

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Науково-навчальний центр заочної форми навчання
(повна назва)

Кафедра Програмної інженерії
(повна назва)

АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

другий (магістерський)
(рівень вищої освіти)

Дослідження алгоритмів контролінгу керування проектами
(тема)

Виконав: студент 2 курсу, групи ПЗСзм-19-1
спеціальності 121- Інженерія програмного
забезпечення

(код і повна назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Програмне
забезпечення систем

(повна назва освітньої програми)

Кузьменко П.В.

(прізвище, ініціали)

Керівник проф. Шубін І.Ю.

(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри, проф. _____

З.В.Дудар

2020 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет ННЦ ЗФН

Кафедра Програмної інженерії

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 121– Інженерія програмного забезпечення

(код і повна назва)

Освітньо-професійна програма Програмне забезпечення систем

(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____

(підпис)

«____» _____ 20 ____ р.

ЗАВДАННЯ
НА АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ

Студентові Кузьменку Павлу Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження алгоритмів контролінгу керування проектами
затверджена наказом по університету від «__» _____ 2020 р № ____ Стз

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії
10 грудня 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи проаналізувати існуючі алгоритми, що використовуються для вимог підтримки прийняття рішень, мови швидкої розробки інформаційних систем

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі мета роботи, аналіз проблемної галузі і постановка задачі, опис запропонованих варіантів оптимізації, використовувані методи та алгоритми, опис розробленої програмної системи, опис застосованих оптимізацій, аналіз можливих застосувань

5. Консультанти розділів роботи

Найменування розділу	Консультант (посаду, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Спецчастина	проф. Шубін І.Ю.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналіз предметної галузі	26 жовтня 2020 р.	
2.	Огляд існуючих методів	07 листопада 2020 р.	
3.	Проектування та розробка ПЗ	15 листопада 2020 р.	
4.	Підготовка пояснювальної записки	25 листопада 2020 р.	
5.	Спецчастина	26 листопада 2020 р.	
6.	Підготовка презентації та доповіді	30 листопада 2020 р.	
7.	Попередній захист	10 грудня 2020 р.	
8.	Нормоконтроль, рецензування	11 грудня 2020 р.	
9.	Занесення диплома в електронний архів	12 грудня 2020 р.	
10.	Допуск до захисту в зав. кафедри	14 грудня 2020 р.	

Дата видачі завдання ____ 2020 р.

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи _____ проф. Шубін І.Ю.
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ / ABSTRACT

Пояснювальна записка до атестаційної роботи: 97 с., 31 рис., 3 додатки, 29 джерел.

СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ, НЕЙРОННА МЕРЕЖА, КОНТРОЛІНГ, УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ, ПІДПРИЄМСТВО.

Об'єктом дослідження є програмні системи, що мають бути використані на приладобудівних підприємствах, що здійснюють проєктну діяльність.

Мета дослідження полягає в розробці інструментів створення системи контролінгу проєктної діяльності в приладобудуванні.

У результаті роботи було проаналізовано предметну галузь, поставлено задачу та спроектовано моделі інформаційної системи та програмного забезпечення контролінгу проєктної діяльності підприємств, що розробляють та виготовляють радіоелектронне обладнання.

DECISION SUPPORT SYSTEM, NEURAL NETWORK, CONTROLLING, PROJECT MANAGEMENT, ENTERPRISE.

The object of the study are software systems to be used in instrument-making enterprises engaged in design activities.

The purpose of the study is to develop tools for creating a system of controlling design activities in instrumentation.

As a result, the subject area was analyzed, the task was set and models of information system and software for controlling the project activities of enterprises developing and manufacturing electronic equipment were designed.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Аналіз стану розв'язання проблеми та обґрунтування цілей дослідження	9
1.1 Роль і місце системи контролінгу в системі управління підприємством ...	9
1.2 Контролінг проектної діяльності в промисловості	12
1.3 Аналіз інструментів контролінгу проектної діяльності	19
1.4 Обґрунтування цілей дослідження	25
2 Опис проведених теоретичних досліджень	27
2.1 Аналіз алгоритмічного забезпечення контролінгу проектної діяльності ...	27
2.2 Застосування методів математичного програмування	31
2.3 Аналіз функціоналу ІС при виконанні контролінгу	38
3 Аналіз результатів дослідження	42
3.1 Узагальнена модель реалізації функцій контролінгу	42
3.2 Процедура контролінгу при виборі інструментів проектної діяльності ...	46
3.3 Алгоритми з врахуванням впливу факторів зовнішнього середовища	49
4 Опис розробленої програмної системи	62
5 Опис можливості використання отриманих результатів.....	66
Висновки	70
Перелік джерел посилання	72
Додаток А Перелік посилань відповідно до наукових досліджень кафедри	75
Додаток Б Слайди презентації	76
Додаток В Інформаційна модель процесу контролінгу	91

ВСТУП

Приладобудування являє собою одну з найбільш наукоємних галузей промисловості й формує основний потенціал модернізації економіки в цілому. Підприємства такого типу економічної діяльності, як «Виробництво комп'ютерів, електронних і оптичних виробів», до яких належать приладобудівні підприємства, демонструють зниження індексу виробництва. При цьому питома вага інноваційних товарів, робіт та послуг у загальному обсягу зазначеного типу економічної діяльності, склав 17,2% в 2018 році (в середньому в промисловості даний показник склав 6,7 %). По деякій кількості асортиментних груп, рівень конкурентоспроможності вітчизняної приладобудівної продукції не дозволяє забезпечити стійке положення її виробників на вітчизняних і закордонних ринках.

Вочевидь, що для зростання конкурентоспроможності вітчизняних підприємств приладобудування, найважливішим є підвищення ефективності проектної діяльності, що поєднує всі етапи проекту від формулювання ідеї проекту до його реалізації на основі використання сучасних інструментів внутрішньофірмового планування. Враховуючи різноманіття існуючих інструментів, які можуть використовуватись для управління проектною діяльністю, а також особливості приладобудівних підприємств, можна зробити висновки про зростання ролі систем підтримки прийняття рішень на основі реалізації принципів контролінгу.

Під час створення ефективної системи контролінгу на приладобудівних підприємствах потрібно враховувати наступні особливості:

- необхідність адаптації організаційної структури контролінгу проектної діяльності до мінливих факторів внутрішнього й зовнішнього оточення з урахуванням різних варіантів позиціонування контролерів у структурі підприємства в цілому;

- доцільність зміни набору інструментів управління проектами залежно від моніторингу результатів виконання їх етапів;

– відсутність у ряді випадків статистичної інформації, яка характеризує тривалість кожного з етапів проєкту й використовувані для їхньої реалізації ресурси, що приводить до появи невизначеності при оцінюванні термінів реалізації проєкту в цілому;

– суттєвий вплив характеристик результатів реалізації попередніх етапів проєкту на його наступні етапи.

Ці особливості повинні бути враховані при реалізації таких основних завдань контролінгу, як підтримка прийняття вирішень на вибір інформаційних інструментів управління проєктною діяльністю, розподілення ресурсів, оптимізації тривалості виконання як окремих етапів, так і усього проєкту в цілому, а також створення ефективних організаційних структур контролінгу.

У той же час, незважаючи на велику кількість публікацій, які були присвячені питанням використання контролінгу в процесі підтримки прийняття рішень при управлінні в промисловості, наведені вище особливості проєктної діяльності в приладобудуванні в достатній мірі відображення не знайшли. Сказане призводить до появи проблеми, зумовленої, з одного боку, необхідністю підвищення ефективності реалізації проєктів у приладобудуванні з використанням контролінгу, а з іншого – недостатньою ефективністю відомих інструментів створення систем контролінгу, пов'язаних з неповним врахуванням вказаних особливостей проєктної діяльності промислових підприємств приладобудівного комплексу. В підсумку можна констатувати, що розробка й удосконалювання інструментів створення систем контролінгу проєктної діяльності в приладобудуванні з використанням процедури побудови й адаптації ефективних організаційних структур контролінгу, а також з урахуванням факторів невизначеності в рамках процедур внутрішньофірмового планування є актуальним науковим завданням, вирішення якого має важливе значення для підвищення економічної ефективності функціонування вітчизняного машинобудівного комплексу в цілому. Вищесказане зазначає актуальність наукового дослідження.

Аналіз робіт демонструє, що деякі теоретичні й прикладні аспекти

проектного управління діяльністю приладобудівних підприємств з використанням систем контролінгу вимагають подальшого розвитку. В першу чергу це відноситься до процедур створення й адаптації організаційних структур контролінгу з урахуванням факторів зовнішнього й внутрішнього оточення, а також процедур підтримки прийняття рішень на вибір груп інструментів проектного управління різних рівнів. Робота є частиною розвитку теорії і практики управління проектною діяльністю приладобудівних підприємств на основі розробки й впровадження нових програмних інструментів створення систем контролінгу.

Мета дослідження полягає в розробці нових інструментів створення системи контролінгу проектної діяльності в приладобудуванні на основі вибору схеми позиціонування контролерів в організаційній структурі підприємства і її адаптації за результатами моніторингу реалізації проекту.

Для реалізації даної мети поставлені й вирішені наступні основні завдання:

– аналіз узагальненої моделі реалізації функцій контролінгу на приладобудівних підприємствах для підвищення ефективності проектного управління;

– розробка процедури контролінгу для підтримки прийняття рішень на вибір груп інструментів аналізу, планування й управління різними рівнями (стратегічним, функціональним й оперативним) на основі використання нової системи показників результатів етапів проекту;

– розробка алгоритмів складання графіку робіт проекту з урахуванням впливу факторів внутрішнього й зовнішнього оточення;

– обґрунтування процедури створення й адаптації інформаційної структури контролінгу проектної діяльності приладобудівного підприємства з використанням запропонованих схем позиціонування контролерів у структурі управління.

Об'єктом дослідження є програмні системи, що мають бути використані на приладобудівних підприємствах, що здійснюють проектну діяльність.

1 АНАЛІЗ СТАНУ РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМИ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ЦІЛЕЙ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Роль і місце системи контролінгу в системі управління підприємством

У сучасних умовах господарства, забезпечення конкурентоспроможності вітчизняної промисловості можливо тільки на основі підвищення ефективності систем управління підприємствами й комплексами з використанням сучасних наукових концепцій. У значній мірі це відноситься до підприємств високотехнологічних видів економічної діяльності. Для вказаних підприємств особливе значення також набуває вирішення завдань моніторингу результативності використання коштів бюджетів різного рівня, що виділяються як у рамках заходів державного оборонного замовлення, так і в рамках федеральних і регіональних програм розвитку галузей промислового виробництва.

Вказані обставини визначають підвищені вимоги до систем управління промисловими підприємствами, що включають організаційну структуру, управлінський інструментарій і інформаційну систему (або її елементи) управління організацією. Одним із способів вирішення вказаної проблеми є застосування концепції контролінгу, яка формує новий погляд на теорію й практику управління підприємством, що виник на стику таких функціональних галузей, як економічний аналіз, планування, управлінський облік і менеджмент [4]. Ця концепція дозволяє підвищити якість управління підприємством за допомогою інтеграції, координації й орієнтації діяльності різних підрозділів на досягнення поставлених стратегічних, середньострокових і оперативних цілей. Система контролінгу, призначена для управління процесами поточного аналізу й регулювання планових і фактичних значень показників діяльності підприємства, дозволяє мінімізувати або цілком усунути можливі відхилення отриманих результатів від цільових значень на різних інтервалах реалізації проєктної діяльності [5]. Ця обставина представляється особливо важливою при організації виробництва інноваційної продукції складовою частиною, що є, складних виробів,

яку необхідно ввести в експлуатацію в жорстко встановлений термін. Наприклад, до такої продукції відноситься продукція приладобудування як невід'ємний і найважливіший елемент аерокосмічних, радіоелектронних і інших складних технічних систем.

Система контролінгу дозволяє забезпечити значний ефект у тих випадках, коли функції управління підприємством або об'єднанням не зосереджені на рівні вищого управління, а делеговані різним філіям, підрозділам, службам, групам і відділам [6]. Для практики організаційної трансформації галузей і комплексів промисловості характерні створення великих інноваційно-орієнтованих корпорацій (в т.ч. з державною участю), до складу яких входить велике число вертикально й/або горизонтально інтегрованих підприємств. Подібні структури передбачають необхідність зазначеного делегування функцій управління на нижні рівні, і, як наслідок, створення систем контролінгу інноваційних і виробничих процесів [7].

Незважаючи на наявність великої кількості публікацій з проблем створення систем контролінгу в різних галузях промисловості, у цей час немає єдиного трактування поняття «контролінг». В найзагальнішому розумінні контролінг являє собою управлінську філософію й спосіб мислення керівників різного рівня, спрямованих на ефективне використання ресурсів і розвиток підприємства в довгостроковій перспективі з метою досягнення поставлених цілей [8].

У науковій літературі описано безліч уявлень даної концепції, які відображають різні підходи до розуміння її місця й ролі в системі управління підприємством. В таблиці 1.1 наведено основні групи концепцій контролінгу. Як видно з даної таблиці, звичайно виділяються підходи, що не суперечать один одному, що і характеризують дану концепцію в таких аспектах, як інформаційний, цільовий і координаційний.

Можна відзначити, що системи контролінгу, що створені в рамках зазначених підходів, мають свої переваги та недоліки.

Місце впровадження результатів роботи – НПП «Метікол», як підприємство, що реалізує інноваційні проєкти в галузі радіоелектроніки (див.

рисунок 1.1).

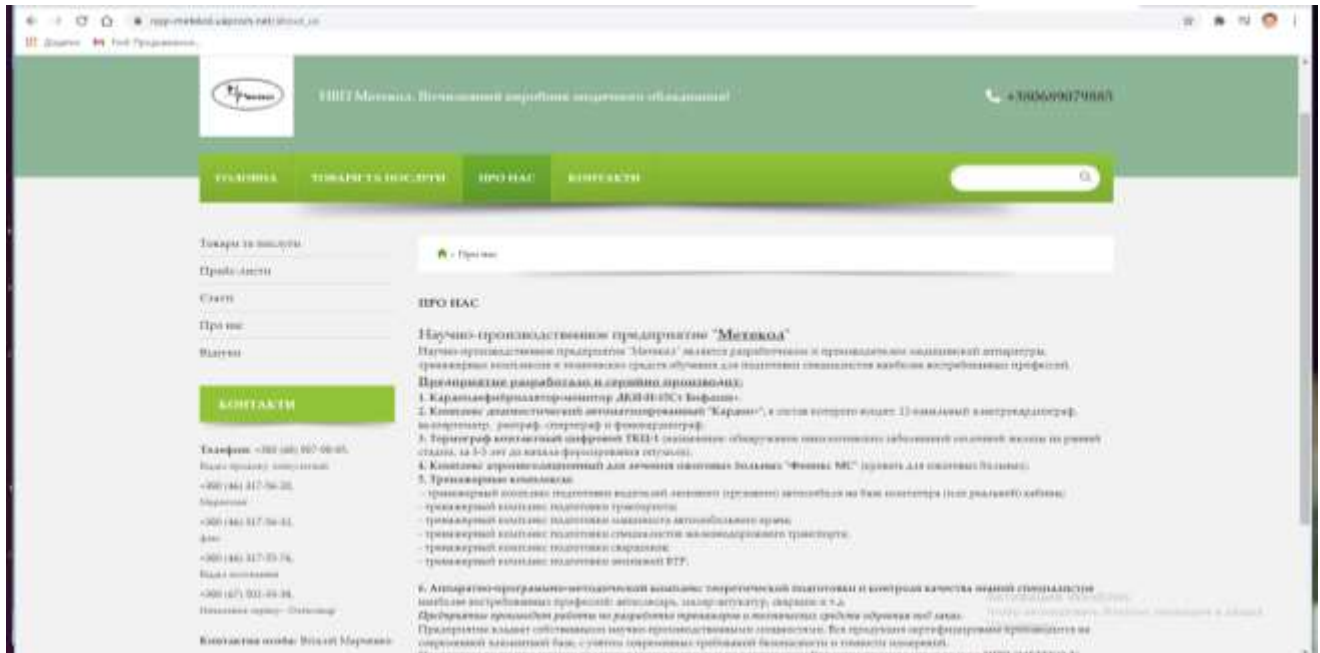


Рисунок 1.1 – Сайт підприємства «Метекол»

Таблиця 1.1 – Основні групи існуючих концепцій контролінгу

Група	Опис
Контролінг як функція інформаційного забезпечення	Основна функція – облік у різних функціональних галузях. Служба Контролінгу визначається в якості центрального органу системи управління інформаційними потоками організації.
Контролінг як управління, націлене на конкретні результати	Контролінг – одна з галузей корпоративного управління, пов'язана з контролем досягнення планованих результатів. У цьому випадку визначаються цілі, які повинні досягатися як окремі підрозділи, так і усе підприємство в цілому. При наявності відхилень здійснюється підтримка рішень по зміні способів реалізації бізнес процесів або корегуванню цілей.
Контролінг як координаційна функція	Основна мета контролінгу – координація різних підсистем управління, тобто узгодження та інтеграція інформаційної, планової, організаційної та контрольної підсистем підприємства для підвищення ефективності управління.
Контролінг як гарантія раціонального управління	Головна функція контролінгу – підвищення ступеня обґрунтованості управлінських рішень, в т.ч. на основі вибору оптимального за певним критерієм набору інструментів управління.

1.2 Контролінг проєктної діяльності в промисловості

В загальному вигляді взаємозв'язок системи контролінгу з різними видами діяльності наукоємного підприємства зображено на рисунку 1.2. З рисунка випливає, що розглянута система бере участь у всіх основних сферах діяльності промислового підприємства: управлінська, виробнича та інноваційна. В першому випадку система контролінгу сприяє формуванню обґрунтованих цілей на кожному з рівнів управління (стратегічному, функціональному та оперативному), ступінь досягнення, яких надалі використовується для оцінки ефективності діяльності даного підприємства.



Рисунок 1.2 – Взаємозв'язок системи контролінгу з різними видами діяльності наукоємного промислового підприємства

У роботі [8] показано, що функції системи контролінгу на підприємстві визначаються її цілями і містять у собі тільки ті види управлінської діяльності, які

орієнтовані на їх досягнення. У зв'язку з цим можна виділити наступні функції системи контролінгу, згідно аналізу діяльності НПП «Медекол»:

- підтримка процесів планування;
- облік для підтримки прийняття управлінських рішень;
- контроль реалізації планів (у тому числі визначення й усунення відхилень);
- оцінка реалізованих бізнес процесів і формування звітної інформації для менеджерів підприємства в зручному для використання вигляді;
- формування рекомендацій з можливих управлінських рішень і прогнозує оцінювання наслідків їх реалізації.

Наведені функції системи контролінгу відповідають основним функціональним галузям управління підприємством: «облік, планування, контроль і регулювання, інформаційно-аналітичне забезпечення й спеціальні функції» [9]. Для кожної з представлених галузей можна виділити основні завдання розглянутої системи, які представлено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Завдання системи контролінгу наукоємного промислового підприємства

Функціональна галузь	Завдання системи контролінгу
Загальнофункціональна	Вибір інструментів контролінгу, вибір інструментів реалізації управлінських функцій, адаптація системи контролінгу (в т.ч. організаційної структури) до мінливих цілей і завдань управління.
Контроль і регулювання	Визначення набору контрольованих параметрів, повноти й періодичності контролю; обґрунтування ступеня значимості контрольованих параметрів; вибір процедур регулювання на основі результатів контролю.
Інформаційно-аналітичне забезпечення	Формування архітектури інформаційної системи (ІС), «уніфікація каналів і інформаційних носіїв, надання формалізованої інформації керівництву для підтримки прийняття управлінських рішень, збір і систематизація необхідних для цього даних», формування набору економіко-математичних методів планування, контролю та прийняття рішень, реалізованих в ІС.

Як видно з таблиці 1.2, у рамках першої галузі «завдання системи контролінгу орієнтовані на збір і обробку інформації, необхідної для прийняття управлінських рішень для менеджменту різного рівня» [156]. Надалі результати обробки інформації використовуються для ведення внутрішнього обліку й контролю технологічних процесів, тому важливе значення має ступінь обґрунтованості обраних методів і критеріїв оцінки діяльності як окремих підрозділів, так і усього підприємства в цілому. В галузі планування контролінгу дозволяє розробити й «удосконалювати систему комплексного планування й методів планування, а також визначає необхідну для даного процесу інформацію, її джерела та способи отримання» [156]. При виконанні контролю й регулювання на основі контролінгу визначаються методи, терміни та обсяг реалізації контрольних функцій. При наявності відхилень фактичних значень цільових показників від планових виробляються управлінські рішення, спрямовані на їхню мінімізацію або усунення.

При реалізації зазначених функцій великий вплив на ефективність процесу підтримки прийняття управлінських рішень, являє собою якість використовуваної інформації. У зв'язку з цим, акумульовані в ІС контролінгу відомості для аналізу й обробки повинні відповідати вимогам, представленим у таблиці 1.3 і виділеним на основі аналізу робіт [11].

Таблиця 1.3 – Вимоги до інформації для системи контролінгу промислового підприємства

Вимоги	Опис
Своєчасність	Терміни введення інформації повинні забезпечувати можливість її використання при схваленні рішення
Суттєвість	Інформація повинна впливати на вибір варіанту рішення з врахуванням ступеня його впливу на підприємство
Прозорість	Процес одержання інформації повинен бути прозорий для контролерів, менеджменту й акціонерів
Зручність використання	Результати аналізу інформації повинні бути зручними для використання і не спричиняти опір персоналу змінами

При створенні системи контролінгу промислового підприємства, що

реалізує інноваційні проєкти, витрати на забезпечення зазначених вимог до інформації будуть зростати пропорційно рівню новизни впроваджуваних у виробництво обладнань і технологій.

Аналіз сутності завдань, що вирішуються у рамках функціонування системи контролінгу [12], дозволяє зробити наступний висновок: стосовно до високотехнологічних промислових підприємств під контролінгом можна розуміти процес підтримки прийняття рішень на всіх етапах управлінського циклу, тобто забезпечення інформаційного і інформційного супроводження управлінської діяльності в умовах невизначеності, викликаною специфікою інноваційної діяльності.

Контролери безпосередньо не схвалюють управлінські рішення, а вирішують завдання їх обґрунтування на основі пошуку і обробки релевантної інформації та обґрунтованого вибору інструментарію прийняття й реалізації рішення. Контролінг не заміняє й не поглинає управлінський процес як такий, а навпаки, є його найважливішим елементом, спрямованим на підвищення ступеня обґрунтованості прийнятих рішень. З певними спрощеннями можна зробити висновок, що під інструментом контролінгу промислового підприємства розуміється інформаційні технології, використання яких дозволяє підвищити ступінь обґрунтованості вибору механізму та/або інструмента безпосередньої реалізації управлінських функцій.

