Spider Project є можливість використання нормативно-довідкової інформації про продуктивність ресурсів по тих чи інших видах робіт, про

витрати матеріалів, вартість робіт і ресурсів. Користувачі можуть створити в пакеті або імпортувати з інших програм різні довідники і зробити їх проєктними базами даних. Spider Project дозволяє необмежено збільшувати кількість показників, які враховуються у проєкті; створювати і використовувати в розрахунках будь-які додаткові табличні документи і бази даних; уводити формули розрахунку.

Spider Project поряд зі стандартними графічними звітами – діаграмою Ганта, мережною діаграмою, діаграмами завантаження ресурсів, витрат матеріалів і графіками витрат за проєктом та окремими фазами пропонує користувачам ресурсну діаграму Ганта і лінійну (поточну) діаграму (рис. 5.27).

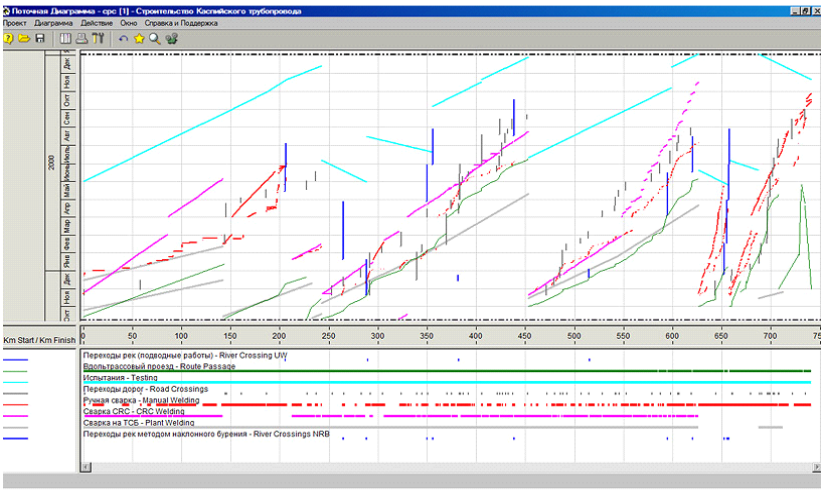


Рисунок 5.27 – Поточна діаграма в Spider Project

У ресурсній діаграмі Ганта відбиваються періоди завантаження ресурсів, у табличній частині показана ієрархічна структура ресурсів, а у графічній – періоди завантаження

ресурсів і підрозділів. У лінійній (поточній) діаграмі по горизонтальній осі відкладаються метричні характеристики проєкту (кілометри, поверхи тощо), а по вертикальній осі – час. Користувачі можуть вибирати, які види робіт відображати на лінійній діаграмі. Також можна запустити анімацію і переглянути процес виконання проєкту з певним проміжком часу. Детальна лінійна діаграма може бути використана для видачі завдання виконавцям і контролю виконання робіт.

Sure Trek Project Manager і Primavera Project Planner

Для побудови інтегрованої системи управління проєктами компанія Primavera Systems, Inc. пропонує на ринку декілька продуктів. Для використання на нижчих рівнях управління – пакет Sure Trek Project Manager, для роботи зі складними багаторівневими проєктами – професійний пакет управління проєктами Primavera Project Planner (P3).

Sure Trek Project Manager – це ПЗ, орієнтоване на управління невеликими проєктами, субпроєктами, а також на роботу конкретних виконавців з фрагментами проєктів. Він може працювати як самостійно, так і спільно з Primavera Project Planner у корпоративній системі управління проєктами. Sure Trek Project Manager на відміну від P3 обмежений в інструментах планування, але включає засоби, орієнтовані на користувачів-початківців: мультимедійний навчальний ролик і «Майстер створення проєктів». Він також представляє більш широкі можливості для наочного перегляду проєктної інформації. Можна змінювати масштаб шкали часу, наприклад, переглядати поточний місяць у тижнях, а іншу частину проєкту, яка залишилася, – в місяцях. Режим перегляду мережної діаграми включає шкалу часу, що дозволяє оцінювати не тільки логіку виконання робіт, але і залежність їх у часі.