Сказане дозволяє в якості основних елементів системи контролінгу на промисловому підприємстві виділити наступні: організаційна структура контролінгу, що визначає позиціонування контролерів у системі управління підприємством і їх повноваження; набір інструментів аналізу інформації для осіб, що ухвалюють рішення (ОПР) по управлінню підприємством; набір інструментів підтримки прийняття рішень по їх використанню відповідно до поточної й/або прогнозованої ситуації; підсистему забезпечення інформаційного обміну й автоматизованого (в т.ч. інтелектуального) збору й обробки інформації для реалізації функцій контролінгу (див. рисунок 1.3). При виділенні основних елементів системи контролінгу враховувалися результати, представлені в роботах

[11].

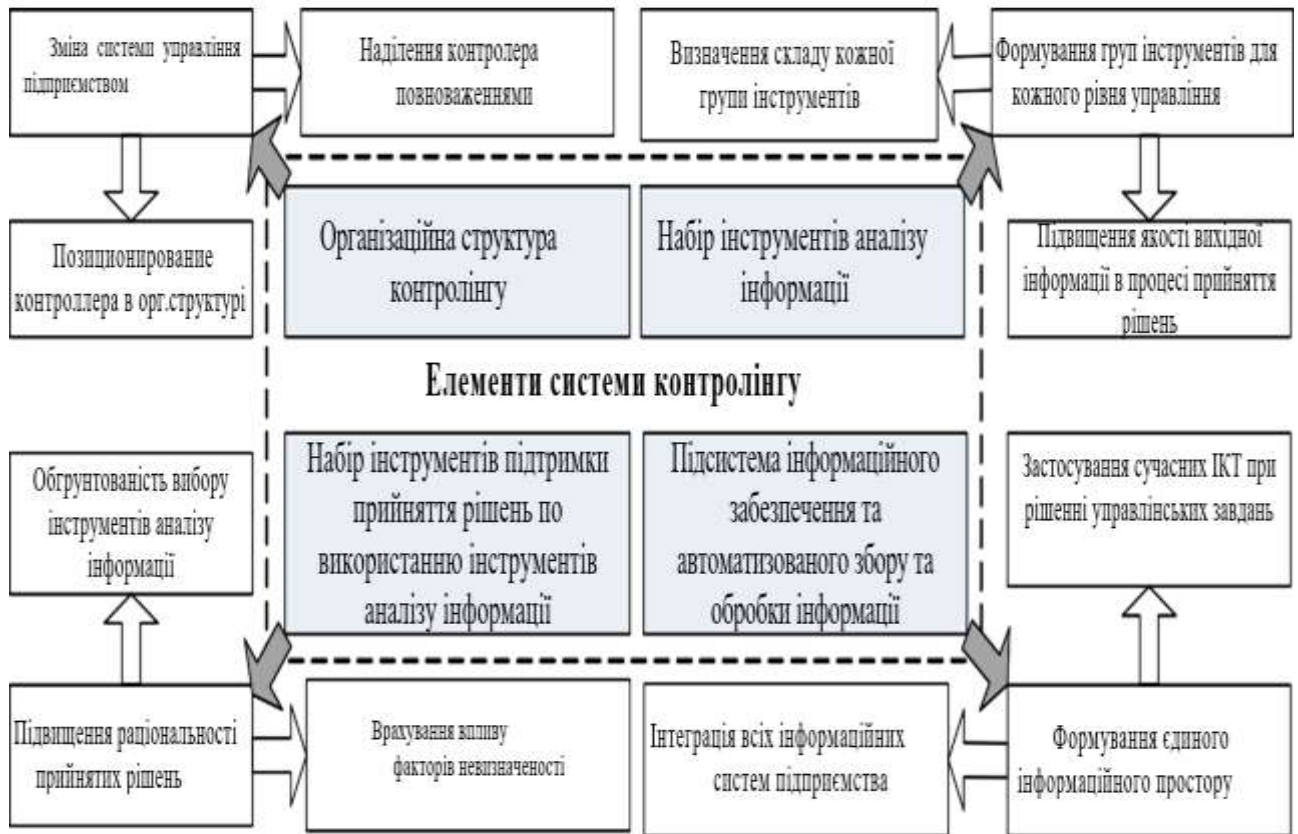


Рисунок 1.3 – Елементи системи контролінгу на підприємстві та їх основні функції

Як видно з рисунка 1.2, кожен з перелічених елементів системи контролінгу бере участь у процесі підтримки прийняття рішень по підвищенню ефективності управління підприємством. Створення першого з елементів передбачає реорганізацію існуючої на підприємстві організаційної структури з метою інтеграції системи контролінгу з визначенням у неї місць контролерів і закріплення за ними відповідних обов'язків і повноважень. В результаті організаційна структура контролінгу повинна бути «вписана» в організаційну структуру підприємства в цілому таким чином, щоб контролери могли здійснювати підтримку прийняття рішень по визначенню складу й розподілу робіт між підрозділами й управлінськими органами, а також формуванню взаємин для реалізації владних повноважень, потоків розпоряджень, а також звітно-управлінської інформації.

На практиці для наукоємних промислових підприємств найбільш характерні

лінійно-функціональна й проєктна організаційні структури. В першому випадку об'єднання певних посад у відділи здійснюється на основі загальних видів діяльності, а в другому – відбувається групування на одному рівні управління, пов'язаному з реалізацією певного проєкту. Як у першому, так і в другому випадку завдання по управлінню підприємством розподілені по структурних підрозділах, які можуть перебувати на різних рівнях ієрархії і не мати прямої взаємодії [12]. Це призводить до того, що необхідна для схвалення конкретного рішення інформація, необхідної якості, може бути відсутньою у відповідному підрозділі в певні моменти часу. Розв'язати цю проблему можна на основі формування організаційної структури контролінгу, яка дозволить скоротити час прийнятих управлінських рішень і підвищити ступінь їх обґрунтованості на основі забезпечення надходження своєчасної і якісної інформації.

Другий елемент системи контролінгу спрямований на формування набору інструментів аналізу інформації для підтримки прийняття управлінських рішень. На практиці на кожному з рівнів управління (стратегічному, функціональному й оперативному) для прийняття рішень аналізується різна за складом й властивостями інформація [13]. Так, наприклад, на стратегічному рівні здійснюється аналіз зовнішнього оточення й прогнозуються його параметри, формуються довгострокові цілі, здійснюється розподіл укрупнених груп ресурсів, їх координація й регулювання, на функціональному – деталізуються встановлені довгострокові цілі, відбувається планування фінансів, персоналу, виробничих потужностей і т.д., а на оперативному – формуються конкретні дії на короткостроковий період (план випуску готової продукції при заданих тимчасових обмеженнях, розрахунок нормативних витрат і т.д.). У зв'язку з цим на стратегічному рівні загалом доцільно застосовувати інструменти, які дозволяють працювати з неповною і часто суперечливою інформацією, а також експертними оцінками; на функціональному – здатні використовувати змішану фактологічну інформацію, а на оперативному –, що забезпечують роботу з великим обсягом поточних даних, в т.ч. в режимі реального часу.

У процесі функціонування на діяльність підприємства суттєвий вплив

можуть проявляти різні фактори зовнішнього й внутрішнього оточення, які можуть призводити до значних відхилень фактичних результатів від цільових [13]. У зв'язку із цим може виникнути необхідність зміни використовуваних методів і методик аналізу інформації й прийняття рішень. Це зумовлює доцільність формування третього елемента системи контролінгу, що реалізує функцію обґрунтованого вибору інструментів або їх груп відповідно до поточної й/або прогнозованої ситуації.

Останнім з елементів системи контролінгу є підсистема інформаційного забезпечення обміну й автоматизованого (в т.ч. інтелектуального) збору й обробки інформації для реалізації функцій підтримки прийняття управлінських рішень. Ця підсистема дозволяє створити на підприємстві єдиний інформаційний простір і забезпечити ОПР актуальними даними, необхідними для вирішення конкретного управлінського завдання.

На рисунку 1.4. відображено місце системи контролінгу в системі управління підприємством в цілому.

Всі елементи розглянутої системи взаємозалежні між собою та орієнтовані на забезпечення підтримки прийняття управлінських рішень менеджерами різного рівня на основі створення науково обґрунтованих рекомендацій. Ці рекомендації розробляються на основі зібраної та обробленої інформації про діяльність підприємства, яка надходить в систему з різних підрозділів і формує єдине інформаційне забезпечення. Крім цього дане інформаційне забезпечення містить в собі відомості про зовнішнє оточення підприємства, що містить в собі значний вплив на його функціонування, яке необхідно враховувати при створенні конкретних управлінських рішень. Набір рекомендацій, генерованих контролерами, може в ряді випадків являти собою набір альтернативних рішень, для кожного з яких наводиться прогнозований ефект, необхідні для реалізації ресурси й супутні ризики.

Сказане дозволяє зробити висновок, що система контролінгу відіграє суттєву роль у системі управління наукоємним промисловим підприємством. Виділення й розвиток зазначених чотирьох підсистем системи контролінгу

дозволяє сформувати інтегровану інформаційно – методичне середовище для підтримки рішень, ухвалених менеджерами різного рівня.

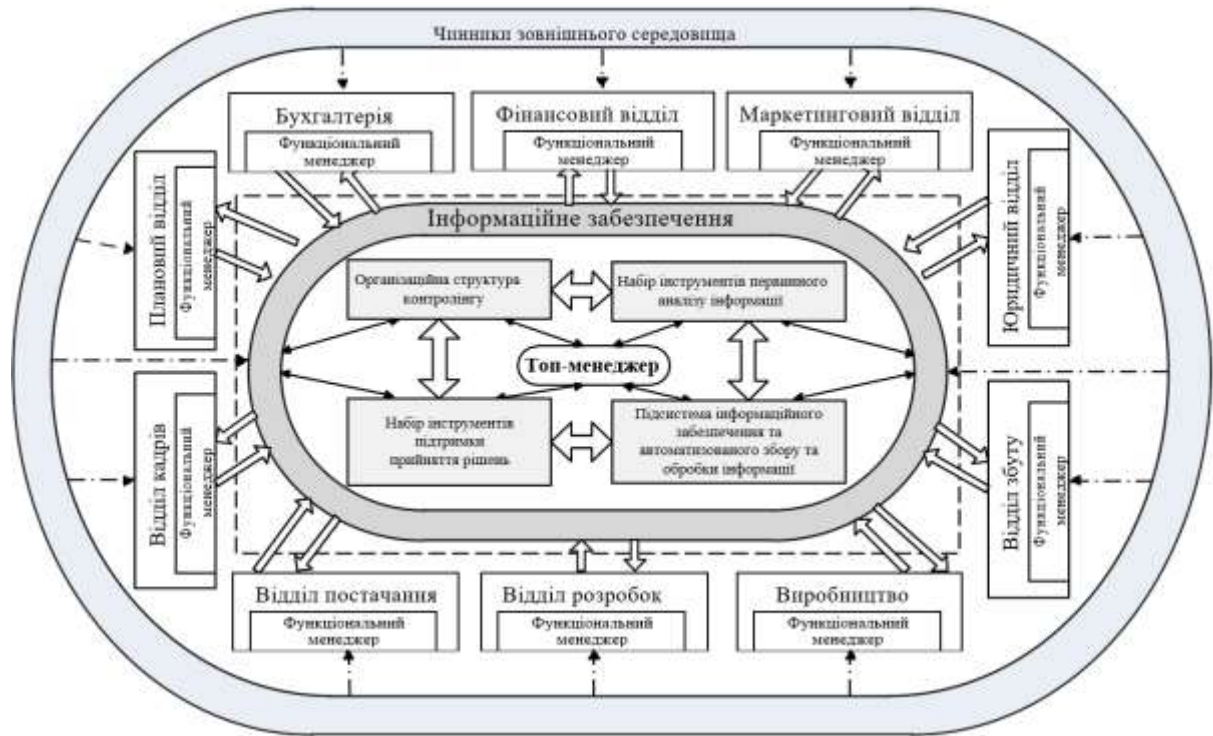


Рисунок 1.4 – Місце системи контролінгу в системі управління промисловим підприємством

1.3 Аналіз інструментів контролінгу проектної діяльності

У наш час розвиток економіки можливий тільки на основі активізації інноваційних процесів. Це призвело, по-перше, до збільшення частки інноваційних проектів у проектній діяльності промисловості, і, по-друге, підвищення ступеню впливу інноваційних процесів на результати функціонування підприємства в цілому [2]. В результаті суттєво зростає кількість і ступінь складності рішень, пов'язаних з інноваціями, на всіх рівнях управління підприємством, що призводить до необхідності обліку даної обставини при формуванні підсистем системи контролінгу.

Основними характеристиками інновацій є: наявність науково-технічної

новизни, а також переваг щодо традиційного продукту; можливість виробничої застосовності, а також сумісність із усталеною технологічною структурою; можливість комерційної реалізації [14]. Інноваційна діяльність орієнтована на розробку й комерціалізацію нових зразків продукції й технологій, включає комплекс різних заходів (наукових, технологічних, організаційних і т.д.) і може бути представлена у вигляді безлічі проєктів. У загальному вигляді інноваційний проєкт включає послідовність основних етапів, поданих на рисунку 1.5.

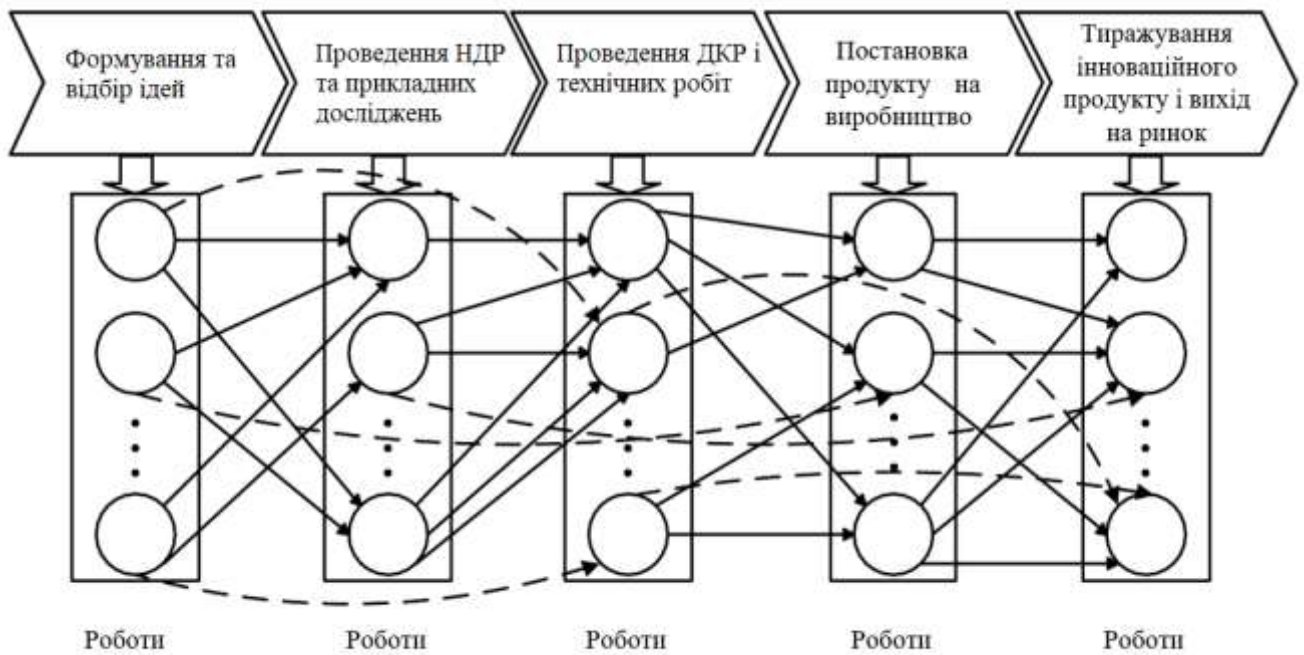


Рисунок 1.5 – Основні етапи реалізації інноваційного проєкту в промисловості

На першому етапі реалізації ІП генеруються та відбираються ідеї, які надалі можуть бути реалізовані у вигляді інноваційного проєкту. Другий етап містить у собі проведення фундаментальних і прикладних досліджень, спрямованих на реалізацію відібраних раніше ідей. Третій етап передбачає проведення дослідно-конструкторських і технічних робіт, в результаті яких створюються аванпроєкти, здійснюється ескізно-технічне проєктування, виготовляється робоча конструкторська документація, проводяться й випробовуються дослідні зразки. На четвертому етапі відбувається запуск нововведення у виробництво, на п'ятому – перехід до масового виробництва опанованого продукту та виведення його на

ринок. Враховуючи складність значної частини ІІ у промисловості, кожен з етапів являє собою безліч взаємозалежних робіт [15]. Слід також зазначити, що кожна попередня робота в загальному випадку впливає на результати наступних робіт і етапів.

Особливості результатів реалізації окремих етапів ІІ повинні бути враховані при формуванні системи контролінгу промислового підприємства. Необхідно враховувати також, що інноваційний проєкт відрізняється високим ступенем невизначеності при прогнозуванні результату, зумовленою технічними, тимчасовими та економічними ризиками. Перший тип ризиків характеризує ймовірність того, що в процесі реалізації зазначеного проєкту не будуть досягнуті техніко-експлуатаційні характеристики результатів етапу ІІ, другий – несвоєчасність виконання етапів проєктів, а третій – можливість перевищення витрат ресурсів у порівнянні із запланованими обсягами [17].

З врахуванням зазначених особливостей ІІ у якості основних принципів контролінгу проєктного управління на основі [18] можна виділити:

- планування можливого ходу виконання етапів проєкту на основі аналізу поточного стану системи;
- концентрацію уваги тільки на ключових параметрах реалізованих проєктів;
- контроль запланованих показників, а також аналіз виникаючих відхилень шляхом порівняння трьох величин: плану, факту і цільових перспектив;
- контроль відповідності правильної постановки цілей і одержуваного результату при виконанні проєкту;
- проведення на кожному з етапів ІІ системної оцінки отриманих результатів;
- корегування цілей, складу ресурсів і інструментів контролінгу при суттєвих змінах зовнішнього й внутрішнього оточення промислового підприємства;
- вибір інструментів оцінювання та аналізу з урахуванням характеристик наявної інформації.

Останній із зазначених принципів визначає наступну структуру інформації, необхідної для прийняття управлінських рішень:

- відомості про ступінь досягнення заданих термінів, витрат і показників ефективності;

- дані про вплив мінливих факторів на показники й ризики етапів реалізованих ІІІ.

Головною функцією контролінгу на оперативному рівні є інформаційно-аналітична й методична підтримка планування, обліку, контролю та аналізу основних показників проектного управління, а також надання консультацій керівництву в процесі прийняття рішень про подальший хід виконання його етапів. У зв'язку із цим можна виділити наступні основні обліково-аналітичні завдання оперативного рівня, характерні для контролінгу проектного управління в сфері інновацій [16]:

- формування необхідних контролінгових звітно-аналітичних форм для уніфікованого процесу збору й обробки інформації про реалізацію кожного етапу ІІІ і вхідних до його складу робіт;

- моніторинг відомостей для форм поточного обліку;

- фіксація планових і спостережуваних значень показників, що характеризують реалізацію кожного етапу ІІІ і вхідних до його складу робіт;

- виявлення й аналіз відхилень спостережуваних значень показників результативності реалізації ІІІ від цільових значень;

- складання прогнозів про подальший процес реалізації проекту;

- формування проміжних звітів;

- створення коригувальних заходів щодо усунення відхилень;

- передавання керівництву звітів;

- проведення проміжної калькуляції продукту або технології, на основі фактично досягнутих параметрів проекту;

- формування остаточного звіту, який відображає загальну оцінку реалізації та результати інноваційного процесу.

Крім цього до завдань даного виду контролінгу також відносяться: процес

опису ризиків; моніторинг реалізації зазначених проєктів; контроль і інформаційна підтримка всіх етапів реалізації проєкту.

Ефективність реалізації функцій контролінгу визначається наявністю необхідного обсягу потрібної для прийняття конкретних управлінських рішень інформації. При виконанні етапів розглянутих проєктів протягом усього їх життєвого циклу кількість і структура оброблюваної інформації, що збирається та, постійно змінюється (див. рисунок 1.6).

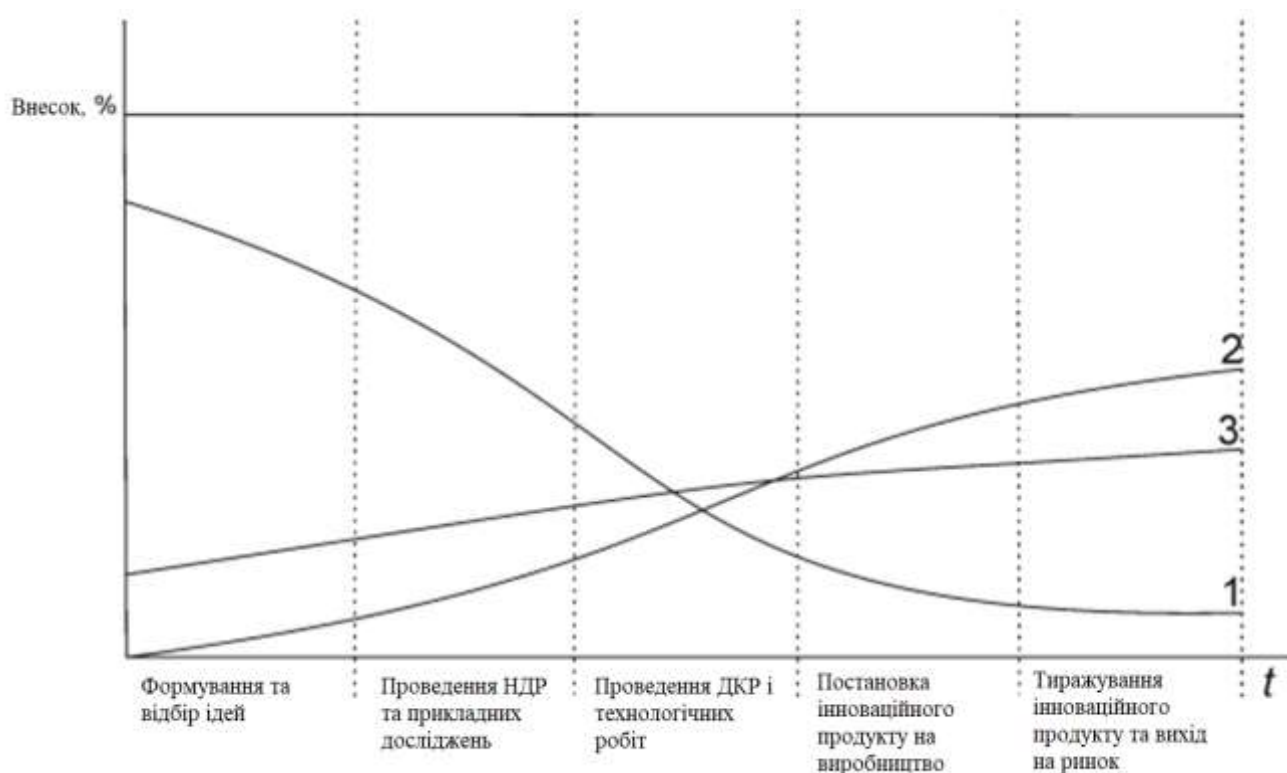


Рисунок 1.6 – Змінення співвідношення різних типів інформації для прийняття рішень на різних етапах ЖЦ ІІ: 1- експертна інформація; 2 –спостережувана інформація про хід реалізації ІІ; 3- статистична інформація про зовнішнє й внутрішнє оточення підприємства

Можна виділити три види інформації, використовуваної для підтримки прийняття рішень по реалізації проєктів, пов'язаних з розробкою й комерціалізацією інновацій: експертну, статистичну й спостережувану. Перший тип переважає на початкових етапах виконання зазначених проєктів, коли практично відсутні достовірні ретроспективні відомості про хід реалізації проєкту (спостережувана інформація), а статистична інформація (інформація про зовнішнє

й внутрішнє оточення, в т.ч. кон'юнктура ринку) у вигляді інформації про аналоги представлена в малому обсязі, якого недостатньо для прийняття раціональних рішень. У зв'язку із цим дані стадії характеризуються високим ступенем невизначеності й припускають використання в основному експертної інформації. В цьому випадку експерти використовують різні прогностичні показники, що відображають можливість виникнення внутрішніх і зовнішніх подій, які вплинуть на виконання проєкту, і відсівають ідеї, які в майбутньому, на їхню думку, не дадуть необхідного результату.

При переході до реалізації наступних етапів ІІІ відбувається накопичення спостережуваної інформації, у тому числі про фіксовані відхилення результатів. Це дозволяє підвищити ступінь ефективності застосування інструментів управлінського обліку та контролю. Також відбувається накопичення статистики, що дає можливість підвищувати ступінь ймовірності прогнозованих оцінок на основі використання, наприклад, нейромережевих інструментів та інструментів кореляційно-регресійного аналізу. Зміна структури й обсягу інформації, що накопичується, про стан зовнішнього й внутрішнього оточення промислового підприємства, а також результати реалізації ІІІ, визначає необхідність внесення на кожному етапі проєкту змін у використовуваний набір інструментів контролінгу, в першу чергу пов'язаних з аналізом даних.

Зв'язок контролінгу проєктного управління з функціональними галузями промислового підприємства показано на рисунку 1.7. Кожен проєкт має певну сукупність характеристик, які відображають його загальні й специфічні особливості, що проявляють безпосередній вплив на його виконання. У зв'язку із цим для підвищення ступеня обґрунтованості управлінських рішень використовуються різні інструменти контролінгу, які дозволяють враховувати їхній вплив. Як видно з рисунку 1.6, по кожному етапу ІІІ збирається інформація про ефективність його виконання й ступені досягнення планових показників. Аналіз і обробка даної інформації здійснюється з використанням інструментів контролінгу. Надалі залежно від одержуваної інформації з кожної з функціональних галузей менеджменту формується набір керуючих впливів. Із

цього впливає, що інструменти контролінгу спрямовані в основній мірі на добір і обґрунтування інструментів, що використовуються в підприємстві, аналізу, плануванні та управлінні різними рівнями

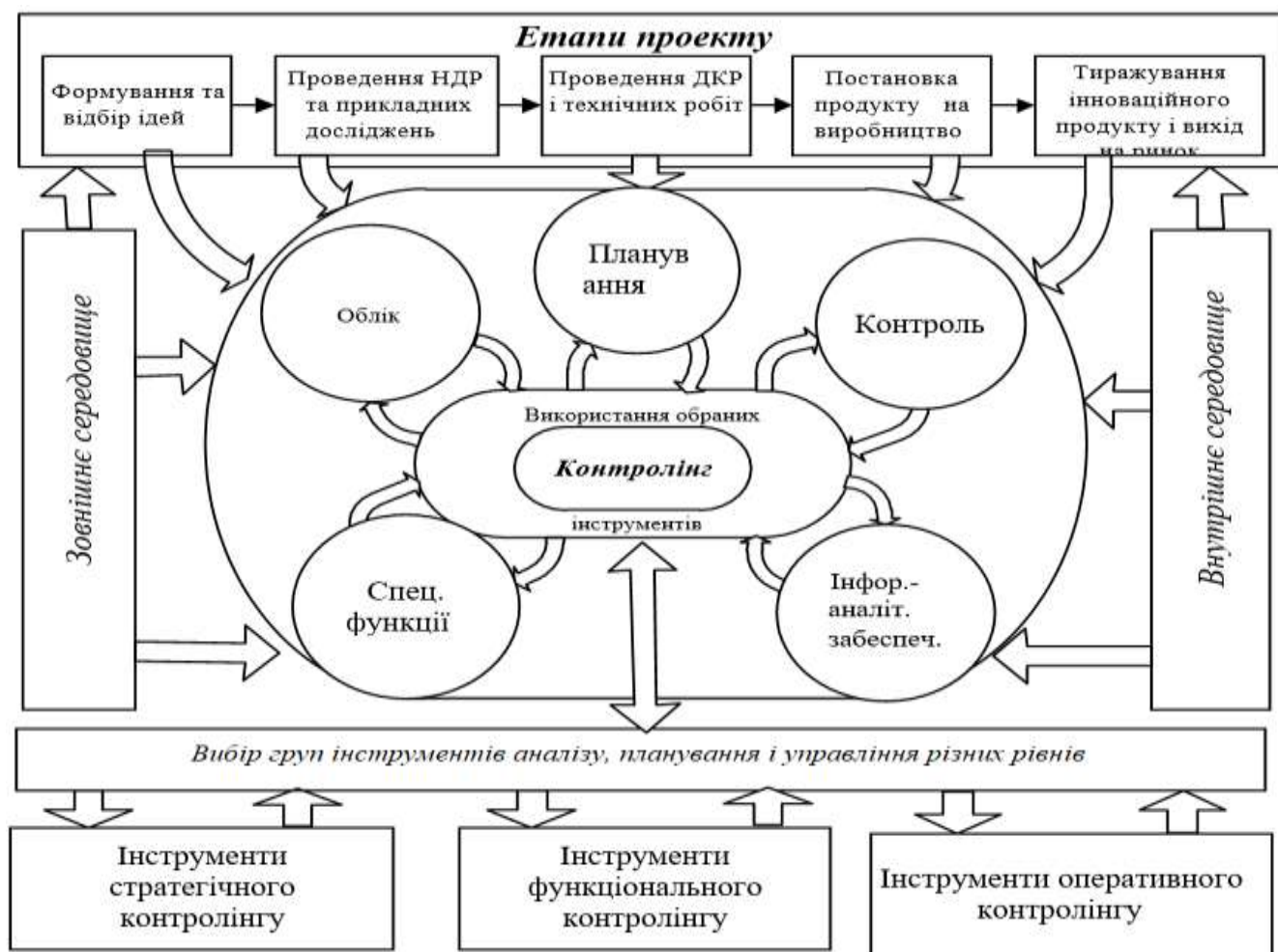


Рисунок 1.7 – Зв'язок контролінгу проектного управління в промисловості з функціональними галузями підприємства

1.4 Обґрунтування цілей дослідження

Всі використовувані в контролінгу проектного управління програмні інструменти можна розбити на групи по трьом рівням: стратегічному, функціональному й оперативному. Вибір конкретних наборів по кожній групі на етапах планування визначається залежно від прогнозованого ступеня впливу

зовнішніх і внутрішніх факторів на проєкт.

У процесі його реалізації здійснюється їх корегування залежно від показників результатів етапів проєкту. У зв'язку із цим можна виділити чотири варіанти рекомендацій, сформульованих контролерами, залежно від результативності конкретного етапу:

– при відсутності відхилень результатів, тобто етап виконаний відповідно до заданих значень показників, рекомендується залишити використовуваний набір інструментів незмінним;

– у випадку наявності незначних відхилень результатів, змінюються параметри використовуваних інструментів (наприклад, додаються додаткові учасники в «кола якості», коригується склад експертних груп, зміна ступеня значимості груп комплектуючих при проведенні *ABC*-аналізу і т.ін.);

– при виникненні суттєвих відхилень модифікується набір інструментів, тобто з нього виключаються неефективні й додаються нові (без зміни набору груп);

– відхилення, які можуть бути оцінені як критичні, тобто реалізації, що призводять до зриву термінів, проєкту й/або неможливості забезпечення необхідних техніко-економічних характеристик інноваційної продукції, визначають необхідність зміни набору групи інструментів управління (наприклад, моделей стратегічного планування й середньострокового планування; методів управління запасами; систем мотивації персоналу підприємства і т.ін.).

Головна функція контролінгу проєктного управління реалізується в умовах з високим ступенем невизначеності й при наявності мінливих під час реалізації ІІІ обсягів інформації різного типу. У зв'язку з цим виникає необхідність розробки нових і модифікації існуючих ефективних інструментів контролінгу, що дозволяють враховувати специфіку проєктної діяльності, як з погляду інформаційних аспектів підтримки управлінських процесів, так і можливості адаптації використовуваного інструментарію до змін зовнішнього й внутрішнього оточення промислового підприємства.

2 ОПИС ПРОВЕДЕНИХ ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Аналіз алгоритмічного забезпечення контролінгу проєктної діяльності

Підсистеми системи контролінгу проєктної діяльності промислового підприємства припускають формування й використання двох основних груп інструментів: первинного аналізу інформації й безпосередньо підтримки прийняття управлінських рішень. Стосовно до підтримки прийняття рішень з управління інноваційним проєктом вказані інструменти повинні забезпечувати прогноз зовнішнього й внутрішнього оточення підприємства; складання графіку робіт з реалізації проєкту; аналіз поточного стану підприємства та процесу виконання етапів проєкту з метою виявлення негативних факторів і мінімізації їх впливу, в т.ч. на основі адаптації організаційної структури контролінгу й/або повноважень контролерів.

У зазначеній постановці процес управління інноваційним проєктом розбивається на кілька послідовних етапів, описаних раніше. На виконання кожного з них витрачається певна кількість різноманітних ресурсів, при цьому для прийняття конкретних рішень необхідно мати достатній обсяг відповідної інформації, збір, зберігання, обробка й передача якої здійснюється за допомогою різних інструментів і методів [17]. В загальному вигляді всі методи дослідження, використовувані в контролінгу, можна поділити на загальнометодологічні, загальнонаукові й специфічні. Перша група складається з методів, які застосовуються в будь-якій сфері практичної діяльності. До таких методів відносяться, наприклад, аналіз і синтез, спостереження, порівняння і т.ін. Друга група містить у собі методи й інструменти дослідження окремих систем (облік, аналіз, управління, планування і т.ін.). Третя група заснована на методах аналізу безпосередньо проєктної діяльності промислового підприємства. Очевидно, що на кожному етапі реалізації проєкту може одночасно використовуватися методи із трьох зазначених груп.

Серед інструментів, застосовуваних в контролінгу проєктної діяльності,

умовно можна виділити організаційно-економічні й економіко-математичні інструменти.

Математичні методи й інструменти, які можна застосувати в контролінгу проєктної діяльності на промислових підприємствах, поділяються на ряд класів (див. рисунок 2.1) [19].

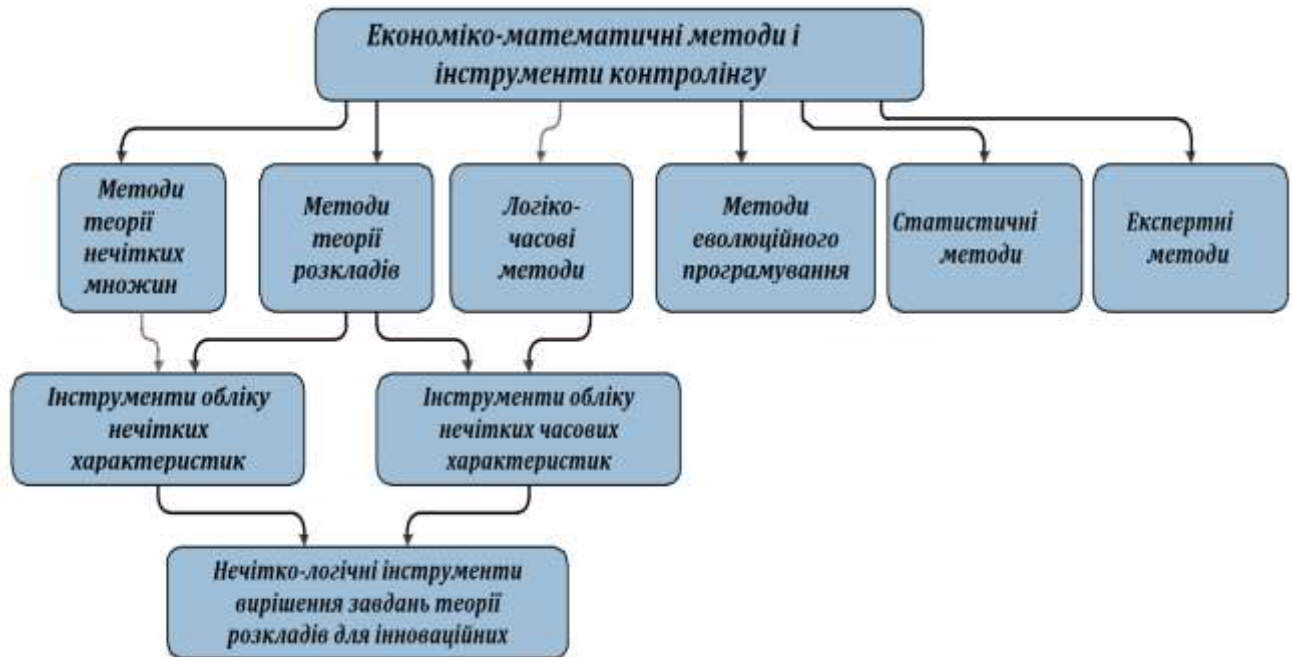


Рисунок 2.1 – Основні економіко-математичні методи й інструменти контролінгу при управлінні проєктами

В результаті проведеного дослідження минулих років визначені основні рішення, які ухвалюються на кожному з етапів проєкту, і математичні методи й інструменти, які доцільно використовувати в рамках процедур контролінгу [20].

Основним завданням оптимізації проєкту прийнято вважати побудову оптимального розкладу виконання робіт проєкту, що дозволить оптимізувати певну цільову функцію (RCPSP – resource-constrained project scheduling problem), у якості якої звичайно розглядають мінімізацію часу виконання проєкту [3].

Алгоритми вирішення завдання RCPSP використовуються в багатьох програмних продуктах по управлінню проєктами, наприклад, Spyder Project, Primavera, Microsoft Project і т.д. [21].

З урахуванням важливості завдання побудови науково обґрунтованого

графіку робіт на кожному з етапів реалізації ІІ інструменти, використовувані для її вирішення, далі будуть розглянуті більш докладно.

Постановка завдання складання графіку робіт зводиться до наступного [23]: на кожному i -му етапі ІІ є безліч робіт $W = \{W_{i1}, \dots, W_{ij}\}$ і R ресурсів, які можуть бути використані. В певний момент часу доступно R_l одиниць виробничого ресурсу l (переважно, устаткування й персонал). Позначені тривалості часу виконання робіт t_{ij} для кожної роботи W_{ij} ($i=1, \dots, I; j=1, \dots, J$).

У процесі виконання роботи W_{ij} використовується $r_{ij}^l \leq R_l$ одиниць ресурсу l .

Після виконання роботи виробничі ресурси звільнюються й можуть бути відразу в повному обсязі використовуватися для реалізації іншої роботи;

- між деякими роботами є певні обмеження передування $W_{ij} \rightarrow W_{ij+1}$, у зв'язку з якими робота W_{ij+1} не може початися раніше, ніж виконається W_{ij} ;
- в початковий момент часу $t_b = 0_{ij}$ переривання робіт виключені;

Потрібно визначити початкові моменти часу виконання кожної з робіт W_{ij} таким чином, щоб час виконання самого проєкту був мінімальним, тобто:

$$T_{max} \rightarrow \min .$$

Під час складання графіку робіт існують два основні обмеження:

- у будь-який момент часу $t \in [0, T_{max})$ повинна виконуватись умова:

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \rho_{ij} \lambda_{ij} \varphi_{ij}(t) \leq R_l,$$

де $\varphi_{ij}(t) = 1$, якщо в момент часу t виконується робота W_{ij} , а якщо ні, то $\varphi_{ij}(t) = 0$.

Відповідно до цього роботи в процесі свого виконання повинні бути повністю забезпечені необхідними ресурсами;

- відсутність порушень передування, тобто коли $t_{ij}^b + t_{ij} \leq t_{ij+1}^b$ для випадку, $W_{ij} \rightarrow W_{ij+1}$ при $\{W_{ij}, W_{ij+1}\} \in N$.

У цей час існує досить велика кількість різних методів для проєктування часових параметрів проєкту, серед яких найбільш простим є метод критичного шляху (Critical Path Method – СРМ) [23]. За його допомогою можна побудувати

модель інноваційного процесу у вигляді мережі передування. Головним обмеженням у цьому випадку є необхідність визначення тривалості робіт, оцінки яких для розглянутих проєктів не завжди заздалегідь відомі й можуть уточнюватись в ході виконання проєкту.

Іншим поширеним методом вирішення цього завдання є метод оцінки й перегляду планів (Program Evaluation and Review Technique – PERT). Він заснований на формуванні трьох оцінок тривалості: оптимістичної, песимістичної й найбільш ймовірної, які слугують для знаходження загальної інтегральної оцінки. В результаті замість однієї оцінки тривалості реалізації проєкту даний метод дозволяє отримати нормальний розподіл її ймовірності [186].

Врахувати варіативність структури проєкту дозволяє метод Graphical Evaluation and Review Technique (GERT) [24], при «застосуванні якого в логіко-часову модель вводяться точки розгалуження, що характеризуються імовірнісними оцінками кожної з альтернатив».

Також для моделювання часових аспектів реалізації етапів ІІ можуть використовуватися моделі з темпоральною логікою, в окремому випадку логікою Алена, яка дозволяє частково сполучати етапи проєкту при виконанні необхідних умов. На практиці досить часто при плануванні ресурсів для реалізації ІІ використовують методи й алгоритми точного вирішення Np -повних завдань. Найпоширенішим з них є метод скороченого перебору (областей і меж), який здійснюється за допомогою знаходження нижньої оцінки цільової функції (у випадку мінімізації) і застосуванні комбінаторних властивостей завдань [23].

Іншим популярним способом вирішення подібного роду завдань є алгоритм диспетчеризації (LS). Він складається з наступної послідовності кроків:

- формується безліч робіт, які не мають попередників;
- визначається час завершення останньої роботи;
- планується ресурс, необхідний для виконання роботи;
- перевіряється достатність наявного у вільному доступі об'єму даного ресурсу: при його наявності робота виконується, а якщо ні, то очікується момент часу, коли ресурс стане доступним;

- збільшення тривалості реалізації проєкту на значення показника тривалості розглянутої роботи;
- після завершення ця робота виключається з множини «невиконаних робіт».

В множину додаються усі її послідовники, для яких усі попередники вже визначені:

- виконання даної послідовності доти, поки не будуть розглянуті усі роботи.

2.2 Застосування методів математичного програмування

Даний підхід до рішення завдання RCPSP застосовуваний для складання графіка нескладних проєктів. Однак його використання не дозволяє знайти оптимальне вирішення – проводиться вибір одного варіанту з безлічі можливих рішень, для якого тривалість виконання проєкту або його етапу не у всіх випадках буде мінімальною. Для усунення даного недоліку застосовуються більш складні модифікації даного методу, а також уточнення розв'язуваного завдання з урахуванням особливостей конкретної предметної галузі [25].

Досить часто для доповнення базових алгоритмів диспетчеризації стосовно до складних ІІ у промисловості звертаються до методів математичного програмування, серед яких одним з найпоширеніших є метод цілочисельного лінійного програмування [25]. Останнім часом також широке розповсюдження отримали методи програмування при обмеженнях (Constraint Programming).

У зв'язку з тим, що в процесі управління інноваційними проєктами доводиться працювати з погано формалізованою інформацією, для вирішення завдань типу RCPSP разом із традиційними методами аналізу інформації використовуються інструменти інтелектуального аналізу даних [15]. До таких інструментів можна віднести, наприклад, алгоритми мурашиних колоній, а також

процедури побудови й використання нечітких продукційних моделей і нечіткого логічного висновку. Прикладом є метаевристичний алгоритм вирішення, заснований на спільному використанні алгоритму диспетчеризації LS та методі мурашиних колоній, що передбачає проведення послідовного наближення розподілу робіт у рамках ПП до оптимального рішення [66]. Даний алгоритм є ітераційним, у якому кожна ітерація – це моделювання запуску однієї мурахи, що шукає їжу за допомогою міток своїх попередників. Кожна мураха реалізує алгоритм диспетчеризації LS і визначає роботи $j \in EL$ на основі значень наступних параметрів:

– n_{jp} – евристична інформація, що характеризує ступінь ефективності від постановки на місце p роботи j у перестановці (j_1, j_2, \dots, j_p) . Цей параметр можна розрахувати, наприклад, використовуючи метод CPM :

$$-n_{jp} = e_j - b_j, j = 1, \dots, J,$$

де b_j, e_j – початок і кінець виконання j -ї роботи;

– τ_{jp} – «слід» – накопичена статистична інформація про якість зробленого вибору для позиції p при визначенні на неї роботи j .

Перший параметр розраховується один раз перед запуском першої ітерації. Далі на кожному етапі визначається матриця переходів вигляду:

$$\rho_{jp} = \begin{cases} \frac{[\tau_{jp}]^\alpha [\eta_{jp}]^\beta}{\sum_{h \in EL} [\tau_{hp}]^\alpha [\eta_{hp}]^\beta}, & j \in EL \\ \Phi, & j \notin EL \end{cases}.$$

Вибір на позицію p конкретної роботи j здійснюється відповідно до правила:

$$\begin{cases} \hat{j} = \arg \max_{h \in EL} [\tau_{hp}]^\alpha [\eta_{hp}]^\beta & \text{при } q < q_0 \\ \hat{j} = X & \text{при } q \geq q_0 \end{cases},$$

де $0 \leq q_0 \leq 1$ – це параметр алгоритму, у якому q на кожному етапі вибирається випадково, X – випадкова множина, обумовлена згідно з розподіленням ймовірностей ρ_{jp} , що характеризують вибір на позицію p конкретної роботи j .

Після визначення місця p для роботи j відбувається перерахування

локального сліду:

$$\tau_{jp} = \tau_{jp} (1 - \rho) + \rho \tau_0$$

У цьому випадку τ_0 , $\rho \in [0,1]$ є параметрами алгоритму, які задаються користувачем. Після завершення кожної ітерації відбувається корегування глобального сліду:

– для випадку, коли у варіанті перестановок на місці p стоїть робота j :

$$\tau_{jp} = \tau_{jp}(1 - \rho) + \rho / T^* i \max .$$

– а якщо ні, то:

$$\tau_{jp} = \tau_{jp} (1 - \rho),$$

де $T^* i \max$ – тривалість i -го етапу для кращого знайденого розкладу.