Primavera Project Planner (рис. 5.28) – центральний програмний продукт родини Primavera, добре відомий в усьому

світі. Сьогодні Р3 використовують для управління середніми і великими проєктами в різних сферах, хоча найбільшого поширення цей програмний продукт набув у сфері управління будівельними та інженерними проєктами.

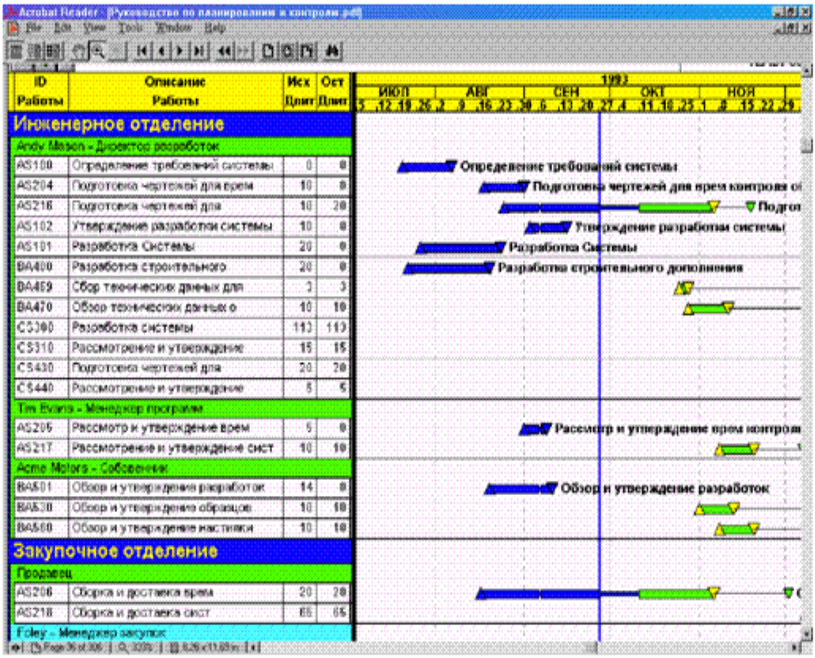


Рисунок 5.28 – Лінійна діаграма
в Sure Trek Project Manager

Для моделювання проєкту Р3 пропонує широкий набір інструментів, який включає близько 20 рівнів WBS. У програмі передбачається дев'ять типів робіт (задача, віха, зустріч тощо), усі типи залежностей між роботами, 10 типів обмежень. Поточний варіант проєкту може порівнюватися з необмеженою кількістю базових планів. Р3 представляє досить

стандартний для всіх подібних систем графічний інтерфейс, але й надає додаткові можливості:

– можливість групування і впорядкування робіт за різними ознаками на різних рівнях деталізації проєкту, що дозволяє подати інформацію в більш зручному вигляді залежно від конкретної управлінської ситуації. Наприклад, використовуючи ці засоби, всю інформацію з проєкту можна згрупувати за фазою проєкту на першому рівні ієрархії, за відповідальним ресурсом – на другому, і відсортувати за датою початку роботи – на третьому;

– можливість розбити екран по горизонталі для незалежного перегляду двох частин проєкту чи, використовуючи функцію Progress Spotlight, швидко виділити роботи, які потребують уваги в заданий період часу.

Відмінності засобів ресурсного планування Р3 полягають у тому, що в описі ресурсу можуть бути вказані нормальна і максимальна кількість наявності даного ресурсу, а також його ціна за шестичасовими інтервалами. Ресурс може бути визначений як керований, тоді обсяг призначення такого ресурсу на завдання впливатиме на тривалість її виконання. Наприклад, визначивши, що робітники – це ресурс, яким можна управляти, а бригадир – ні, можна досягнути скорочення термінів виконання задачі «Прокладання траншеї» за рахунок призначення більшої чисельності робітників. Збільшення ж кількості бригадирів не вплине на тривалість роботи.

Під час планування завантаження ресурсів може виникнути потреба описати нелінійно профіль використання ресурсу по окремій роботі. Р3 дозволяє це зробити, пропонуючи 10 стандартних кривих, або ж визначити власний профіль використання, розподіливши роботи на 10 часових періодів.

Р3 дозволяє обрати режим перерахунку графіка виконання проєкту, дібрати критерії перепланування робіт, що особливо важливо для великих проєктів, коли менеджер не в змозі

самостійно проаналізувати причини недостатності ресурсів і знайти рішення для кожної конкретної роботи. Серед режимів перерахунку можна виділити «вирівнення вперед» (визначення можливої дати завершення проєкту за заданої початкової дати), «вирівнення назад» (визначення найпізнішої допустимої дати початку проєкту), згладжування перенавантаження ресурсів у межах резервів часу по роботах чи в межах заданого інтервалу.

До недоліків засобів ресурсного планування Primavera Project Planner можна віднести обмеження за кількістю календарів (окрім головного календаря проєкту, P3 дозволяє описати лише 30 додаткових календарів), що виключає можливість задавати індивідуальні графіки роботи для кожного ресурсу. Інше обмеження пов'язане з кількістю ресурсів, які контролюються під час вирівнення профілю завантаження обмежених ресурсів.

Для специфічних завдань Primavera пропонує додаткові програми й модулі. Так, віддалені користувачі можуть отримати доступ до даних проєкту через Web-браузер, використовуючи систему Webster for Primavera. Для аналізу ризиків розроблена програма Monte-Carlo for Primavera, яка дозволяє оцінити ймовірність завершення проєкту в заплановані строки і в межах запланованого бюджету. Можна моделювати різні сценарії розвитку ситуації, беручи до уваги доступність ресурсів, змінення їхньої вартості тощо.

Система управління контрактами Primavera Expedition є засобом для всебічного управління проєктною документацією (кресленнями, специфікаціями, контрактами, кошторисами тощо). Цей пакет дозволяє: відслідковувати строки підготовки документів (планові й поточні), маршрут їх проходження; готувати і розсилати пакети документів учасникам проєкту; організовувати зберігання і пошук усієї необхідної документації; контролювати доходи і витрати за проєктом

та оцінювати вплив змін, які вносяться, на вартість проєкту та його тривалість.

Basecamp

Basecamp (рос. *бейскемп*) – це онлайн-інструмент для управління проєктами, спільною роботою та постановки задач по проєктам у невеликих компаніях з двох-трьох осіб, створений компанією 37 signals у 2004 році. В процесі розробки і практичного використання Basecamp був створений фреймворк Ruby on Rails. Basecamp (рис. 5.29) дозволяє зберігати файли на серверах компанії, а також використовувати партнерську програму.

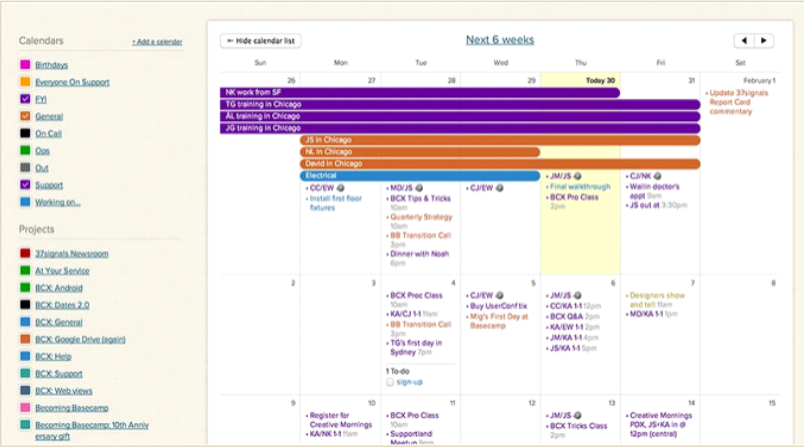


Рисунок 5.29 – Basecamp

Basecamp надає користувачам наступні можливості:

– зміна кольорової гами та логотипу системи;

– перегляд загальної інформації про клієнтів та проєкти на одному екрані;

– перегляд інформації про проєкт на одному екрані;

– призначення та відслідковування задач;