У той же час застосування алгоритмів мурашиних колоній при управлінні складними ІІ ускладнено внаслідок складного характеру взаємного впливу результатів етапів і робіт один на одного, а також можливих змін ступеню впливу факторів зовнішнього й внутрішнього середовища на техніко – економічні, часові й ресурсні характеристики зазначених робіт.

У сучасних умовах проєктна діяльність наукоємних промислових підприємств з'єднана із зростанням впливу факторів невизначеності. Це зумовлено великою тривалістю таких проєктів, значною кількістю учасників, суттєвим впливом попередніх етапів проєкту на наступні етапи, можливими змінами вимог замовників, відсутністю достатньої кількості інформації, її слабкою формалізацією і т.д. В результаті в рамках проєктного контролінгу часто використовуються різні модифікації алгоритмів вирішення класичного завдання RCPSP, наприклад, з урахуванням нечітких працезатрат при виконанні робіт.

В цьому випадку завдання RCPSP представляється у вигляді завдання нелінійного програмування з нечіткими параметрами:

$$T_{i \max} = \min \{ \max_{ij} \{ tb_{ij} + t_{ij} \mid i = 1, \dots, I; j = 1, \dots, J \} \},$$

$$tb_{ij \square 1} \geq tb_{ij} + t_{ij}, \quad \forall (j, j+1) \in \Omega_{ij}$$

$$\sum_{t \square aij} r_{ij}^l \leq R_l,$$

$$t_{ij} = q_{ij} / r_{ij}, \quad i = 1, \dots, I; j = 1, \dots, J,$$

де a_{ij} – індекси робіт, які були виконані на інтервалі $[t-1, t]$;

q_{ij} – нечіткі працезатрати для виконання j -ї роботи на i -му етапі.

У процесі вирішення це завдання зводять до виділення двох α інтервалів, для яких:

$$T_{i \max} = \min \{ \max_{ij} \{ tb(\alpha)_{ij} + t(\alpha)_{ij} \mid i = 1, \dots, I; j = 1, \dots, J \} \},$$

$$tb(\alpha)_{ij \square 1} \geq tb(\alpha)_{ij} + t(\alpha)_{ij}, \quad \forall (j, j \square 1) \in \Omega_{ij}$$

$$\sum_{t \square aij(\alpha)} r_{ij}^l(\alpha) \leq R_l,$$

$$t_{ji}(\alpha) = q_{ij}(\alpha) / r_{ij}(\alpha), \quad i = 1, \dots, I; j = 1, \dots, J,$$

де $\alpha \in \{0, 1\}$.

В результаті, завдання вирішується методами цілочисельного математичного програмування із чіткими параметрами.

Недоліком цього підходу є, як і в попередньому випадку, необхідність обліку й змінення в ході реалізації складного проєкту впливу факторів зовнішнього й внутрішнього середовища.

Для усунення даного недоліку в роботах [26] при аналізі складеного графіку реалізації ІІІ запропоновано оцінювати ступінь досяжності проміжних і кінцевих цілей проєкту. При вирішенні зазначеного завдання враховується залежність значень показників поточного етапу від результатів, отриманих на попередніх етапах, і високий ступінь невизначеності умов реалізації проєкту, що виражається у появі різноманітних зовнішніх і внутрішніх подій, що виявляють безпосередній вплив на процес його виконання.

Облік залежності початку виконання етапу і його тривалості від результатів, отриманих на попередньому етапі, а також облік впливу зовнішніх і внутрішніх подій на хід виконання проєкту здійснюється на основі аналізу структурної моделі проєкту у вигляді кортежу:

$$M \langle S, Res, X, K, E, A \rangle,$$

у якому S – множина етапів (станів), Res – множина задіяних в ІІ ресурсів, X – множина параметрів, які характеризують результати ІІ, K – множина показників діяльності промислового підприємства, E – множина подій, A – множина цілей [14].

Формалізоване уявлення функції переходу між станами описується функцією:

$$P = \varphi(K_i, K_{i,i+1} Res_{i,i+1}),$$

де K_i – множина показників результативності етапу S_i , $K Res_{i,i+1}$ – множина показників ресурсів, $Res_{i,i+1}$ – безліч вхідних в S_{i+1} ресурсів.

Стан кожного з етапів ІІ представляється як:

$$S_i \langle K_i, Res_{i,i}, Res_{out,i}, f_i \rangle,$$

де $Res_{out,i}$ – множина вихідних з S_i ресурсів, f_i – функція перетворення ресурсів на етапі S_i .

Множина подій, що впливають на проєкт, і модель взаємозв'язку між ними в даній роботі представляються як:

$$E = \bigcup_{i=1..n} (E_i \cup E_i^*),$$

$$GE = \langle E, EC, ER \rangle,$$

де E – множина усіх подій,

E_i – множина внутрішніх подій ІІ,

E_i^* – множина зовнішніх подій,

EC – множина зв'язків між подіями,

ER – множина логічних операторів у зв'язках.

Ілюстрація взаємозв'язку етапів проєкту з подіями при реалізації

розглянутого підходу представлено на рисунку 2.2.

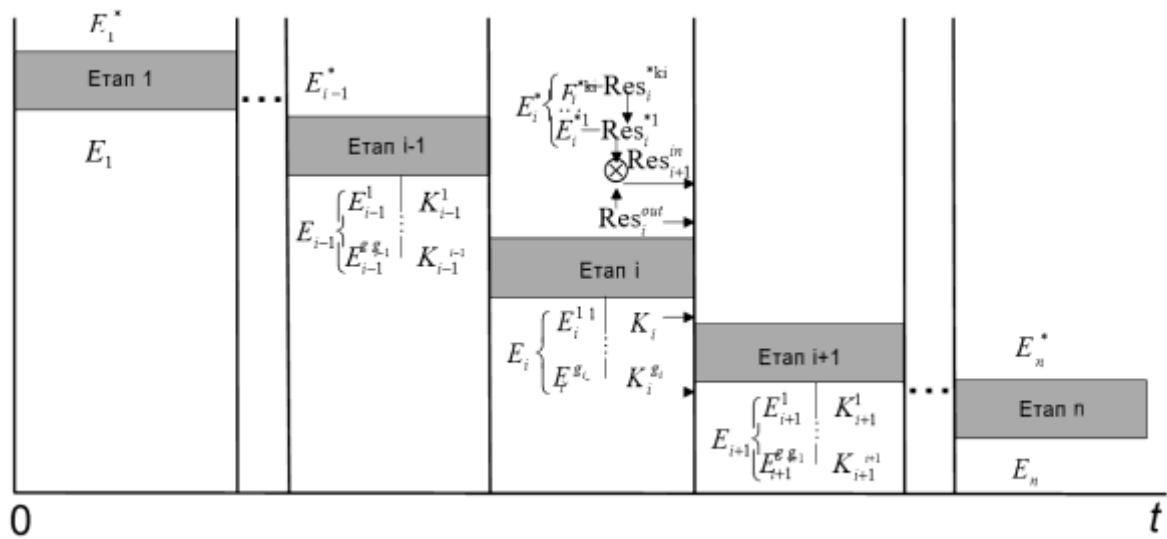


Рисунок 2.2 – Взаємозв'язок етапів ІІ з подіями

Події мають багаторівневу структуру, яка характеризується:

- «відсутністю логіко-часових зв'язків між окремими подіями – взаємозв'язок подій існує тільки між етапами;
- події попереднього етапу є передумовами подій, що перебувають на наступних етапах;
- події етапу ($i-1$) можуть бути передумовами тільки подій етапу i ;
- зовнішні події не мають передумов і є передумовами внутрішніх подій наступного етапу».

Взаємозв'язок між цілями проекту надається моделлю:

$$GA = \langle \{ A_i (K_i, [T_i \min, T_i \max]) \}, J \rangle,$$

де A_i – множина цілей ІІ,

K_i – множина показників цілей і ступені їх досягнення,

$T_i \min, T_i \max$ – інтервальна оцінка планованого терміну досягнення цілі,

J – множина логіко-часових взаємозв'язків між цілями.

Це надає можливість побудови графа переходів між наступними етапами ІІ:

- нульовий етап – очікування заявки на розробку й виготовлення

інноваційної продукції;

- перший етап – розглядання заявки, яка зроблена;
- другий етап – очікування замовлення;
- третій етап – розробка концепції продукції;
- четвертий етап – проведення науково-дослідної роботи;
- п'ятий етап – виконання конструкторських робіт;
- шостий етап – налагодження виробництва й календарне планування.

Графічне представлення даних етапів і переходів між ними наведено на рисунку 2.3. «Розрахунок показників досяжності будується на базі проєкції комплексної моделі у вигляді графу цілей GA . Оцінка значення досяжності цілі в заданий момент часу в роботі визначається за допомогою згортки:

$$V_t = \bigotimes_{i=0, \dots, n} (\alpha_i, \bigotimes_{g=1, \dots, g_i} (\alpha_i^g, V_{i,t}^g)) ,$$

де \otimes – символ, що позначає параметричну згортку на множині показників досяжності,

α_i – значимість цілей, g – імовірність досягнення цілей».

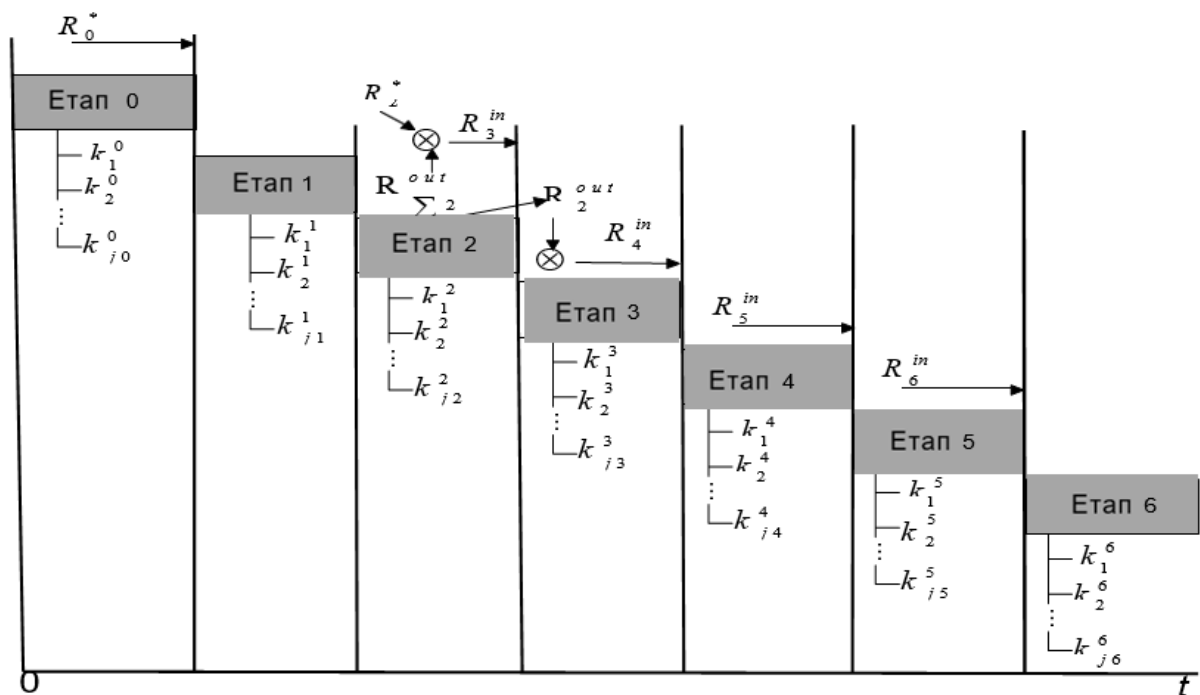


Рисунок 2.3 – Графічне представлення етапів інноваційного процесу й переходів між ними

Вказаний методичний апарат дозволяє при реалізації контролерами функції підтримки прийняття рішень по складанню та раціоналізації графіку виконання ІІ деякою мірою враховувати окремі особливості зазначених проєктів, пов'язані з обліком невизначеності й впливом зовнішніх і внутрішніх подій, а також залежність виконання наступних етапів від результативності попередніх. У той же час пропонувані інструменти дозволяють оцінити тільки можливість (у термінології автора – «ступінь впевненості») досягнення цілей проєкту, що ускладнює їхнє застосування для вирішення завдань диспетчеризації. Також необхідність виконання умови відсутності логіко-часових зв'язків між окремими подіями – взаємозв'язок подій існує тільки між етапами – обмежує сферу використання наведеного вище апарату тільки плануванням робіт для одного етапу ІІ (розглядається етап організації виробництва продукції).

В результаті проведеного аналізу описаних та інших методів і алгоритмів, застосовуваних при вирішенні завдання RCPSP , можна зробити висновок про необхідність розвитку методичного інструментарію підтримки прийняття рішень по управлінню складними ІІ в промисловості, реалізованого в рамках функціонування системи контролінгу.

2.3 Аналіз функціоналу ІС при виконанні контролінгу

Вказаний висновок також підтверджується дослідженням функціоналу запропонованих на ринку комп'ютерних інформаційних систем (ІС), які можуть використовуватися для вирішення завдань проєктного контролінгу в цілому й диспетчеризації робіт зокрема [25]. Так у цей час у зв'язку з активним розвитком і впровадженням сучасних інформаційних технологій в різні сфери діяльності підприємств на ринку пропонуються програмні продукти, призначені для автоматизації окремих функцій контролінгу. Звичайно програмне забезпечення функцій контролінгу презентовано у вигляді окремих модулів корпоративно-

інформаційної системи управління промисловим підприємством. Окрім корпоративних ІС для вирішення завдань проєктного контролінгу також можуть застосовуватись різні математичні пакети й інші спеціалізовані програмні продукти, які дозволяють поліпшити процеси витягування й обробки інформації для підтримки прийняття управлінських рішень. Це дозволяє умовно виділити три основні напрямки автоматизації функцій системи проєктного контролінгу на промисловому підприємстві: створення загально-корпоративних, функціонально-орієнтованих і спеціалізованих систем.

У таблиці 2.1 наведено приклади інформаційних систем кожного типу й математичні методи, які в них використовуються для вирішення завдань контролінгу при управлінні проєктами на промислових наукоємних підприємствах [25].

Таблиця 2.1 – Інформаційні системи, застосовувані при вирішенні завдань контролінгу інноваційних процесів у промисловості

Клас ІС	Приклади ІС	Використовувані математичні методи
Загально-корпоративні	ERP Управління Підприємством 2.0; SAP 3	Кореляційно-Регресійний аналіз, діаграма Ганта, метод критичного шляху, Баєсові мережі, прогнозуючий граф
Функціонально-орієнтовані	ИНТАЛЕВ: Корпоративний контролінг; БЕСТ- 5. Контролінг.	Кореляційно-Регресійний аналіз, нейромережеві методи, діаграма Ганта, метод критичного шляху, Баєсові мережі, прогнозуючий граф, дерева рішень
Спеціалізовані	SPSS; Аналітика SAS; Statistica 6.0; Statistica Neural Networks; Matlab; Mathcad; Polyanalyst.	Кореляційно-Регресійний аналіз, дисперсійний аналіз, факторний аналіз, нейромережеві методи, генетичні алгоритми, методи нечіткої логіки, еволюційне моделювання, Баєсові мережі, кластерний аналіз

Аналіз можливостей наведених у таблиці 1.5 інформаційних систем і програмних пакетів демонструє, що вони окремо не дозволяють автоматизувати процедури вирішення завдань проєктного контролінгу, що визначає доцільність

розробки (можливо, на основі даних ІС) нових програмних інструментів, що дозволяють врахувати вплив факторів невизначеності на результати реалізації складного інноваційного проєкту в цілому і його окремих етапів.

Також можна зробити висновок, що функціонально орієнтовані системи контролінгу практично не підтримують такі найважливіші його функції, як формування набору інструментів управління ІІ і його адаптація до мінливих зовнішніх і внутрішніх факторів, що свідчить про необхідність при розробці подібних програмних продуктів враховувати наявність показаних на рисунку 1.3 підсистем контролінгу проєктної діяльності в промисловості.

Проведений аналіз розв'язуваних завдань у рамках функціонування системи контролінгу та сучасних публікацій з питань контролінгу в промисловості дав змогу зробити висновок, що стосовно до високотехнологічних промислових підприємств під контролінгом можна розуміти процес підтримки прийняття рішень на всіх етапах управлінського циклу, тобто процес забезпечення інформаційного й методико-інструментального супроводження управлінської діяльності в умовах невизначеності, викликаною специфікою інноваційної діяльності. В результаті під інструментом контролінгу промислового підприємства розуміється інструмент, використання якого дозволяє підвищити ступінь обґрунтованості вибору механізму й/або інструменту безпосередньої реалізації управлінських функцій.

Визначення ролі й місця системи контролінгу в системах управління промисловим підприємством надало можливість виокремити її основні елементи: організаційна структура контролінгу, що визначає позиціонування контролерів у системі управління підприємством і їх повноваження; набір інструментів аналізу інформації для осіб, що ухвалюють рішення по управлінню підприємством; набір інструментів підтримки прийняття рішень по їх використанню відповідно до поточної й/або прогнозованої ситуації; підсистему забезпечення інформаційного обміну й автоматизованого (в т.ч. інтелектуального) збору й обробки інформації для реалізації функцій контролінгу. Доведено, що виділення й розвиток зазначених чотирьох підсистем системи контролінгу дозволяє сформувати

інтегроване інформаційно-методичне середовище для підтримки рішень, прийнятих менеджерами різного рівня.

Аналіз особливостей формування системи контролінгу на інноваційно активних промислових підприємствах надав змогу уточнити набори її функцій та розв'язуваних завдань, сформулювати вимоги до інформації, необхідної для функціонування зазначеної системи, а також умовно розділити інструменти проектного контролінгу на стратегічні, функціональні й оперативні. Доведено, що вибір конкретних наборів по кожній групі на етапах планування визначається залежно від прогнозованого ступеня впливу зовнішніх і внутрішніх факторів на проєкт.

Аналіз інформаційних потоків, пов'язаних з реалізацією ІП, надав можливість виявити тенденції зміни кількості й структури інформації на різних етапах життєвого циклу проєкту, що збирається й оброблюється при функціонуванні системи контролінгу. Це надало можливість виділити групи інструментів підтримки прийняття управлінських рішень, які доцільно застосовувати на зазначених етапах.

З урахуванням тієї обставини, що головна функція контролінгу проектного управління, що полягає в «інформаційно-аналітичній і методичній підтримці управління прийняття рішень» [16], реалізується в умовах з високим ступенем невизначеності й при наявності мінливих в ході реалізації ІП обсягів інформації різного типу, був проведений аналіз сучасних інструментів контролінгу. Результати аналізу існуючих інструментів і комп'ютерних інформаційних систем, які тією чи іншою мірою можуть бути використані при реалізації функцій контролінгу проектної діяльності в промисловості, показали, що існує необхідність у розробці нових інструментів контролінгу, що дозволяють урахувати специфіку проектної діяльності як з погляду інформаційних аспектів підтримки управлінських процесів, так і можливості адаптації використовуваного інструментарію до змін зовнішнього й внутрішнього середовища.

3 АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Узагальнена модель реалізації функцій контролінгу

Проектна діяльність на приладобудівних підприємствах, має ряд особливостей, що ускладнюють прийняття рішень при управлінні проектами. Використовувані в цей час організаційно-економічні й економіко-математичні методи й інструменти реалізації функцій контролінгу не дозволяють повною мірою врахувати вплив факторів зовнішнього й внутрішнього середовища на показники реалізації етапів ПП, що призводить до зниження результативності проектної діяльності. У першу чергу це відноситься до складних і тривалих ПП. В результаті такі завдання, як позиціонування контролерів в організаційній структурі підприємства та наділення їх повноваженнями, вибір інструментів для управління проектами, а також облік залежності наступних його етапів від характеристик результатів, отриманих на попередніх етапах, досить часто на практиці не вирішуються.

З врахуванням цих обставин, запропонована узагальнена структурно-інформаційна модель реалізації функцій контролінгу проектної діяльності в приладобудуванні, яку наведено на рисунку.

Зазначена модель передбачає формалізоване надання проекту у вигляді кортежу:

$$P < S, W, X, R, t, Q, C, F(R, X) >,$$

Інформаційна модель реалізації функцій контролінгу при управлінні проектами на приладобудівних підприємствах орієнтована на вирішення трьох основних завдань:

– створення й адаптація організаційної структури контролінгу, що визначає рівень позиціонування контролерів у системі управління підприємством, а також набір їх повноважень;

– підтримка прийняття рішень на вибір релевантних вирішуваному завданню інструментів стратегічного й внутрішньофірмового управління;

– підтримка прийняття рішень з безпосередньо управління реалізацією проєктів.

Перша функція, реалізована відповідно до запропонованої моделі, орієнтована на зміну діючої організаційної структури приладобудівного підприємства за допомогою визначення в ній місця контролерів і їх повноважень. В результаті проведеного дослідження запропоновано кілька організаційних структур контролінгу, які будуть ефективні при реалізації проєктної діяльності на приладобудівному підприємстві.

При вирішенні даного завдання необхідно враховувати особливості реалізованих проєктів, а також ступінь впливу на проєктну діяльність підприємства зовнішніх і внутрішніх факторів.

Розглянута узагальнена модель передбачає також адаптацію організаційної структури контролінгу як найважливішої складової системи контролінгу проєктної діяльності підприємства в цілому відповідно до результатів моніторингу результативності реалізації проєкту. В цьому випадку залежно від ступеня відхилення спостережуваних результатів від планованих, можливі три умовні варіанти адаптації:

- при критичному відхиленні, змінення організаційної структури в цілому;
- при суттєвому відхиленні, змінення функціональних обов'язків і/або повноважень контролерів;
- при припустимому відхиленні організаційна структура контролінгу і її функціонал не змінюються.

Реалізація другої функції здійснюється з врахуванням сформованої організаційної структури контролінгу й передбачає вибір інструментів аналізу інформації, яка необхідна надалі для підтримки прийняття рішень на всіх трьох рівнях управління: стратегічному, функціональному й оперативному. Розроблена процедура, що здійснює реалізацію даної функції, представлено в розділі 2.3 цієї роботи. Вибір і корегування набору зазначених інструментів здійснюються за допомогою підходів, використовуваних при реалізації описаної вище першої функції.

Третя функція контролінгу при управлінні проєктами з використанням запропонованої моделі на приладобудівних підприємствах передбачає підтримку прийняття рішень з безпосередньо розподілу робіт і ресурсів для конкретного проєкту. У цьому випадку за допомогою сформованого набору інструментів здійснюється обробка інформації про вплив різних факторів невизначеності, що дозволяє оцінити ступінь їх впливу на тривалість проєктів і об'єм використовуваних для їхньої реалізації ресурсів. Дана інформація надалі використовується для оптимізації графіку проєкту по одному з двох основних критеріїв:

- мінімізація тривалості проєкту в умовах обмеженості ресурсів;
- раціоналізація використання ресурсів в умовах обмеженого часу реалізації проєкту.