– завантаження, категоріювання та відслідковування версій файлів;

– форуми для обговорення задач та проєктів;

– ведення розкладу й управління ключовими точками проєкту;

– відслідковування витраченого часу;

– додавання повідомлень і коментарів;

– використання партнерської програми;

– зберігання файлів на серверах компанії;

– сумісна робота з багатьма додатками, віджетами та іншими програмами, зокрема, на офіційному сайті доступні безкоштовні та платні доповнення в наступних категоріях: додатки для Apple iPhone; мобільні додатки; звіти, графіки та планування; бухгалтерські системи; інструменти для розробки програмного забезпечення; облік робочого часу; віджети для робочого столу та інші;

– можливість для сторонніх розробників створювати доповнення до Basecamp, використовуючи API, що відповідає принципам REST.

Для Basecamp існує 4 типи платних аккаунтів (вартістю від 24 до 150 доларів на місяць), які різняться кількістю проєктів та розмірами файлового сховища. Компанія також надає безкоштовний 60-денний випробувальний термін, спеціальний річний пакет без обмеження на кількість проєктів, безкоштовний план без обмежень по часу використання для освітніх закладів.

До групи компаній та брендів, які використовують Basecamp для управління проєктами, входять Adidas, Warner Bros. Records, Last.Fm, WWF, USA Today, National Geographic, Best Buy, Segway та багато інших.

Недоліками Basecamp є недостатня зручність управління складними та тривалими проєктами, відносно висока вартість

платних акантів, відсутність можливості працювати з системою в разі несправностей серверів компанії.

Проблеми впровадження систем автоматизації управління проєктами

Купуючи систему для управління проєктами, керівники часто забувають, що її використання вимагає зміни процесів управління в організації. Тому впровадження такої системи вимагає системного підходу, що передбачає планування комплексу робіт і контроль за їх здійсненням.

Починати впровадження системи управління проєктами в організації необхідно з розробки плану впровадження, який не повинен обмежуватися лише установкою програмного забезпечення в організації і навчанням користувачів роботі з системою. Проєкти з впровадження нових систем автоматизації управлінської діяльності традиційно охоплюють набагато ширший спектр задач: від формалізації процедур збору і збереження інформації до здійснення змін в організаційній структурі управління підприємством. Проєкти з впровадження подібних систем можна віднести до класу організаційних проєктів – проєктів, які в певній мірі ведуть до розвитку структури організації. Відмінною рисою даного типу проєктів є те, що від успіху проєкту може залежати ефективність функціонування організації в цілому або її окремих підрозділів. З цієї причини особливого значення набуває ретельне планування і контроль не тільки технічних, але і людських аспектів впровадження системи.

Складність задач з впровадження комп'ютерної інформаційної системи залежить від масштабів організації, наявної структури управління і ступеня автоматизації управління. Однак навіть у відносно простих випадках план впровадження системи має ключову роль для введення її в експлуатацію.

Найбільш важлива роль проєктного підходу до освоєння системи в тому, що він дозволяє залучити потенційних ко-

ристувачів системи в єдину команду проєкту й у такий спосіб заручитися їхньою підтримкою. Саме це дає шанс на успіх впровадження системи в організації.

Серед помилок у плануванні впровадження систем управління проєктами, можна виділити наступні:

– цілі й очікувані результати заздалегідь не визначені або визначені не в повному обсязі і досягненню цілей проєкту в повному обсязі можуть завадити жорсткі часові обмеження, нетерплячість або непослідовність керівництва. Для уникнення подібних проблем варто обговорити результати, очікувані від впровадження системи, з усіма, кого це може стосуватися, на різних рівнях управління в організації: як з безпосередніми користувачами системи, так і зі споживачами або постачальниками інформації для системи;

– планування введення в експлуатацію одразу всіх функцій системи управління проєктами. Нові технологій роботи і нові схеми управління можуть наштовхнутись на «корпоративну інерцію» – спротив працівників новому і незрозумілому. Це може призвести до значного ускладнення проєкту і робить проблематичною стабілізацію роботи системи в цілому. Щоб запобігти негативним наслідкам та пом'якшити шок від нових технологій, слід спланувати послідовне впровадження функцій планування й управління від простого до складного. Фахівці рекомендують починати впровадження системи з планування і контролю часових параметрів, потім опанувати функції ресурсного планування, і тільки після цього переходити до планування і контролю витрат;

– планування переведення відразу всієї організації на нову систему. Реалізація різних функцій системи управління проєктами може впливати на роботу різних підрозділів і фахівців. Натомість варто здійснювати підключення користувачів до нової системи послідовно, відділ за відділом. Почати краще з невеликого відділу, який має кваліфікованих

співробітників. У кожній організації є співробітники, які більш зацікавлені у використанні нових систем автоматизації і більш здатні в їх освоєнні, ніж решта. Почати краще саме з них. Одержавши першу групу користувачів, що освоїли систему, можна переходити до поширення даної технології в інших підрозділах підприємства. Коли система почне реально працювати в організації, противникам її використання доведеться теж перейти в ряди користувачів. Важливо переконатися, що керівники відділів інформовані про плани впровадження нової системи і діють відповідно до плану.

Завдання

1. Ознайомитися з теоретичними відомостями до практичної роботи.

2. Побудувати мережний графік за даними табл. 5.16.

Таблиця 5.16 – Дані до практичної роботи

№ роботи	Є попередньою для робіт	Тривалість
1	–	1
2	–	3
3	1	*N*
4	2,3	2
5	2,3	5
6	15,4	(*N*+3)/2
7	6,5	2
8	10,9	8
9	15,4	2*N*
10	11,12	(*N*+1)/2
11	15,4	4
12	13,14	6
13	16	1
14	–	3*N*
15	16	8
16	–	*N*

N – номер студента за журналом групи. Тривалості робіт округлити до цілого числа.

3. Пронумерувати події в графі.

4. Розрахувати мінімальні і максимальні часи настання подій.

5. Розрахувати вільні і повні резерви часу робіт.

6. Визначити критичні шляхи проєкту.

7. Побудувати лінійну діаграму робіт за вихідними даними.

8. Визначити критичні шляхи проєкту за лінійною діаграмою.

9. Здійснити коригування лінійної діаграми робіт згідно з наявними ресурсами.

10. Визначити час, за який може бути виконаний проєкт при наявних обмежених ресурсах.

11. Визначити автоматизовану систему управління проєктами, яку Ви вважаєте доцільним використовувати для управління проєктом у галузі інформаційної безпеки, що відповідає завданню практичної роботи № 4. Обґрунтувати вибір.

12. Визначити для проєкту в галузі інформаційної безпеки, що відповідає завданню практичної роботи № 4:

– властивості проєкту;

– оточення проєкту;

– учасників проєкту;

– склад команди проєкту і функції її членів;

– ресурси проєкту в узагальненому вигляді.

13. Обрати вільно розповсюджувану автоматизовану систему управління проєктами для виконання завдань 1–9 даної практичної роботи.

14. Виконати завданя 1–9 даної практичної роботи в обраній автоматизованій системі управління проєктами.

15. Для побудованого мережного графу (п.1), використовуючи результати лабораторної роботи № 5, обрати засіб представлення, доцільний для автоматизованої обробки.

16. Розробити алгоритм автоматизованої побудови й аналізу мережного графу, призначений для:

а) побудови мережного графу по вхідних даних з автоматичним визначенням кількості подій;

б) визначення мінімального та максимального часів настання подій;

в) визначення резервів часу робіт;

г) побудови лінійної діаграми робіт;

д) корекції лінійної діаграми робіт відповідно до наявних ресурсів.

17. Порівняти результати, отримані за п. 14, і результати пп. 1–9.

18. Зробити висновок щодо доцільності використання автоматизованих систем управління проєктами в галузі інформаційної безпеки.

19. Зробити висновок щодо переваг та недоліків розробки власних програмних засобів управління проєктами в галузі інформаційної безпеки порівняно із системами, наявними на ринку.

Контрольні питання

1. Що таке проєкт? Які різновиди проєктів Ви знаєте?