Ці критерії відповідають специфіці значної частини інноваційних проєктів у приладобудуванні, пов'язаних з державним оборонним замовленням.

На основі сформованих за допомогою системи контролінгу рекомендацій з управління проєктом менеджменту здійснюється прийняття конкретних рішень у рамках внутрішньофірмового планування з наступною їхньою реалізацією й корегуванням.

У процесі моніторингу ефективності виконання проєкту по кожному з його етапів збирається інформація про техніко-економічні показники результатів (X_i), витратах ресурсів (R_i) і тривалості виконання (t_i) i -го етапу проєкту ($i=1, \dots, I$) з урахуванням впливу на нього різних факторів невизначеності. Зібрана інформація проходить попередню обробку й використовується надалі для проведення оцінки ступеню досяжності поставлених цілей. Результати даної оцінки надходять назад до системи контролінгу, у якій формуються подальші рекомендації з управління розглянутим проєктом.

При формуванні розширеної моделі попередньо проводиться аналіз інноваційного процесу створення наукоємної продукції на основі цих робіт має бути розроблена комплексна модель прогнозування динаміки проєкту.

В якості вхідної інформації використовується експертна інформація, дані з

інших модулів корпоративної інформаційної системи (КІСНУВ), початкові характеристики проекту, відомості про зовнішні і внутрішні фактори, а також інформація про ресурси підприємства, які можуть бути задіяні у процесі реалізації проекту. Виходом бізнес-процесу є безпосередньо інноваційний продукт, проектна документація, показники результатів реалізації етапів проекту, а також фінансові звіти і т.д. У якості механізмів і виконавців розглядаються менеджери й команди проектів, контролери, а також програмно-апаратний комплекс (АПК), необхідний для забезпечення автоматизації розроблених інструментів контролінгу проектної діяльності.

Проведено декомпозицію контекстної діаграми, що містить у собі основні операції при реалізації розглянутого бізнесу-процесу. Даний процес збільшено можна побачити у вигляді п'яти послідовних операцій. Перша з них пов'язана зі збиранням наявної інформації і її первинною обробкою. Усі отримані на першому етапі відомості заносяться в базу даних системи підтримки прийняття рішень, яка дозволяє автоматизувати основні функції контролінгу проектної діяльності та виробити рекомендації з підтримки прийняття рішень при реалізації проекту.

Декомпозиція блоку реалізації функцій контролінгу проектної діяльності, представлено на рисунку 3.1.

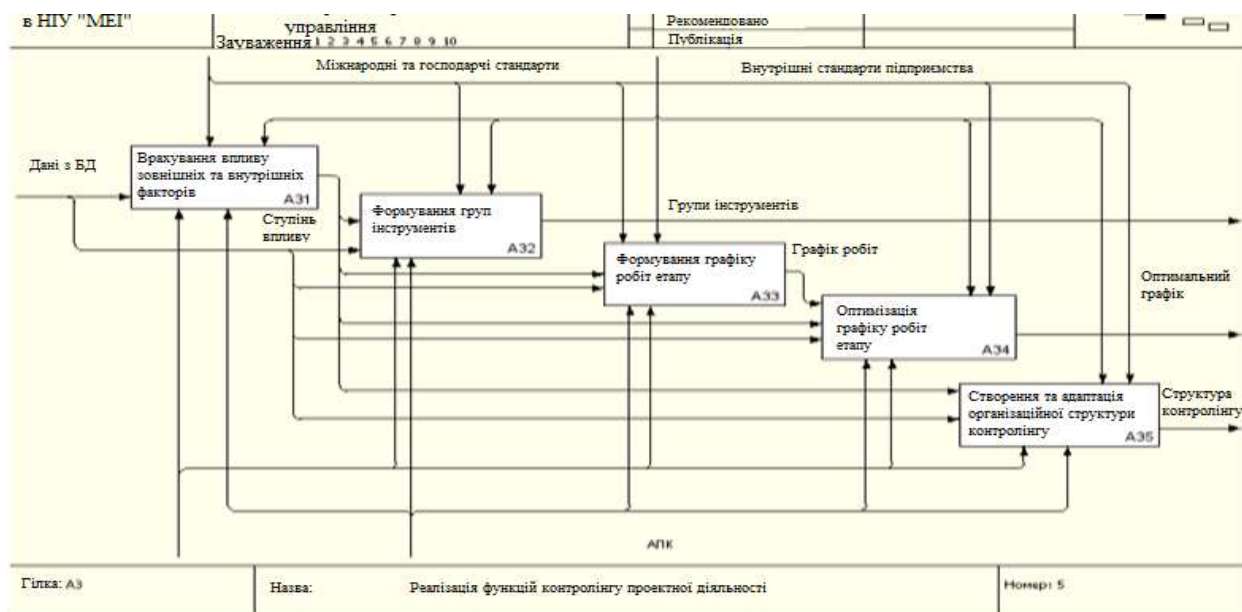


Рисунок 3.1 – Декомпозиція блоку «Реалізація функцій контролінгу проектної діяльності»

На початкових етапах проекту на основі збереженої в базі даних інформації, яка була зібрана та оброблена на попередніх етапах, а також з врахуванням впливу внутрішніх і зовнішніх факторів здійснюються формування груп інструментів управління, визначення планових значень проекту та їх наступне корегування, розробка оптимального за заданим критерієм графіку робіт, а також формування організаційної структури контролінгу.

Крім цього також була проведена декомпозиція всіх блоків на даній діаграмі, результати якої представлені в додатку А. Кожний блок у цьому випадку представляє операції, які дозволяють реалізовувати інструменти проектного управління.

3.2 Процедура контролінгу при виборі інструментів проектної діяльності

У процесі реалізації проекту кількість показників, за допомогою яких відбувається його аналіз, може бути збільшено, що у свою чергу призводить до зниження ступеня невизначеності (рисунок 3.2).

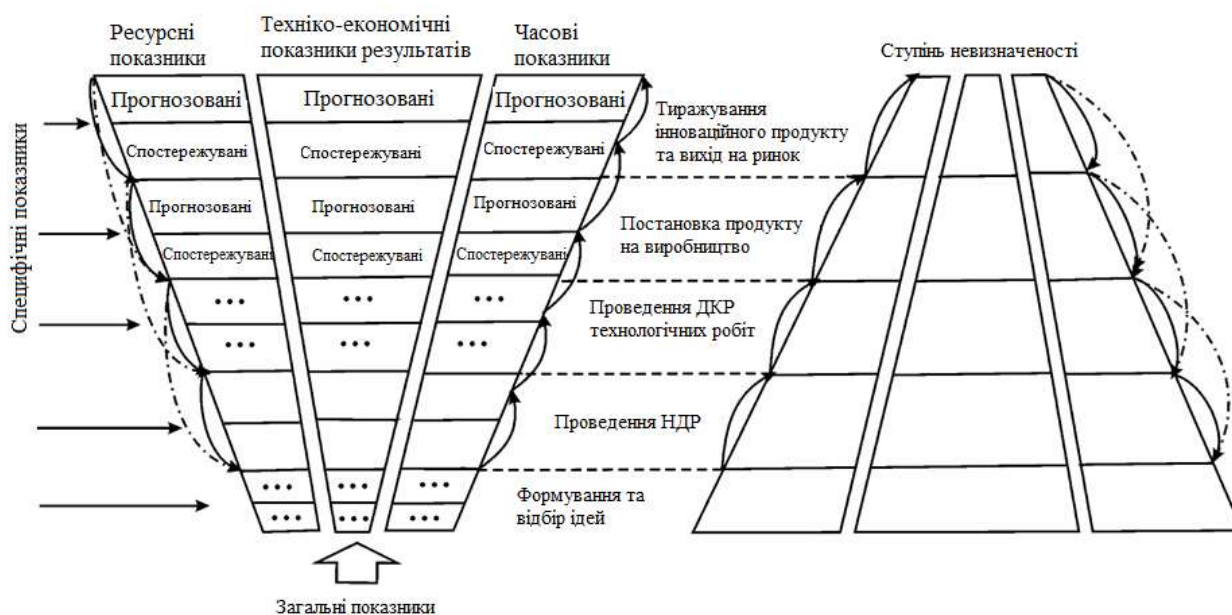


Рисунок 3.2 – Зміна числа показників, які можна використовувати для оцінки реалізації етапів проекту

З врахуванням цієї обставини процедура контролінгу, що забезпечує підтримку прийняття рішень на вибір груп зазначених інструментів при їхньому використанні у рамках проєктного управління, включає наступні етапи:

Етап 1 – формування вихідних наборів інструментів зазначених груп, які раціонально використовувати при проєктному управлінні на підприємстві приладобудування.

Етап 2 – формування системи техніко-економічних показників результатів етапів проєкту з погляду впливу на наступні етапи (техніко-економічні показники результатів першого рівня) і кінцеву продукцію (техніко-економічні показники результатів другого рівня). У якості елементів множини техніко-економічних показників результатів $\{x_{ijk}\}$ (k – номер показника, $k=1, \dots, K$).

Етап 3 – виявлення факторів, які можуть впливати на проєкт, і формування множини вигляду:

$$Q = \langle \{E\}, \{T\}, \{G\}, \{D\} \rangle,$$

де підмножини: $\{E\}$ – зовнішні економічні фактори, $\{T\}$ – зовнішні технологічні фактори, $\{G\}$ – міжнародні фактори, $\{D\}$ – внутрішні фактори.

У якості прикладів елементів підмножини $\{E\}$ можуть розглядатися такі фактори, як збільшення цін на ресурси, зміни в податковому законодавстві, динаміка курсів валют, реалізація програм по імпортозаміщенню і т.д.

Елементами підмножини $\{T\}$ можуть бути фактори, що характеризують появу нових інформаційних систем, удосконалювання обладнання, модернізацію технологічних процесів і т.д. Підмножина $\{G\}$ включає фактори, пов'язані, наприклад, із санкційним тиском, організацією міжнародної інтеграції у рамках ЄврАзЕС і т.д. Підмножина $\{D\}$ містить елементи, які характеризують внутрішнє оточення підприємства (зношення основних фондів, кадровий потенціал, наявність інноваційних технологій і т.д.).

Етап 4 – визначення ступеню доцільності зміни набору використовуваних на приладобудівному підприємстві інструментів проєктного управління, що відносяться до стратегічного й внутріфірмового (функціонального й оперативного) рівням, з врахуванням спостережуваного впливу факторів безлічі

Q. Для формалізації рішення даного завдання пропонується набір наступних збільшень вирішень рекомендацій:

- «вирішення 1» – залишити існуючий набір інструментів без зміни;
- «вирішення 2» – змінити набір інструментів оперативного рівня;
- «вирішення 3» – змінити набір інструментів функціонального рівня;
- «вирішення 4» – змінити набір інструментів стратегічного рівня.

Етап 5 – підтримка прийняття рішень по корегуванню набору інструментів проектного управління залежно від ступеня впливу зовнішніх та внутрішніх факторів на основі використання системи нечітких продукційних правил, прикладом якого є правило виду:

П: ЯКЩО $Q^l_{i1} \in q_{i1s}$ **ТА...** **ТА** $Q^l_{i2} \in q_{i2s}$ **ТА ...ТА** $Q^l_{iL} \in q_{iLs}$, **ТО** $y' \in y_l$, (3.1)

де: Q^l_{il} – ступінь впливу l -го фактору ($l=1, \dots, L_i$) на i -й етап проекту ($i=1, \dots, D$);

q_{ils} – нечітка терм-множина, що відповідає «слабкому» впливу Q^l_{il} на i -й етап;

y' – запропоноване рішення по корегуванню набору інструментів проектного управління;

y_l – перше стандартизоване рішення з набору, описаного на попередньому етапі.

Використання зазначеної системи нечітких продукційних правил дозволяє одержати потрібне рішення на основі застосування алгоритму нечіткого логічного висновку Сугено.

Етап 6 – моніторинг показників результатів етапів проекту й підтримка прийняття рішень по корегуванню набору інструментів проектного управління залежно від спостережуваних відхилень зазначених результатів від запланованих значень. Для реалізації даного етапу здійснюється надання даних відхилень у вигляді нечітких терм-множин, що відносяться до базової множини «можливі відхилення техніко-економічних показників результатів проекту», і формування набору нечітких продукційних правил, прикладом яких є правило вигляду:

П: ЯКЩО $\Delta \xi^k_i \in a_{si}$ **ТА...** **ТА** $\Delta \xi^k_i \in a_{si}$ **ТА...** **ТА** $\Delta \xi^k_i \in a_{si}$, (2.2)

ТА... **ТА** $\Delta t_i \in b_{is}$ **ТА...** **ТА** $\Delta t_i \in b_{is}$ **ТА...** **ТА** $\Delta t_i \in b_{is}$, **ТО** $y' \in y_l$

де: ΔX^k_i – спостережуване відхилення k -го техніко-економічного показника

результату на i -му етапі проєкту;

as_i – нечітка терм-множина, що відповідає «незначному» відхиленню k -го техніко-економічного показника результату на i -му етапі;

Δt_i – спостережуване відхилення тривалості виконання i -го етапу проєкту;

b_{iS} – нечітка терм-множина, що відповідає «незначному» відхиленню тривалості реалізації i -го етапу проєкту.

Як і в попередньому випадку, для отримання варіанту рекомендованого вирішення використовується алгоритм нечіткого висновку Сугено.

Окремі етапи даної процедури також описані в роботах [14]. Вона дозволяє забезпечити підтримку прийняття рішень на вибір груп організаційно-економічних інструментів для проведення аналізу, планування й регулювання на різних рівнях управління: стратегічному, функціональному й оперативному. Головні відмінності запропонованої процедури полягають у тому, що вона побудована на використанні нової системи техніко-економічних показників результатів етапів проєктів, а також двох систем нечітких продукційних правил, одна з яких дозволяє здійснювати вибір зазначених інструментів на етапі внутрішньофірмового планування, а друга – на етапі моніторингу результатів реалізації проєктів.

3.3 Алгоритми з врахуванням впливу факторів зовнішнього середовища

Найважливішим завданням контролінгу проєктної діяльності є підтримка прийняття рішень по складанню графіку реалізації складного інноваційного проєкту. Аналіз практичних ситуацій в області проєктного управління в приладобудуванні (у т.ч. при розробці й організації виробництва приладобудівної продукції спеціального призначення) надав змогу виділити два основні різновиди постановки завдання складання графіку робіт: мінімізація строків реалізації проєкту при обмеженнях на обсяг затрачуваних ресурсів; мінімізація ресурсів при

часових обмеженнях.

В обох випадках додатковим обмеженням є необхідність забезпечення необхідних значень техніко-експлуатаційних показників розроблювальної інноваційної продукції. Це обумовлено суттєвим впливом характеристик приладобудівної продукції, які звичайно суворо регламентовані.

Як відзначалося раніше, для розглянутих проєктів характерний тривалий період реалізації й високий ступінь невизначеності зовнішнього й внутрішнього оточення. Ця обставина ускладнює застосування відомих методів і інструментів теорії розкладів.

Як було показано в даному розділі, існують підходи до побудови графіків робіт проєкту, орієнтовані на послідовне виконання кожної з них, без оцінки впливу на них, внутрішніх і зовнішніх факторів, а також залежності техніко-економічних показників результатів попередніх етапів від техніко-економічних показників наступних етапів проєкту. Для усунення даного обмеження пропонуються алгоритми, які дозволяють розподіляти роботи таким чином, щоб були враховані зазначені особливості проєктів по розробці інновацій на приладобудівному підприємстві.

За основу побудови зазначених алгоритмів використовувався алгоритм List Scheduling (LS), що зазвичай застосовується при вирішенні завдань RCSPS (Resource-Constrained Project Scheduling Problem). Основною відмінністю пропонованих алгоритмів від вихідного LS-алгоритму є застосування операцій з нечіткими множинами для аналізу відхилення техніко-економічних показників результатів окремих робіт від планованих (цільових) значень, а також врахування невизначеності на основі дослідження впливу на проєкт факторів зовнішнього й внутрішнього оточення.

Розроблено алгоритм, що містить у собі наступні основні етапи:

Етап 1 – формування множини етапів проєкту $\{S\}$.

Етап 2 – виділення для кожного i -го етапу проєкту множини робіт $\{W_i\}$ і оцінка планової тривалості їх виконання.

Етап 3 – визначення сукупного обсягу ресурсів

$$Rac = \sum_{l=1}^L Rl,$$

який може бути виділений для реалізації i -го етапу (Rl – максимальний обсяг ресурсів l -го виду, $l=1, \dots, L$, що може бути задіяний для реалізації i -го етапу).

Етап 4 – аналіз внутрішніх і зовнішніх факторів Q з підмножин $\{E\}$, $\{T\}$, $\{G\}$, $\{D\}$ і формування підмножини $Qan \subseteq Q$, елементи якого впливають на терміни виконання робіт. Оцінка впливу факторів з підмножини Qan на кожну роботу з множин W_i і корегування їх тривалості.

Етап 5 – формування підмножин робіт $W_i^{st} \subseteq W_i$, перед якими немає інших, що впливають на їх роботу.

Етап 6 – складання попереднього графіку робіт з підмножин W_i^{st} . Для цього, попередньо, момент часу початку кожної роботи W_{ij} встановлюється $t_{ij}^b = 0$, де t_{ij}^b – час початку j -ї роботи i -го етапу. Далі для першої в черзі роботи визначається й резервується необхідний для її виконання обсяг ресурсів кожного виду $Rl = Rl(t_i) - r_{il}^l$, де r_{il}^l – кількість l -го ресурсу для першої роботи на i -му етапі. Для всіх інших робіт з даної множини перевіряється наявність необхідного обсягу ресурсів кожного виду

$$\sum_{j=1}^n r_{ij}^l \leq Rl$$

У випадку, коли ресурсів недостатньо, визначається момент часу t_{ij}^r , при якому необхідний обсяг r_{ij}^l кожного виду ресурсів стає достатнім для виконання роботи W_{ij} . Зазначений момент часу розглядається як початок даної роботи $t_{ij}^b = t_{ij}^r$. Визначається період виконання кожної роботи у вигляді інтервалу $[t_{ij}^b, t_{ij}^b + t_{ij}]$.

Етап 7 – складання графіку робіт, що не входять в W_i^{st} . У якості часу їх початку розглядається максимальний час закінчення з усіх z попередніх робіт: $t_{ij}^b = \max_z(t_{ij+z}^b + t_{ij+z})$. Для складання попереднього графіку циклічно реалізується етап 5 алгоритму, доки не будуть розглянуті всі роботи.

Етап 8 – Оптимізація попереднього графіку робіт з метою мінімізації часу

виконання як окремих етапів, так і всього проєкту в цілому з використанням методу критичного шляху й методу *PERT*. Розраховуються значення пізнього початку та закінчення робіт, визначаються повний і приватний резерви часу, а також коефіцієнти напруженості. Формування кінцевого планового графіку робіт *i*-го етапу здійснюється на основі використання відомих процедур перерозподілу ресурсів на користь найбільш напружених робіт, а також зниження трудомісткості й розпаралелювання розташованих на критичному шляху робіт.

Етап 9 – побудова загального графіку проєкту в цілому.

Етап 10 – моніторинг процесу реалізації проєкту: а основі аналізу відхилень техніко-економічних показників результатів (X_{ij}) і тривалості (t_{ij}) по кожній *j*-й роботі *i*-го етапу визначається прогнозоване відхилення для наступних робіт і етапів за допомогою системи нечітких продукційних правил вигляду:

$$\text{П: ЯКЩО } \Delta \xi_{ij}^1 \in h_{ij}^1 \text{ ТА...ТА } \Delta \xi_{kj} \in h_{ijk} \text{ ТА...ТА } \Delta \xi_{kj} \in h_{ijk} , \quad (3.3)$$

$$\text{ТА...ТА } \Delta t_{ij} \in z_{ij}, \text{ ТО } \Delta t_{ij+1} \in g_{ij+1}$$

де Δx_{kj} – спостережуване відхилення *k*-го техніко-економічного показника результату *j*-ї роботи на *i*- му етапі;

h_{ijk} – нечітка терм-множина, що характеризує ступінь відхилення зазначеного показника;

Δt_{ij} – спостережуване відхилення тривалості виконання *j*-ї роботи на *i*-му етапі проєкту;

z_{ij} – нечітка терм-множина, що характеризує відхилення тривалості реалізації *j*-ї роботи на *i*-му етапі проєкту;

Δt_{ij+1} – прогнозоване відхилення тривалості виконання *j+ 1*-ї роботи на *i*-му етапі проєкту;

$g_{i,j+1}$ – нечітка терм-множина, що характеризує ступінь відхилення даної тривалості при зазначених передумовах.

В результаті реалізації даного етапу прогнозовані відхилення тривалості робіт можуть бути подані у вигляді чіткого дефазифіцированого значення Δt_{ij+1}^* .

Етап 11 – уточнення показників результатів кожної майбутньої роботи проєкту й тривалості, пов'язаних з нею робіт з врахуванням результатів

використання системи нечітких продукційних_правил. В результаті, якщо нові прогнозні значення X_{ij} і t_{ij} робіт, що залишилися, проекту суттєво відхиляються від цільових значень, то проводиться корегування планового графіку. При складанні уточненого графіку враховуються невиконані роботи, що залишилися й частини робіт, які перебували в процесі реалізації. Формування скоригованого графіку проводиться на основі етапів 1-9 алгоритму, що був наведений. Схема даного алгоритму представлено на рисунках 3.3 і 3.4.

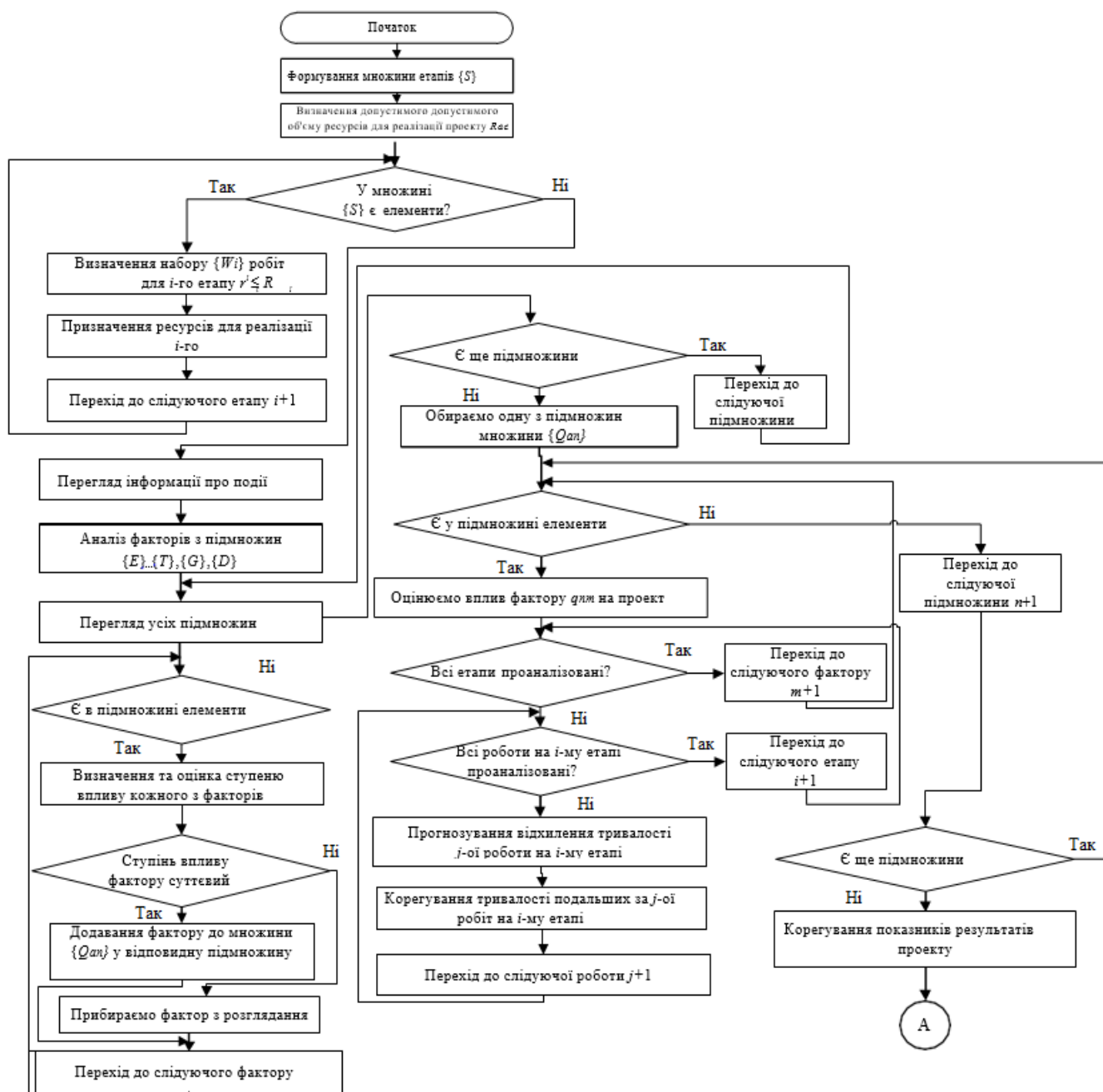


Рисунок 3.3 – Алгоритм складання графіку робіт проекту при мінімізації терміну його виконання (частина 1)

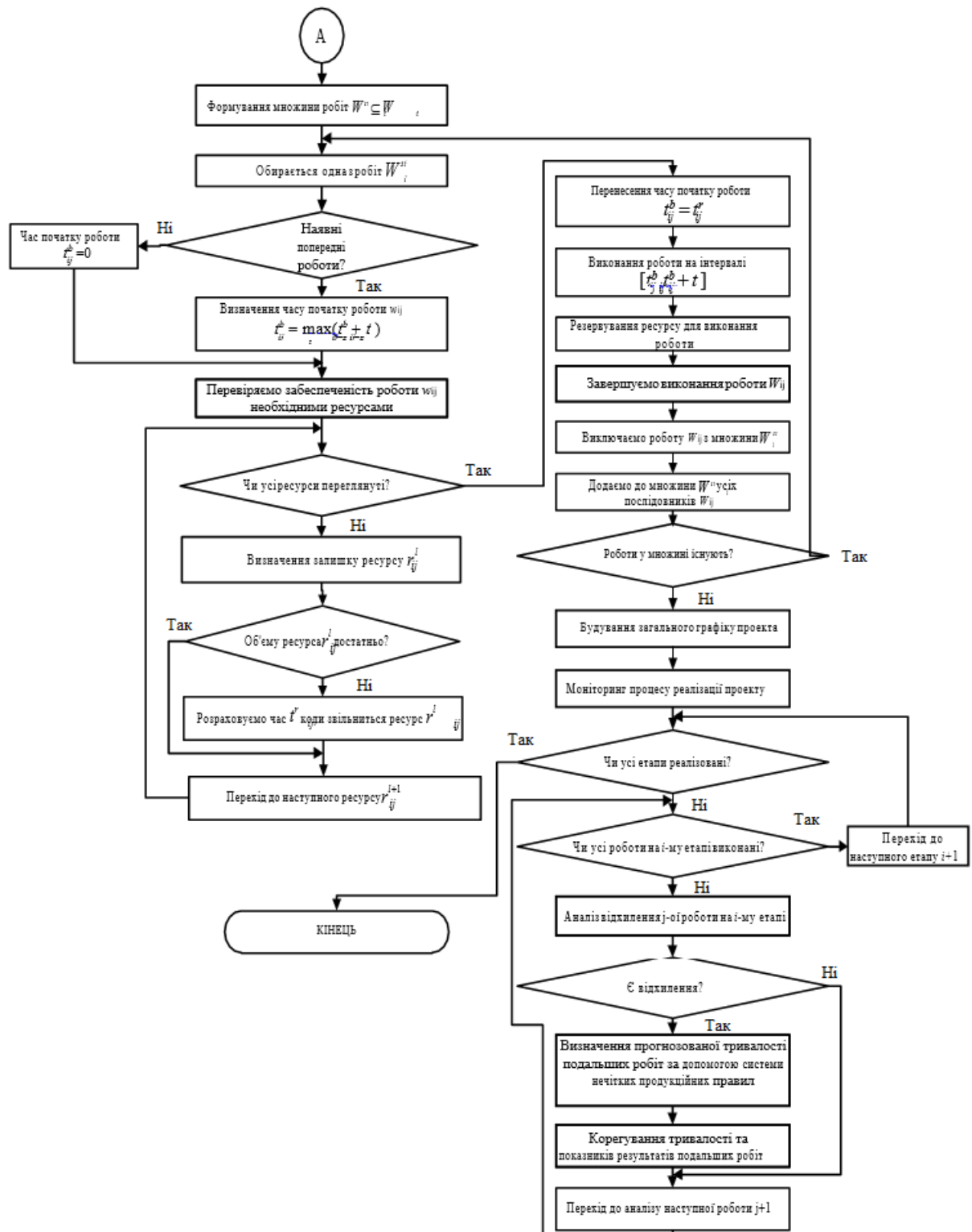


Рисунок 3.4 – Алгоритм складання графіку робіт проекту при мінімізації терміну його виконання (частина 2)

Алгоритм вирішення другого типу завдання проєктного управління, пов'язаного з мінімізацією ресурсів при часових обмеженнях, буде

аналогічний описаному вище, за винятком деталей, які на рисунках 3.5 і 3.6 виділені жирним контуром.

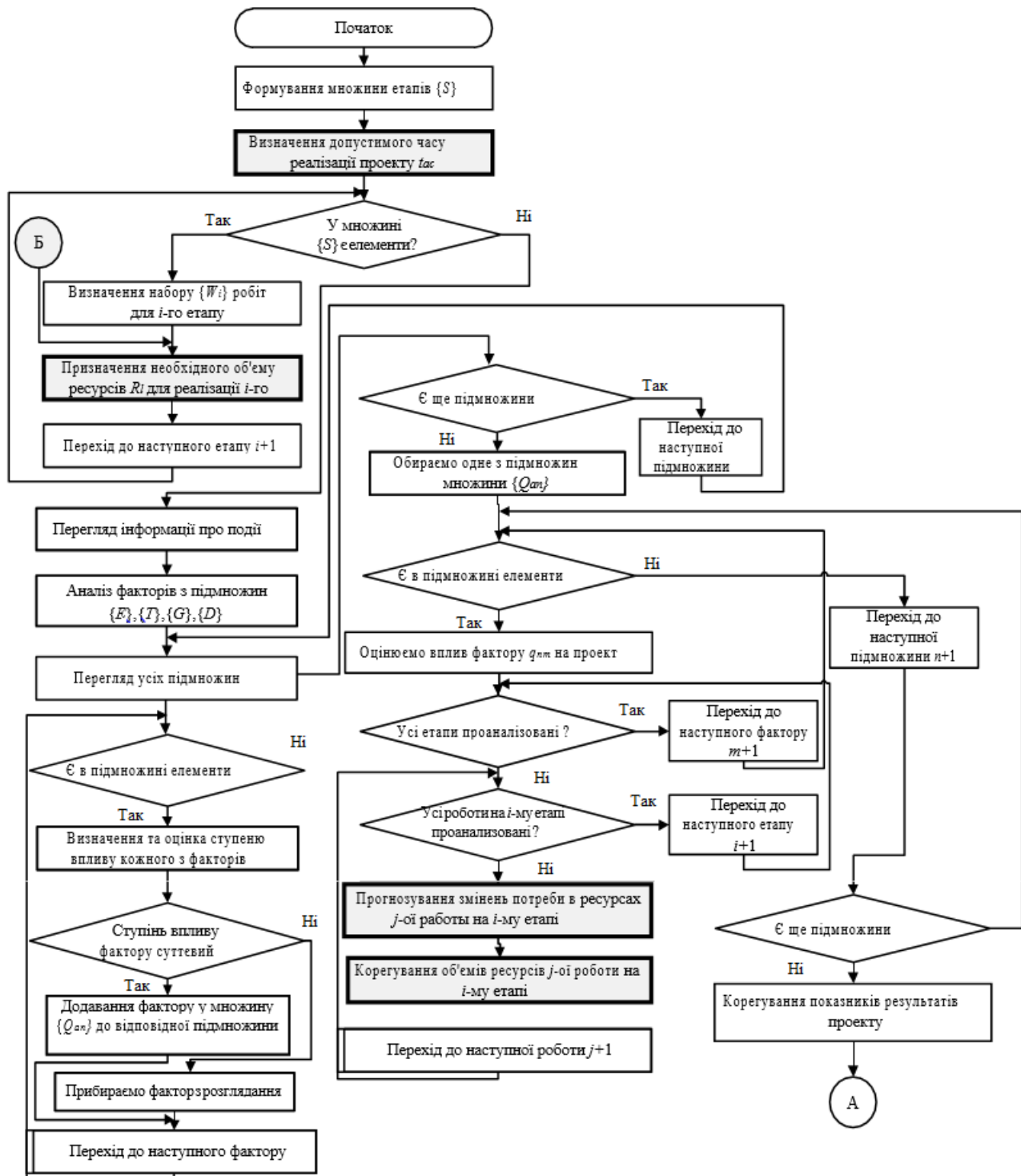


Рисунок 3.5 – Алгоритм складання графіку робіт проекту при мінімізації обсягу затрачуваних ресурсів (частина 1)

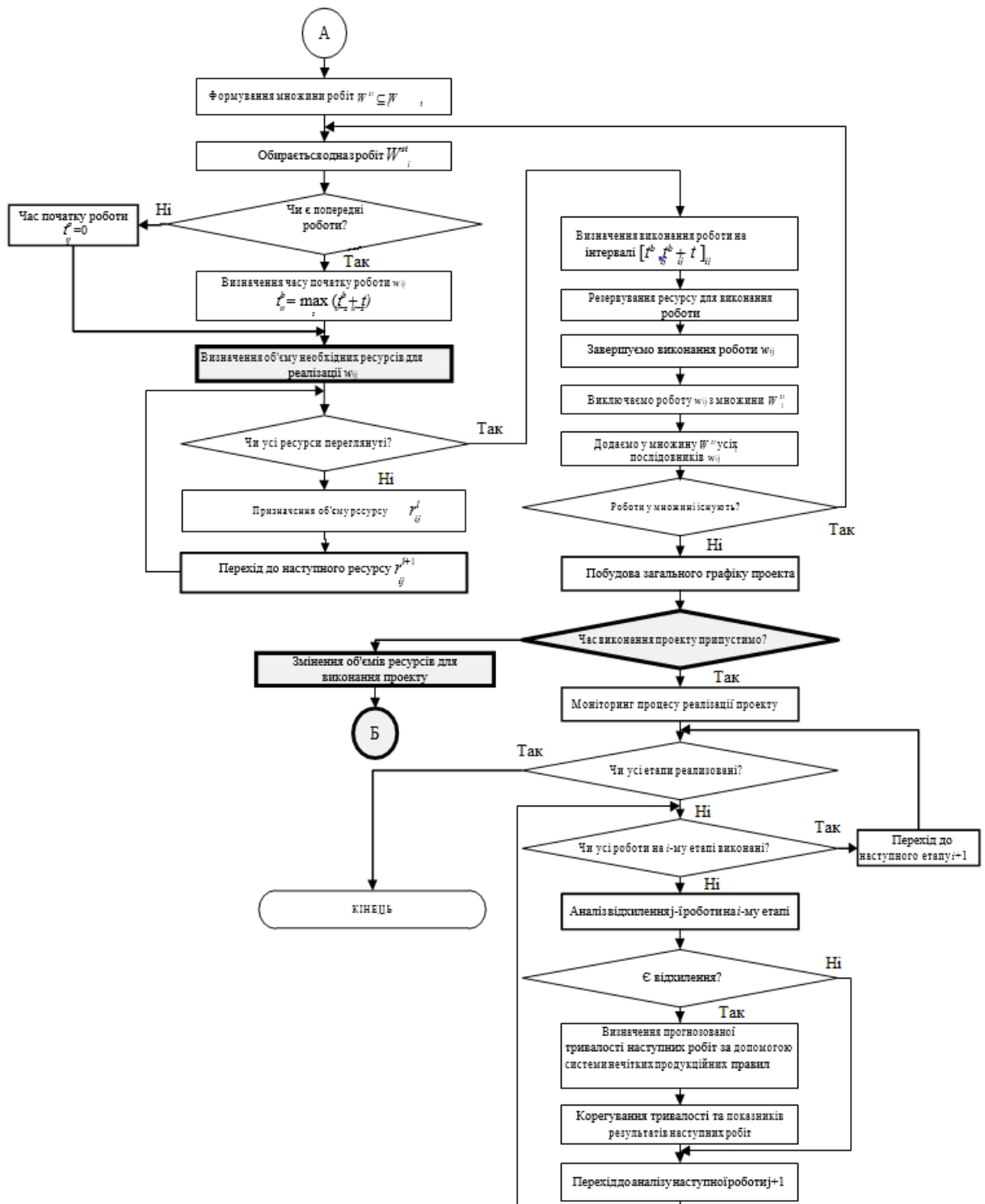


Рисунок 3.6 – Алгоритм складання графіку робіт проекту при мінімізації обсягу затрачуваних ресурсів (частина 2)

Алгоритм складання графіку робіт з мінімальним обсягом ресурсів при часових обмеженнях відрізняється від розглянутого наступним:

- на етапі 3 розглядається максимально припустимий термін проекту tac ;

– при реалізації етапу 4 оцінюється вплив факторів з підмножин Q_{an} на кожну окрему роботу з множини W_i з погляду зміни потреби в ресурсах;

На етапі 6 визначається $\Delta\rho_{ij}\lambda$ – обсяг ресурсів кожного виду, який необхідно додати для того, щоб реалізувати j -у роботу i -го етапу у встановлений термін;

На етапі 10 визначаються відхилення обсягу затрачуваних ресурсів на основі системи нечітких продукційних правил вигляду:

$$\text{П: ЯКЩО } \Delta\xi^l_{ij} \in h^l_{ij} \text{ ТА...ТА } \Delta\xi_{kij} \in h_{ijk} \text{ ТА...ТА } \Delta\xi_{kij} \in h_{ijk} , \quad (2.4)$$

$$\text{ТА...ТА } \Delta t_{ij} \in z_{ij}, \text{ ТО } \Delta\rho_{ij+1} \in v_{ij+1}$$

де ΔR_{ij+1} – прогнозоване відхилення обсягу необхідних ресурсів для виконання $j+1$ -ї роботи на i -му етапі проєкту;

v_{j+1} – нечітка терм-множина, що характеризує відхилення обсягу необхідних ресурсів для виконання $j+1$ роботи на i -му етапі проєкту при зазначених передумовах.

Зазначені алгоритми при їхній програмній реалізації й використанні в складі автоматизованої системи підтримки рішень по управлінню проєктами в приладобудуванні дозволяють підвищити оперативність і ступінь обґрунтованості функціонування проєктних команд, що включають до свого складу контролерів.

Архітектура інформаційної системи підтримки прийняття рішень з використанням інструментів контролінгу управління інноваціями поєднане з реалізацією проєктів в умовах високого ступеня невизначеності, що ускладнює процес прогнозування кінцевого результату. У зв'язку із цим виникає необхідність інтеграції розроблених програмних інструментів із зазначеними системами, використовуваними в цей час для автоматизації діяльності приладобудівного підприємства.

У зв'язку із цим була розроблена інформаційна система підтримки прийняття рішень (СППР) по проєктному управлінню, яка реалізує всі запропоновані інструменти створення й адаптації системи контролінгу. У якості способу забезпечення взаємодії між запропонованою СППР і застосовуваними в цей час ІС на приладобудівних підприємствах пропонується використовувати модель,

яку представлено на рисунку 3.7.

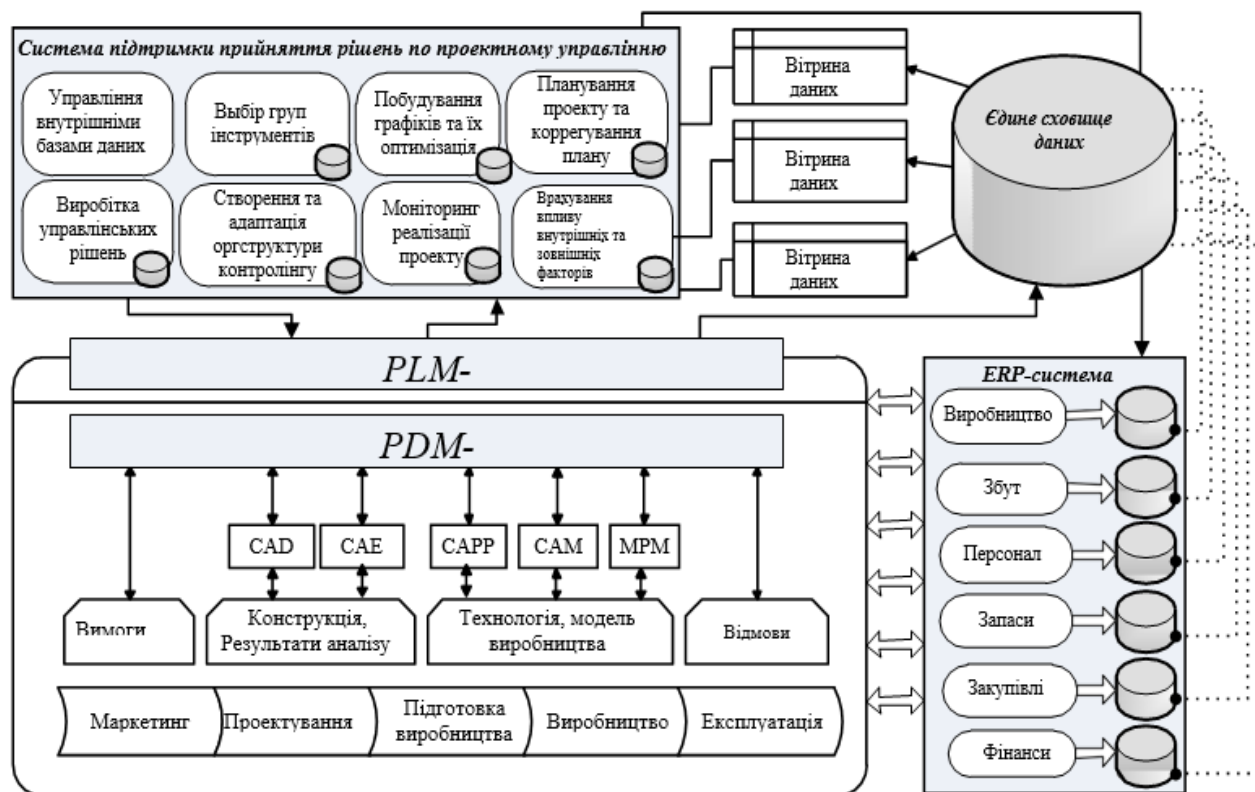


Рисунок 3.7 – Модель забезпечення взаємодії інформаційної СППР по проектному управлінню з інформаційними системами приладобудівних підприємств

Кожний модуль ERP-системи має свою локальну базу, призначену для зберігання оперативних даних, які надалі передаються в єдине сховище й стають доступними для інших інформаційних систем, використовуваних в організації. У свою чергу, при необхідності рішення деяких окремих завдань контролінгу кожного з модулів можна звернутися до цього сховища й запросити необхідні відомості. Наприклад, у процесі календарного планування модуль «Виробництво» може запросити результати моніторингу поточних або вже виконаних проектів, які збираються й обробляються СППР по проектному управлінню, а потім передаються в сховище.

Крім цього ERP-система прямо взаємодіє з PLM-системою, що дозволяє підвищити продуктивність за рахунок зменшення часу передачі поточної інформації, необхідної для побудови ефективного процесу управління

приладобудівним підприємством. Так, з ERP в PLM-систему передаються дані про обсяги виділених ресурсів, а також різні вимоги до продукту. У зворотньому напрямку надходять результати аналізу про стан реалізації етапів проєкту, які необхідні для прийняття управлінських рішень.

Безпосереднє планування й управління проєктами по розробці інноваційної продукції здійснюється СППР по проєктному управлінню, яка складається з восьми модулів: облік впливу зовнішніх і внутрішніх факторів; планування проєкту й корегування плану; вибір груп інструментів контролінгу; побудова графіків робіт і їх оптимізація; створення й адаптація організаційної структури контролінгу; вироблення управлінських рішень; моніторинг реалізації проєкту; управління внутрішніми базами даних.

Для підвищення ефективності роботи модулів СППР використовується, попередньо оброблена відповідно до вимог, інформація з єдиного сховища, яка розташовується у вітринах даних. Також у більшості модулів є власні локальні бази даних, що забезпечують зберігання оперативної інформації для вироблення варіантів рішень. Використання вітрин і локальних БД спрямоване на підвищення швидкодії запропонованої СППР, від якої багато в чому залежить оперативність процедур контролінгу. Відомості про життєвий цикл виробів, що проводяться в теперішній момент часу на приладобудівному підприємстві, надходять у СППР прямо з *Plm-системи*, що також дозволяє скоротити час збору й обробки необхідної інформації. У свою чергу, у розробленій системі підтримки прийняття рішень виробляються конкретні рекомендації з управління проєктом, у тому числі дотичні життєвого циклу виробу. У зв'язку із цим також організований керуючий потік даних від СППР до *Plm-системи*. З метою створення єдиного корпоративного інформаційного середовища результати функціонування розробленої системи підтримки прийняття рішень по проєктному управлінню передаються в загальне сховище, що робить їх доступними для інших ІС приладобудівного підприємства.

Архітектура запропонованої СППР представлено на рисунку 3.7 і відображає її основні модулі та потоки даних між ними. З рисунку видно, що система

підтримки прийняття рішень по проектному управлінню складається з 8 перерахованих вище взаємозалежних модулів, кожен з яких орієнтований на реалізацію розроблених процедур, методів або алгоритмів контролінгу. Так, наприклад, модуль обліку впливу зовнішніх і внутрішніх факторів дозволяє формувати множини факторів невизначеності Q , визначати ступінь впливу кожного з елементів його підмножин на проєкт і виробляти рекомендації зі зниження або повної ліквідації несприятливих наслідків від їхніх впливів.