2. Які ознаки відрізняють проєкти від інших планів, програм?

3. Які спільні риси і відмінності мають проєкт, бізнес-план, інвестиційний проєкт, техніко-економічне обґрунтування проєкту?

4. Що таке управління проєктами? В чому полягає об'єктивна необхідність управління проєктами?

5. Які чинники визначають оточення проєкту?

6. Які зовнішні чинники впливають на підготовку та реалізацію проєкту?

7. Які внутрішні чинники впливають на підготовку та реалізацію проєкту?

8. Хто є учасниками управління проєктами?

9. Яка особа називається ініціатором проєкту?

10. Яка особа називається замовником проєкту?

11. Яка особа називається інвестором проєкту?

12. Які функції виконує керівник проєкту?

13. Хто входить до складу команди проєкту?

14. Які питання вирішуються при постановці цілей проєкту?

15. Які основні цілі управління проєктами?

16. Яких основних принципів дотримуються при управлінні проєктами?

17. Які фази життєвого циклу проєкту Ви знаєте?

18. Які стадії має інвестиційний проєкт?

19. Які основні умови управління проєктами?

20. Що таке елементи системи управління проєктами, їх склад і взаємозв'язок?

21. Які підходи до управління використовуються для досягнення цілей проєктів?

22. Які функції управління проєктами Ви знаєте?

23. Які проєкти Ви здійснювали у Вашому житті? Чи завжди вони завершувалися успішно?

24. Чи належить реконструкція підприємства, виведення на ринок нового продукту до проєктної діяльності? Обґрунтуйте свою відповідь.

25. Якими графами може бути відображений проєкт?

26. Який граф називається мережним?

27. За якими правилами будуються мережні графи?

28. Чому в мережному графі не може бути циклів?

29. В яких випадках і навіщо в мережний граф вводяться фіктивні роботи?

30. Чому події нумеруються за спеціальними правилами?

31. Якими способами можна пронумерувати події?

32. В яких випадках застосовується алгоритм Форда?

33. Як визначається мінімальний час настання події?

34. Як визначається максимальний час настання події?

35. Як визначається критичний час проєкту?

36. Як визначаються вільний і повний резерви часу роботи?

37. Які роботи називаються китичними?

38. Як визначається коефіцієнт напруженості роботи?

39. Які шляхи називаються підкритичними?

40. Як визначаються підкритичні шляхи?

41. Які дані необхідні для побудови лінійної діаграми робіт?

42. За якими правилами будується лінійна діаграма робіт?

43. Як визначити критичні шляхи за лінійною діаграмою робіт?

44. Як визначити за лінійною діаграмою робіт розподіл необхідних ресурсів у часі?

45. В якому вигляді можуть надаватися дані щодо необхідних ресурсів?

46. В якому вигляді можуть надаватися дані щодо наявних ресурсів?

47. За яким алгоритмом коригується первинна лінійна діаграма з метою узгодження необхідних і наявних ресурсів?

48. Чи змінюється критичний шлях проєкту при коригуванні лінійної діаграми з метою узгодження необхідних і наявних ресурсів?

49. Чи зміниться тривалість проєкту, якщо при коригуванні лінійної діаграми цілком використати повний резерв часу роботи?

50. Які наслідки матиме зсув на лінійній діаграмі робіт, що лежать на критичному шляху?

51. Що таке система автоматизації управління проєктами?

52. Які виділяють класи системи автоматизації управління проєктами?

53. За якими ознаками можна класифікувати АСУП?

54. Які функції повинна мати система календарно-мережного планування?

55. На які класи користувачів орієнтовані системи автоматизації управління проєктами?

56. Які особливості має автоматизоване управління ІТ-проєктом?

57. Які складові має модель проєкту в системі автоматизованого управління проєктами?

58. Які з функцій систем календарно-мережного планування реалізовані в Microsoft Project?

59. Які можливості для роботи над проєктом надає web-сервіс www.ProjectCentral.com?

60. Яких характерних помилок припускаються при плануванні впровадження системи автоматизації управління проєктами?

61. Як уникнути характерних помилок при впровадженні системи автоматизації управління проєктами?