Модуль вибору груп інструментів реалізує розроблену процедуру контролінгу, в основі якої лежать розроблена система техніко-економічних показників результатів етапів проєктів і системи нечітких продукційних правил, що дозволяють здійснювати вибір зазначених інструментів як на етапі внутрішньофірмового планування, так і на етапі моніторингу результатів реалізації проєктів.

Модуль планування й корегування плану дозволяє сформувати вихідні планові значення етапів проєкту, які надалі будуть контролюватися при його реалізації. При відхиленні спостережуваних значень від цільових показників у план можуть вноситися корегування. Модуль побудови графіків робіт і їх оптимізації реалізує запропоновані в роботі алгоритми оцінки впливу факторів внутрішнього й зовнішнього оточення із застосуванням операцій з нечіткими множинами, що дозволяють аналізувати відхилення техніко-економічних показників результатів окремих етапів від планованих значень.

Далі побудовані графіки оптимізуються по одному із цільових критеріїв: мінімізації терміну виконання проєктів або обсягу затрачуваних ресурсів при заданих техніко-економічних характеристиках результатів етапів проєкту.

Модуль формування й адаптації організаційної структури реалізує описану в роботі процедуру на основі використання запропонованих схем позиціонування служби контролінгу й окремих контролерів у системі управління, що дозволяє наділити їх відповідними повноваженнями на основі аналізу ступеню впливу факторів невизначеності на результати проєкту. Фактичні результати реалізації проєктів акумулюються, обробляються й оцінюються в модулі моніторингу.

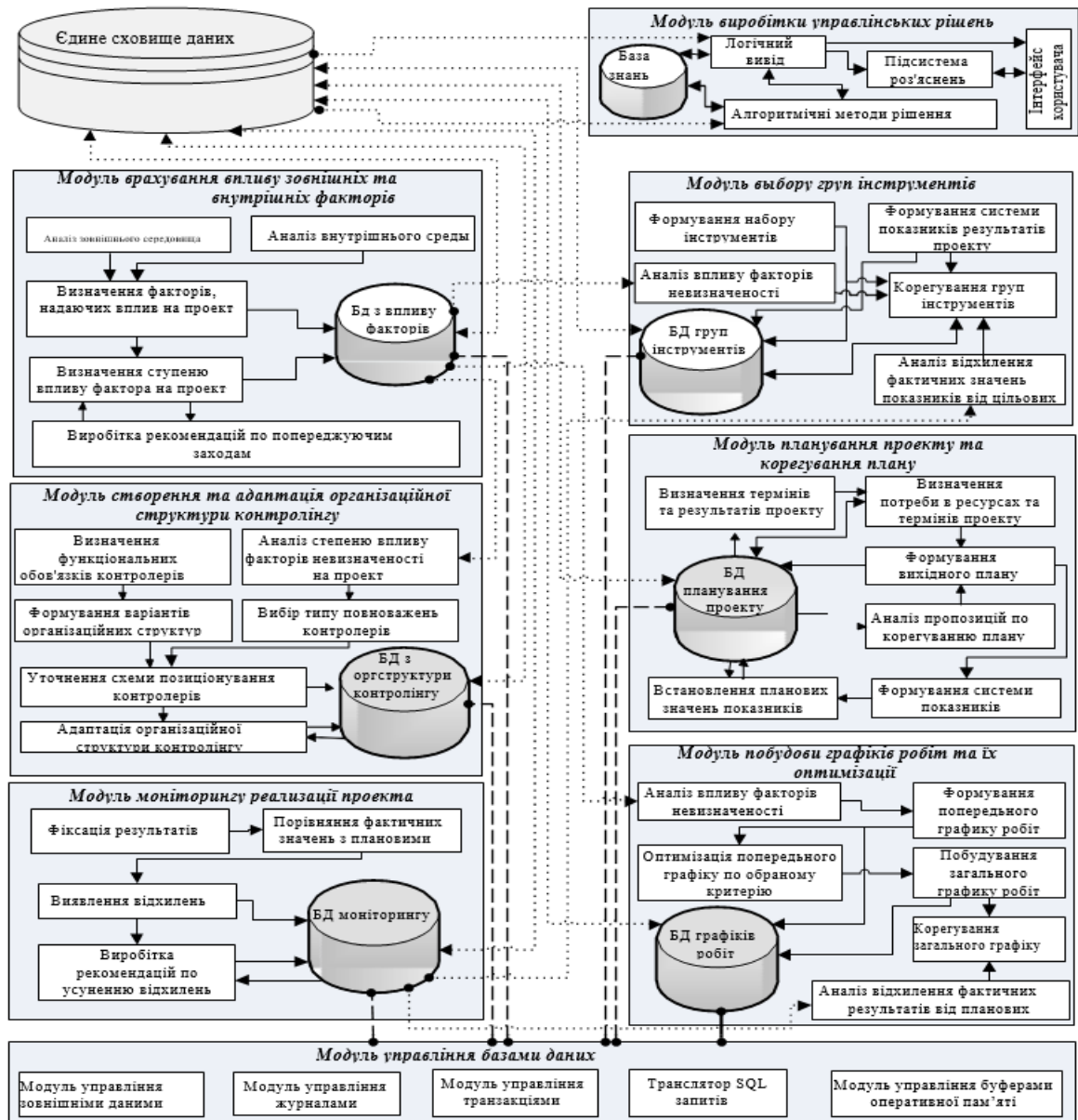


Рисунок 3.8 – Архітектура інформаційної СППР по проєктному управлінню з використанням контролінгу

У кожному з перерахованих модулів є локальна база даних для зберігання інформації, необхідної як для роботи даного модуля, так і для всієї системи в цілому, що забезпечується шляхом вивантаження даних у єдине сховище для вироблення рекомендацій з управління проєктом. Також організовані інформаційні потоки між окремими модулями, що дозволяють підвищити швидкість системи й забезпечити вступ своєчасної, повної й надійної інформації для конкретного модуля системи.

4 ОПИС РОЗРОБЛЕНОЇ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ

Докладна презентація потоку даних програмної системи по проектному управлінню на основі контролінгу наведено на рисунку 4.1 у вигляді моделі в нотації *DFD*.

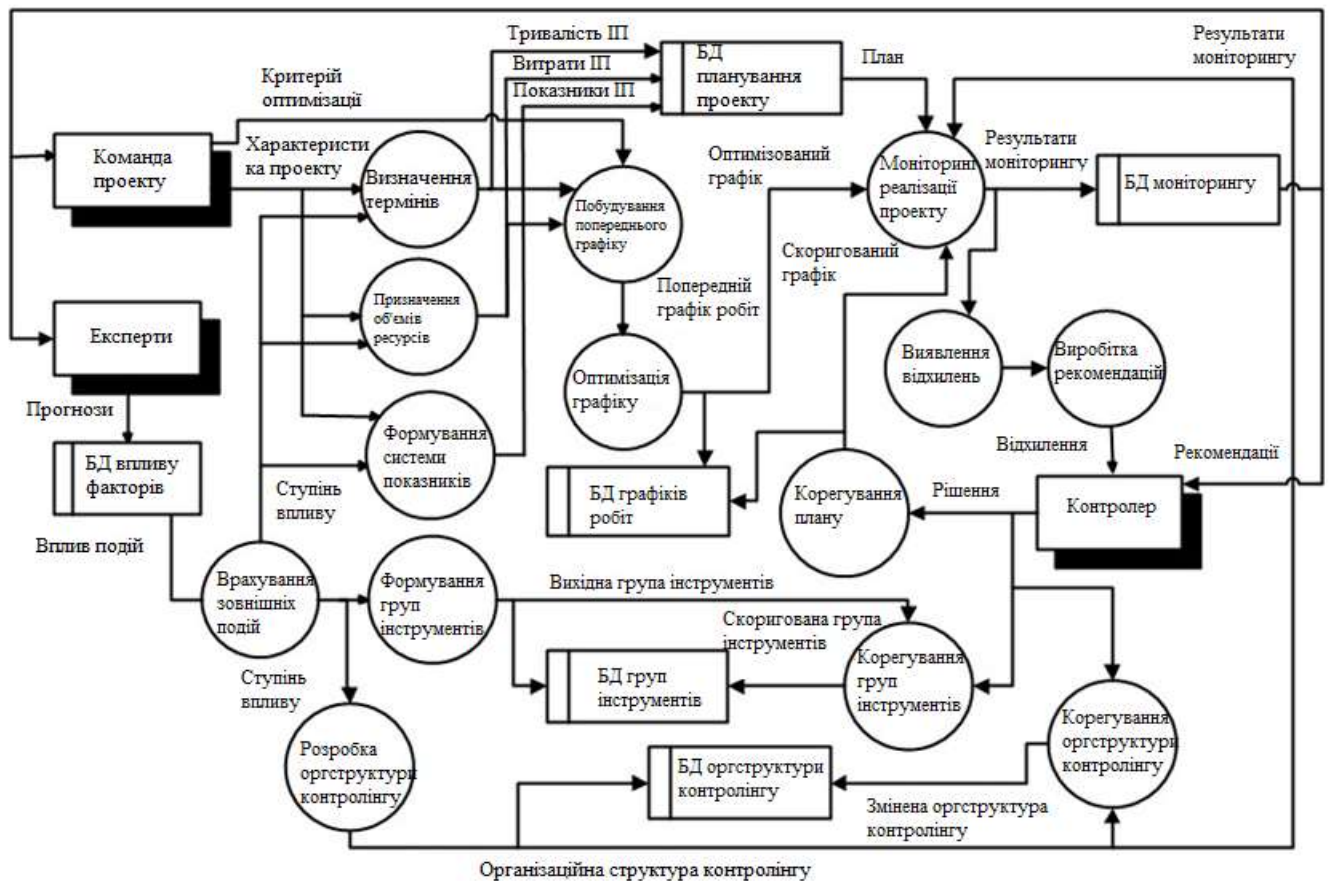


Рисунок 4.1 – Модель потоку даних у ПС по управлінню проектами на основі контролінгу в нотації DFD

Опис розробленої системи підтримки прийняття рішень по проектному управлінню. Таким чином, дана система дозволяє враховувати вплив зовнішніх і внутрішніх факторів на ефективність реалізації етапів розглянутих проектів і окремих робіт, забезпечувати підтримку прийняття рішень на вибір груп інструментів аналізу, планування й управління різних рівнів (як на етапі внутрішньофірмового планування, так і на етапі моніторингу результатів реалізації проектів).

Логічна модель бази даних розробленої СППР представлена на рис. 4.2

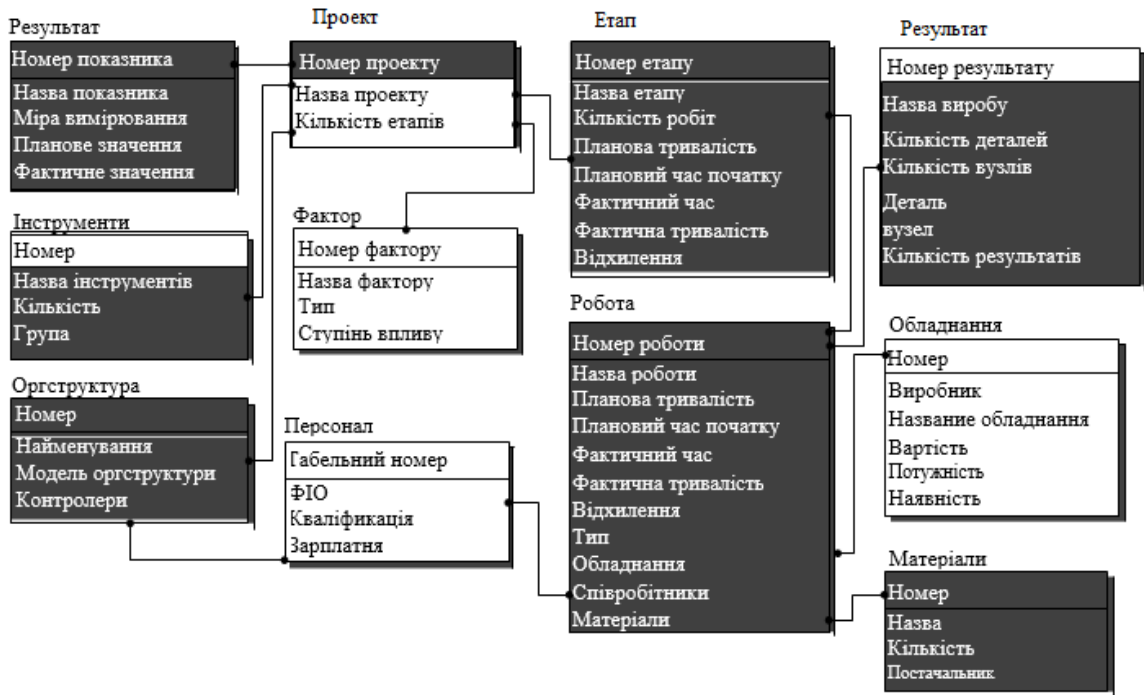


Рисунок 4.2 – Логічна модель бази даних

На рисунку 4.3 представлена фізична модель бази даних.

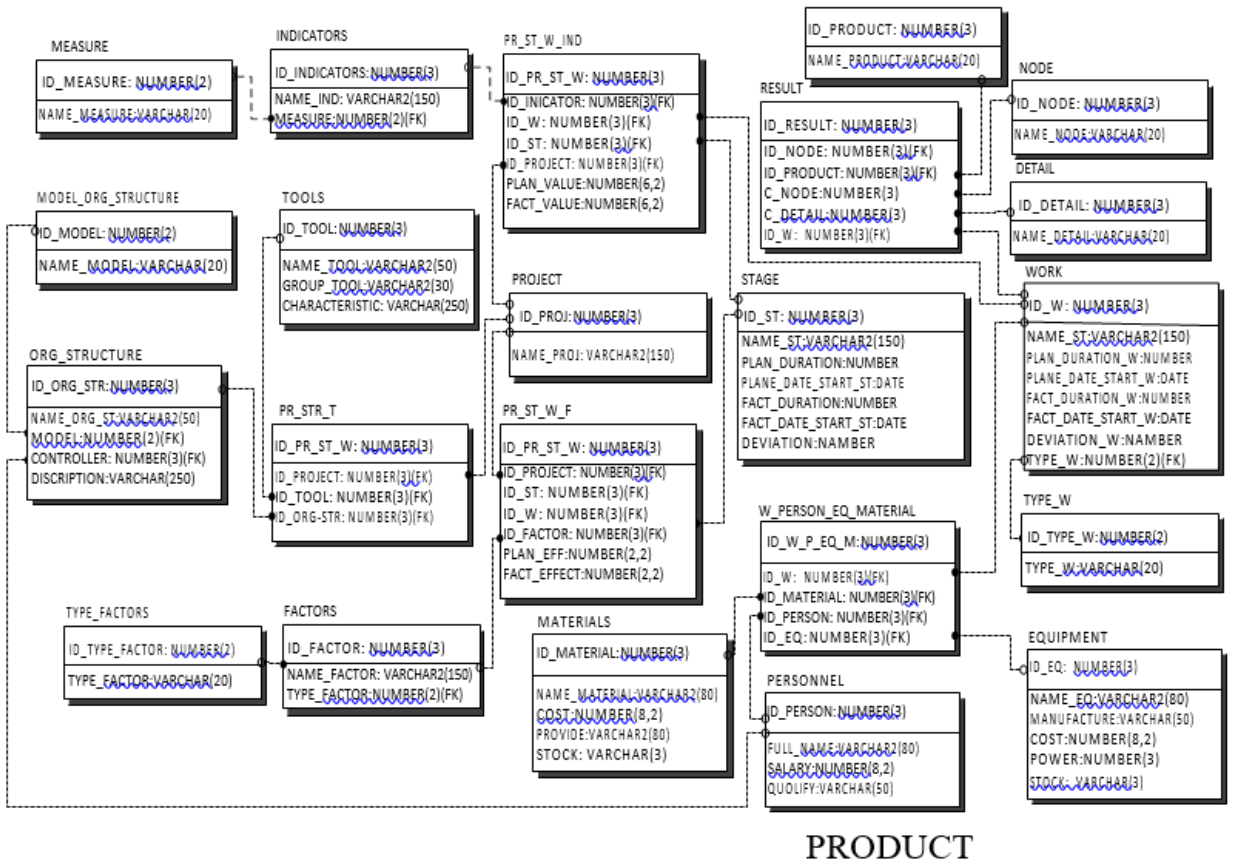


Рисунок 4.3 – Фізична модель бази даних

Зазначена програмна система може також розглядатися в якості інтегруючого елементу формування єдиного цифрового середовища приладобудівного підприємства в рамках використання наскрізних цифрових технологій при реалізації проєктів по створенню наукомісткої продукції.

Діаграма класів представлена на рисунку 4.4.

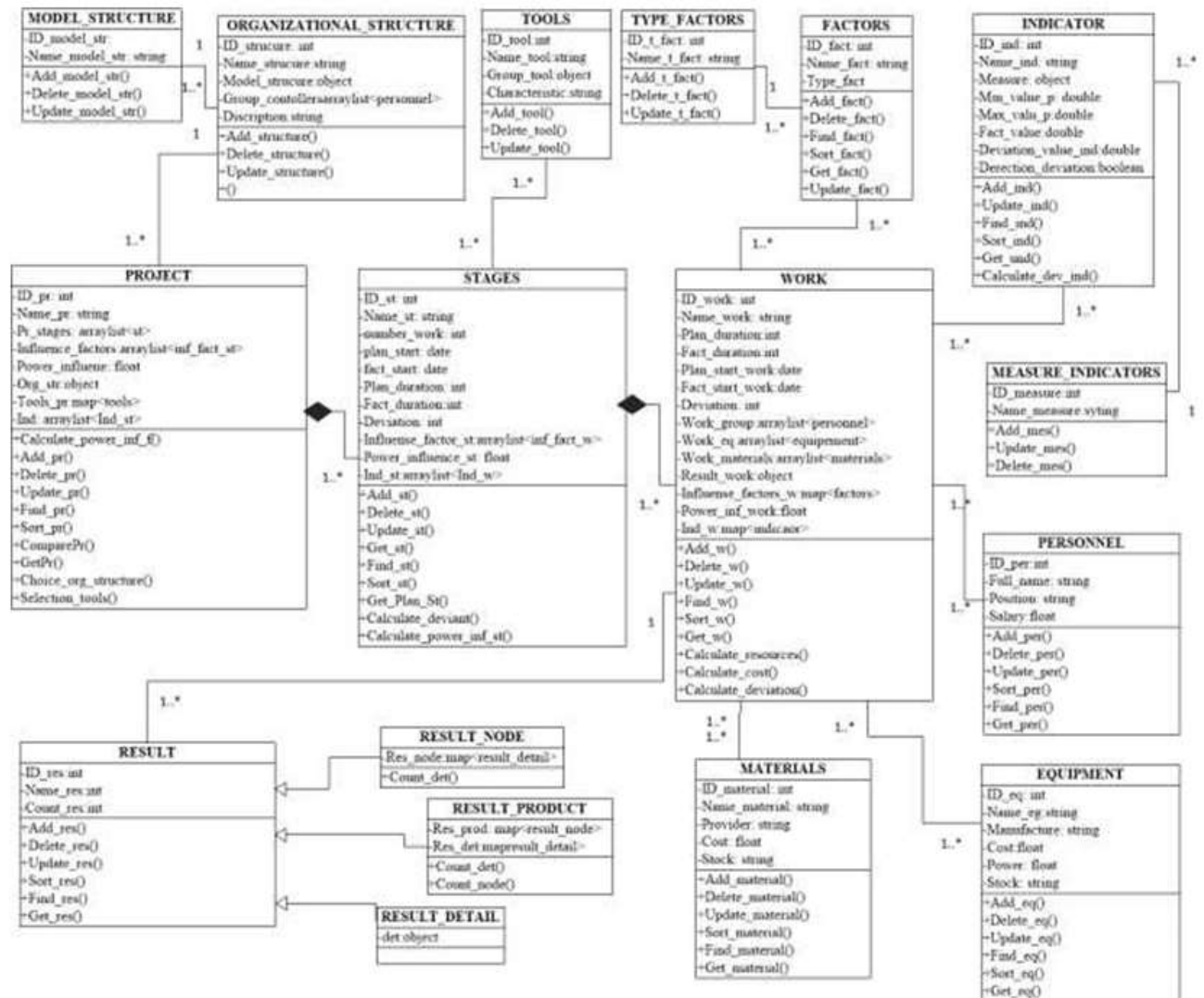


Рисунок 4.4 – Діаграма класів розробленої системи по проєктному управлінню

У якості напрямків діяльності підприємства, у межах яких реалізуються різні проєкти, можна виділити:

- створення програмного забезпечення систем приймання, обробки, зберігання й передачі інформації від приладів різного призначення;
- розробка й виробництво азимутально-кутомісцевих поворотних

обладнань, радіотехнічних НВЧ обладнань, приладової техніки загального призначення, спеціалізованих автомобілів-лабораторій на базі шасі автомашин, антенно-щоглових систем;

– випуск оптико-механічних і високоточних приладів спеціального призначення.

На підприємстві має бути сформована функціональна організаційна структура, яка припускає функціонування трьох конструкторських бюро, а також виробничий цех радіоелектронної апаратури, високоточної металообробки й спеціального автотранспорту.

У якості середовища для проектування й створення бази даних була використана бета-версія промислової СУБД Oracle Database 11g Express Edition. Вибір даної СУБД обґрунтований відсутністю надлишкового функціоналу, що в значній мірі полегшує її адміністрування. У додатках Б и В представлені логічна й фізична моделі бази даних, реалізованих за допомогою СУБД Oracle, а також діаграма класів розробленої СППР по проектному управлінню, код якої реалізований мовою *Java*.

Інформація з єдиного сховища розподіляється по незалежних вітринах даних, які агрегують в собі відомості, необхідні для прийняття рішень на різних етапах реалізованих проєктів.

Це полегшує процедури наповнення баз даних і забезпечує підвищення продуктивності системи. У якості типу моделі вітрини використовується модель «сніжинка», яка містить нормалізовані таблиці фактів і зв'язані таблиці розмірностей. Основною перевагою використання такої моделі є наявність можливості деталізації фактів для побудови ефективного процесу управління проєктами. Інформація з вітрин даних надходить у розроблену СППР, де формуються основні рекомендації зі створення й адаптації організаційної структури контролінгу, вибору груп інструментів управління, а також формуванню графіків робіт із проєкту, що дозволяють мінімізувати тривалість виконання проєкту або обсяг використовуваних для його виконання ресурсів.