62. Які основні структурні елементи має програмне забезпечення управління проєктами?

63. Які функціональні можливості сучасного програмного забезпечення процесу управління проєктами?

64. Які основні можливості управління проєктами забезпечує Microsoft Project?

65. Які основні можливості управління проєктами забезпечує Open Plan?

66. Які основні можливості управління проєктами забезпечує Spider Project?

67. Які основні можливості управління проєктами забезпечує Sure Trek Project Manager?

68. Які основні можливості управління проєктами забезпечує Primavera Project Planner?

69. Які основні можливості управління проєктами забезпечує Basecamp?

70. Як виконується кодування задач в АСУП?

71. Як виконується структурна декомпозиція робіт в автоматизованих системах управління проєктами?

72. Як виконується встановлення залежностей між задачами в АСУП?

73. Як виконується управління ресурсами в АСУП?

74. Як виконується управління витратами в АСУП?

75. Як виконується управління ризиками в АСУП?

76. Як виконується відстеження змін в АСУП?

77. Як виконується обмін даними між учасниками проєкту в АСУП?

78. Як визначається код структурної декомпозиції робіт в АСУП?

79. Як визначаються коди структури в АСУП?

80. Як визначається оцінка тривалості задачі в АСУП?

81. Як визначається призначення ресурсів задачам в АСУП?

82. Як визначається оцінка витрат в АСУП?

83. В яких випадках задається перерва в роботі над задачею в АСУП?

84. Як визначаються час випередження і час запізнення в АСУП?

85. Які ресурси відносяться до трудових ресурсів?

86. Які ресурси відносяться до матеріальних ресурсів?

87. Як виконується вирівнювання завантаження ресурсів в АСУП?

88. Як виконується визначення задач з великим ризиком в АСУП?

89. Як використовуються таблиці норм витрат в АСУП?

90. Як виконується нарахування витрат в АСУП?

91. Як визначається момент нарахування витрат в АСУП?

92. Які ризики відносяться до бюджетних ризиків?

93. Які ризики відносяться до ресурсних ризиків?

94. Який план називається базовим?

95. Який план називається проміжним?

96. Яким чином можна знизити витрати за допомогою АСУП?

97. Які дії виконуються в АСУП після завершення проєкту?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Базова

1. Катренко, А. В. Системний аналіз об'єктів і процесів комп'ютеризації [Текст] : навч. посіб. / А. В. Катренко. – Львів : «Новий світ–2000», 2003. – 424 с.

2. Павлов, А. А. Математические основы управления проєктами наукоемких производств [Текст] / А. А. Павлов, С. К. Чернов, К. В. Кошкин, Е. Б. Мисюра; Национальный ун-т кораблестроения им. адмирала Макарова. – Николаев : НУК, 2006. – 208 с.

3. Тимченко, А. А. Основи системного проєктування та системного аналізу складних об'єктів [Текст] : підручник для студ. вищ. навч. закл. / А. А. Тимченко. – К. : Либідь, 2003. – 269 с.

4. Турти, М. В. Математичні методи моделювання та оптимізації процесів [Текст] : метод. вказівки до самостійної роботи студентів / М. В. Турти. – Миколаїв : НУК, 2019. – 37 с.

Допоміжна

1. Гречко, Т. К. Системний аналіз і прийняття інноваційних рішень [Текст] : навч.-метод. посіб. / Т. К. Гречко, Л. С. Чернова. – Миколаїв: Торубара В.В., 2015. – 243 с.

Навчальне видання

ТУРТИ Марина Валентинівна
КАСЬЯНОВ Юрій Іванович
ГУСЄВА-БОЖАТКІНА Вікторія Анатоліївна

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ НА ОБ'ЄКТАХ ВОДНО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ

Методичні вказівки до практичних робіт

У п'яти частинах

Частина 3

Комп'ютерне складання та верстання *В. В. Москаленко*
Коректор *О. Є. Вакула*

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 6,7. Тираж 100 прим. Вид. № 35. Зам. № 0908-62.

Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025
E-mail : publishing@nuos.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6402 від 19.09.2018 р.