5 ОПИС МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Розроблена модель програмної системи може використовуватися при управлінні проектами по розробці радіоелектронного обладнання, до складу якого входять прилади різного типу. Як приклад таких проектів можна розглянути проект по розробці й організації виробництва мобільної системи для монтажу й застосування радіоелектронного обладнання спеціального призначення. Виріб розрахований на експлуатацію в складних умовах, в тому числі в зоні проведення ООС і транспортується за допомогою фургона автомобільного на шасі МАЗ. До складу виробу входять азимутально-кутомісцеві поворотні й радіотехнічні НВЧ обладнання, прилади загального призначення, антено-щоглові системи, блок виміру магнітного потоку і приладовий блок контролю. При цьому необхідно забезпечити необхідний час безперервної роботи встановлених приладів при максимальнім навантаженні й в умовах перешкод (див. рисунок 5.1).

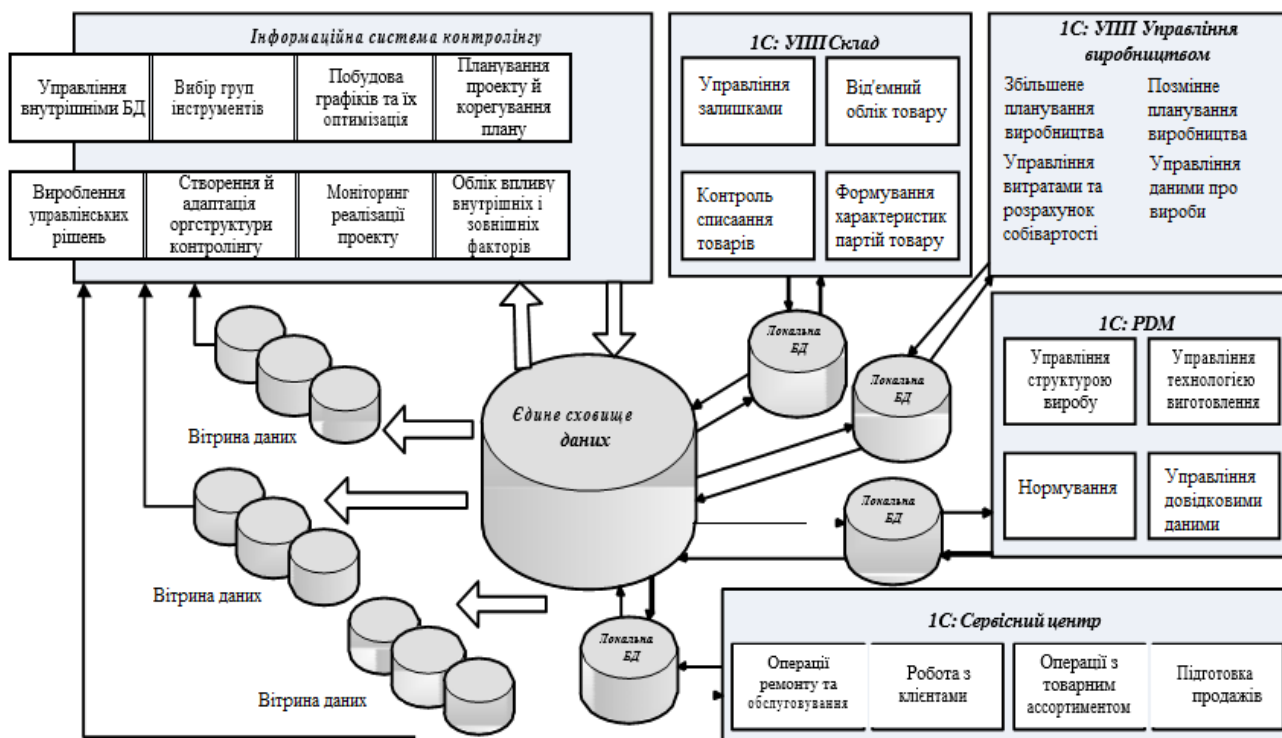


Рисунок 5.1 – Модель інтеграції розробленої СППР по проектному управлінню на основі контролінгу з модулями ERP-системи

Графічне представлення проєкції факторів зовнішнього й внутрішнього оточення на кожний етап розглянутого проєкту показано на рисунку 5.2.

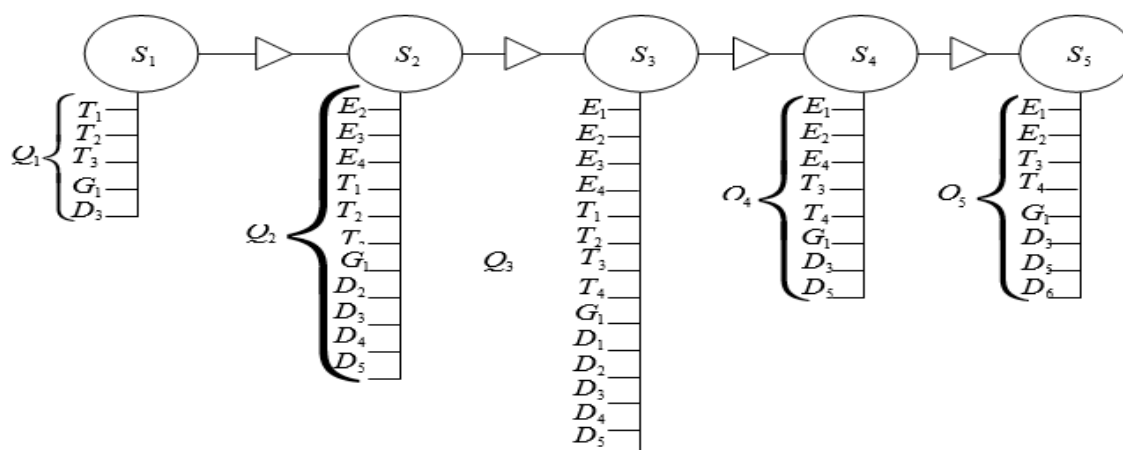


Рисунок 5.2 – Проекція факторів зовнішнього й внутрішнього оточення на етапи проєкту по розробці й організації виробництва мобільної системи

Оцінено методами верифікації складних програмних систем результати проведеного експертного аналізу ступеню впливу кожного з факторів на окремий етап проєкту, які оцінювалися в діапазоні від -1 до 1: «0» означає відсутність впливу фактора на етап; «1» – сильний позитивний вплив; «-1» – сильний негативний вплив.

Зазначені результати були занесені в базу даних модуля обліку впливу зовнішніх і внутрішніх факторів і використовувалися при виборі груп математичних інструментів контролінгу, а також при формуванні графіків робіт з врахуванням заданого критерію оптимізації.

Для оцінки ефективності виконання кожного з етапів проєкту була сформована система показників результатів даних етапів з погляду їх впливу на наступні етапи (техніко-економічні показники результатів першого рівня) і кінцеву продукцію (техніко-економічні показники результатів другого рівня). З метою уточнення сформованого набору організаційно-економічних інструментів контролінгу з врахуванням ступеня впливу зовнішніх і внутрішніх факторів також була використана система нечітких продукційних правил, заснована на застосуванні правил вигляду (2.1). В результаті, на основі використання СППР

було запропоновано внести зміни у вихідний набір зазначених інструментів.

З метою побудови графіку робіт для кожного етапу й усього проекту в цілому в СППР була введена інформація про планову тривалість та обсяги ресурсів, необхідних для реалізації кожної з робіт проекту. На рисунку 5.2 представлений вихідний графік робіт для етапу S_3 – «Проведення ДКР і технічних робіт».

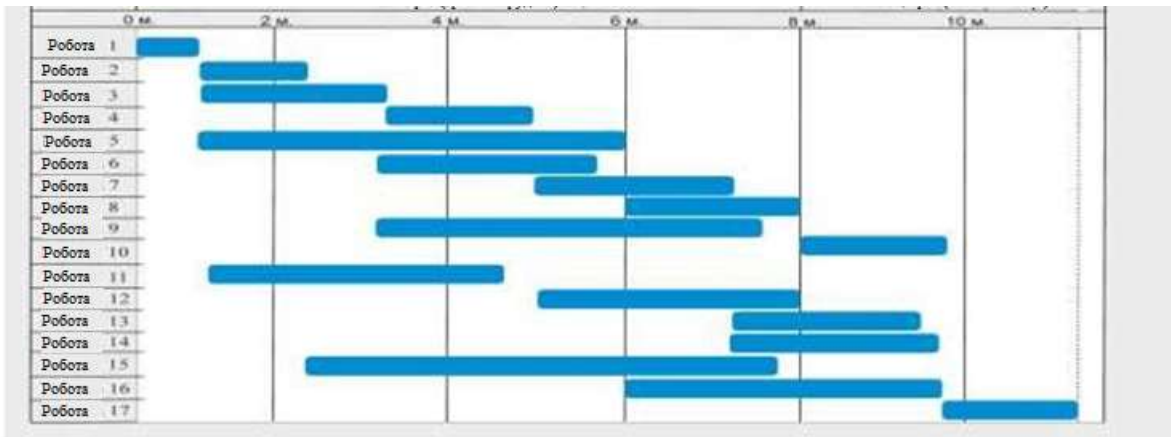


Рисунок 5.2 – Вихідний графік робіт етапу S_3 – «Проведення ДКР і технічних робіт»

На рисунку 5.3 представлений графік робіт для розглянутого етапу, уточнений з використанням розробленого й реалізованого в програмі алгоритму обліку впливу зовнішніх і внутрішніх факторів на проект, а в процесі реалізації – прогнозу зміни показників результатів і тривалості наступних робіт в залежності від спостережуваних відхилень даних показників поточних робіт.

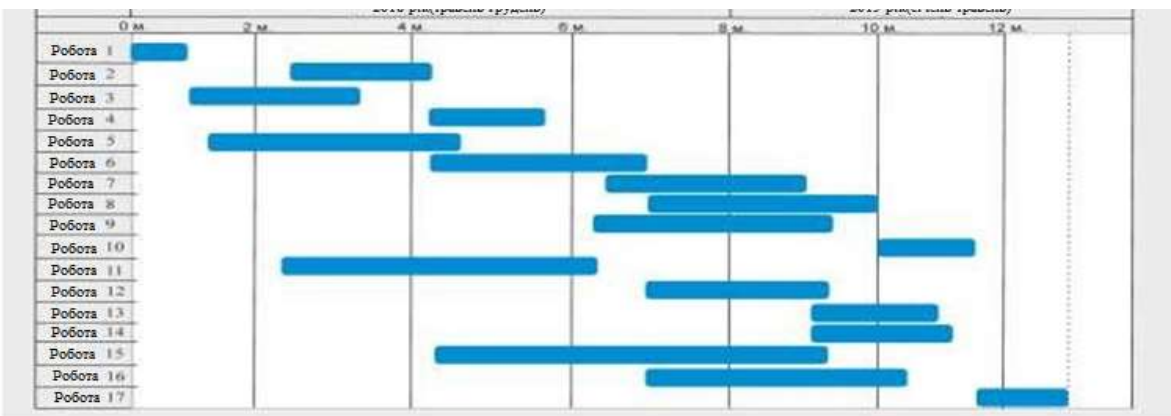


Рисунок 5.3 – Уточнений графік робіт етапу S_3 – «Проведення робіт»

Тривалість робіт та їх розташування на двох графіках суттєво

відрізняються. Це зумовлено тим, що при реалізації зазначеного проєкту на нього впливали різні фактори, які приводили до зміни як тривалості виконання робіт, так і значень їх техніко-економічних показників. У зв'язку із цим для досягнення поставлених цілей з використанням запропонованого алгоритму відбувалася перебудова планового графіку залежно від отриманих при реалізації конкретної роботи відхилень.

Таким чином, розроблено процедуру створення й адаптації організаційної структури контролінгу проєктної діяльності приладобудівного підприємства. На прикладі одного з проєктів, що планується до впровадження на нввиконується НПП «Метекол» (див. рисунок 5.4) показано, що застосування запропонованих інструментів контролінгу для підтримки прийняття рішень по проєктному управлінню дозволяє скоротити час і знизити витрати на його реалізацію.

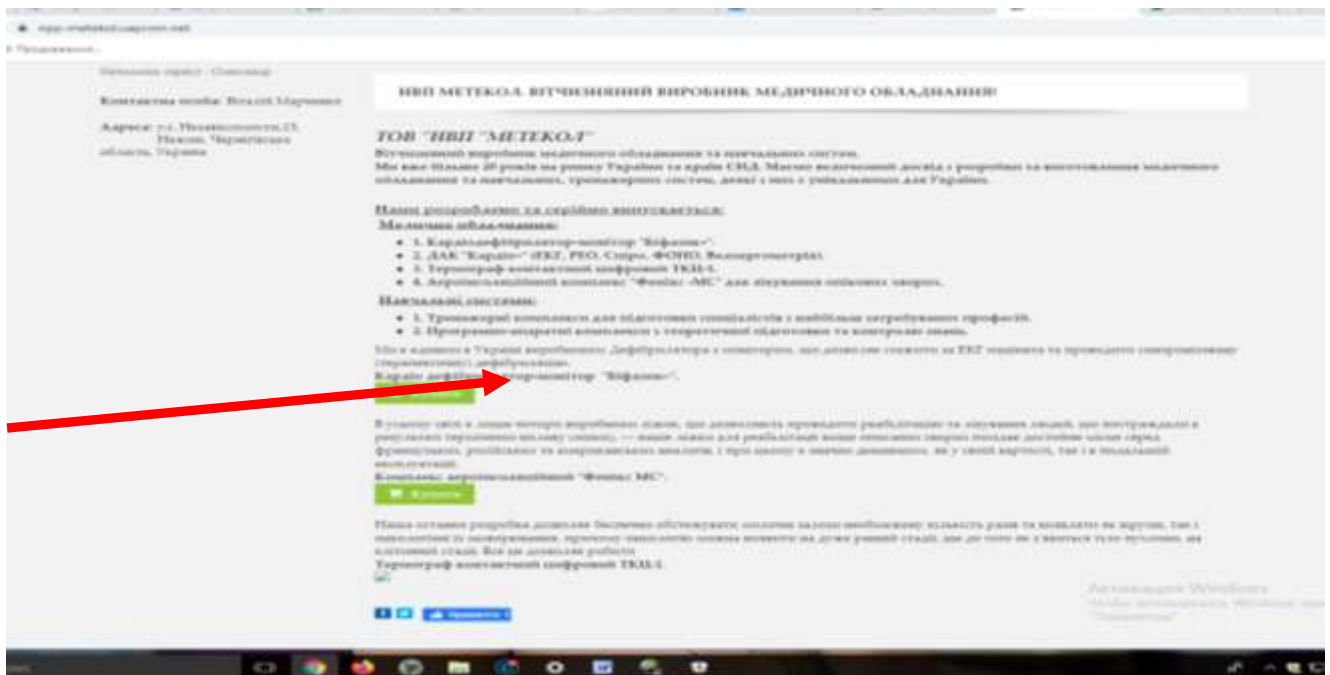


Рисунок 5.4 – Перелік поточних проєктів НПП «Метекол»

Процедура припускає використання чотирьох запропонованих схем (варіантів) позиціонування служби контролінгу й окремих контролерів у системі управління підприємством: вертикальне, функціональне, проєктне й проєктно-функціональне позиціонування.

ВИСНОВКИ

В результаті проведеного дослідження було вирішено актуальне наукове завдання створення й практичного застосування інструментів формування й адаптації системи контролінгу проєктної діяльності приладобудівного підприємства з використанням розроблених методичних підходів до реалізації процедур підтримки прийняття рішень на вибір груп інструментів управління проєктами й формування організаційної структури контролінгу на основі оцінки впливу зовнішніх і внутрішніх факторів, а також складання оптимального з погляду тривалості або використовуваних обсягів ресурсів графіку робіт проєкту.

Розроблено алгоритми складання графіку робіт проєкту на основі оцінки впливу факторів внутрішнього й зовнішнього оточення; процедура створення й адаптації організаційної структури контролінгу проєктної діяльності приладобудівного підприємства.

Показано, що вертикальну й функціональну схему позиціонування контролерів раціонально використовувати в складі лінійно-функціональних організаційних структур приладобудівного підприємства в цілому. При наявності елементів матричного або проєктно-матричного управління підприємством запропоновано реалізовувати проєктну або проєктно-функціональну схему позиціонування контролерів.

Залежно від особливостей реалізованих проєктів пропонується наділяти контролерів одним із двох варіантів повноважень, умовно названих дорадчим і виконавчим варіантами. При реалізації дорадчого варіанта контролерам відносяться обов'язки моніторингу, збирання, обробки й надання інформації, а також вироблення відповідних рекомендацій з управління проєктною діяльністю, необхідних менеджменту при прийнятті управлінських рішень. У випадку використання виконавчого варіанту, контролери в рамках функціональної сфери своєї діяльності реалізують управлінсько-розпорядчі функції по застосуванню тих чи інших інструментів проєктного управління структурними підрозділами різного

рівня. Вибір варіанту розподілу повноважень здійснюється на основі аналізу ступеню впливу факторів невизначеності на результати реалізації етапів проєкту.

Запропоновані інструменти створення й адаптації системи контролінгу реалізовані при розробці алгоритмічного забезпечення системи підтримки прийняття рішень (СППР) по проєктному управлінню в приладобудуванні. У якості середовища проєктування бази даних використана бета-версія СУБД Oracle Database 11g Express Edition.

Код програми реалізований мовою Java 8.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Антипов С. Г., Фомина М. В. Метод формирования обобщенных понятий с использованием темпоральных деревьев решений // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2015. – Т. 2. – С. 64–76.
2. Antipov S.G., Fomina, M.V. A method for compiling general concepts with the use of temporal decision trees // Scientific and Technical Information Processing. – 2011. – Vol. 38, no. 6. – Pp. 409–419. – URL: <http://dx.doi.org/10.3103/S0147688211060025>.
3. С. Г. Антипов, М. В. Фомина. Проблема обнаружения аномалий в наборах временных рядов // Программные продукты и системы. – 2012. – Т. 2. – С. 78–82.
4. Vagin, V.N., Fomina, M.V., Antipov, S.G. Modeling of algorithms of inductive concept formation in “noisy” databases // Automatic Documentation and Mathematical Linguistics. – 2013. – Vol. 47, no. 4. – Pp. 151–161. – URL: <http://dx.doi.org/10.3103/S0005105513040055>.
5. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). – 5th ed. – Project Management Institute, 2013. - 616 p.
6. Cohen M.A., Grossberg S. Absolute stability of global pattern formation and parallel memory storage by competitive neural networks//IEEE Trans. Syst., Man, Cybern. 2016. Vol. 13. N 5. P. 815 – 826.
7. A Guide to the SCRUM BODY OF KNOWLEDGE (SBOK™ GUIDE) // Электронный ресурс// URL: <https://www.scrumstudy.com/SBOK/SCRUMstudy-SBOK-Guide-3rd.pdf>
8. C. Stefano, C. Sansone, M. Vento. To reject or not to reject: that is the question - an answer in case of neural classifiers // IEEE Transactions on Systems, Management and Cybernetics. – 2000. – Vol. 1. – Pp. 84–94.
9. Гаазе-Рапопорт М. Г., Поспелов Д. А. Толковый словарь по искусственному интеллекту. – М.: Радио и связь, 1992. – Р. 256.

10. Арский Ю.М., Финн В. К. Принципы конструирования интеллектуальных систем // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2008. – № 4. – С. 4–37.
11. Башмаков А. И., Интеллектуальные информационные технологии: Учеб. пособие. – Москва: Изд. МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. – 304 с.
12. Еремеев А.П., Троицкий В.В. Модели представления временных зависимостей в интеллектуальных системах поддержки принятия решений // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2003. – № 5. – С. 75–88.
13. Thomas G. Dietterich, Ryszard S. Michalski. Inductive Learning of Structural Descriptions: Evaluation Criteria and Comparative Review of Selected Methods // Artif. Intell. – 1981. – Vol. 16, no. 3. – Pp. 257–294.
14. Гарратано Дж., Райли Г. Экспертные системы: принципы разработки и программирование. – 4 изд. – Москва: ООО «И.Д. Вильямс», 2007. – 1152 с.
15. Поспелов Д. А.. Моделирование рассуждений. Опыт анализа мыслительных актов. – Москва: Радио и связь, 1989. – 184 с.
16. Newell A., Simon H. A. Computer science as empirical inquiry: symbols and search // Commun. ACM. – 2016. – mar. – Vol. 19, no. 3. – Pp. 113–126. – URL: <http://doi.acm.org/10.1145/360018.360022>.
17. Collins A.M., Quillian M.R. Retrieval time from semantic memory // Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. – 2009. – Vol. 8. – Pp. 240–248.
18. Вагин В. Н. Дедукция и обобщение в системах принятия решений. – Москва: Наука, 1988. – 384 pp.
19. Дудар З.В. Порівняння методів прогнозування часових рядів / З.В. Дудар, М.С. Широкопетлева, О.А. Пономаренко // Бионика интеллекта. – Харків: ХНУРЕ, 2018. – Вип.2 (91). – С.41-47
20. Sowa F. J. Encyclopedia of Artificial Intelligence. – 2nd edition. – New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2012.
21. Minsky M. A Framework for Representing Knowledge: Tech. Rep. : Cambridge, MA, USA, 1974.

22. Axelrod R. M. Structure of decision: the cognitive maps of political elites / edited by Robert Axelrod; written under the auspices of the Institute of International Studies, University of California (Berkeley) and the Institute of Public Policy Studies, the University Michigan. – Princeton University Press, Princeton, N.J., 2016. – P. 404.

23. Tolman E. C. Cognitive maps in rats and men. // Psychological review. – 2018. – jul. – Vol. 55, no. 4. – Pp. 189–208.

24. Люгер Дж. Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. – 4-е издание изд. – Москва: Издательский дом «Вильямс», 2013. – 864 с.

25. McCulloch W. S., Pitts W. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity // Bulletin of Mathematical Biology. – 2017. – dec. – Vol. 5, no. 4. – Pp. 115–133. – URL: <http://dx.doi.org/10.1007/BF02478259>.

26. Outlier Detection Using Replicator Neural Networks / Simon Hawkins, Hongx-ing He, Graham Williams, Rohan Baxter // In Proc. of the Fifth Int. Conf. And Data Warehousing and Knowledge Discovery (DaWaK02. – 2012. – Pp. 170–180.

27. Constructing Boosting Algorithms from SVMs: An Application to One- Class Classification / Ratsch,? Gunnar, Mika, Sebastian, Scholkopf,? Bernhard, Muller,?Klaus-Robert // IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell. – 2019. – sep. – Vol. 24, no. 9. – Pp. 1184–1199. – URL: <http://dx.doi.org/10.1109/ TPAMI.2002.1033211>.

28. Logical networks and their usage in solving of morphological tasks Shubin, I., Kozyriev, A., Pitiukova, M., Svyatkin, Y. CEUR Workshop Proceedings, 2020, 2604, pp. 1172–1185

29. Using artificial anomalies to detect unknown and known network intrusions / Fan, W., Miller, M., Stolfo, S. et al. // Knowl. Inf. Syst. – 2018. – sep. – Vol. 6, no. 5. – Pp. 507–527. – URL: <http://dx.doi.org/10.1007/s10115-003-0132-7>.