

**І.Ш. Невлюдов**

**ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ  
ОБҐРУНТУВАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ  
РІШЕНЬ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОМУ  
ВИРОБНИЦТВІ**

**ПІДРУЧНИК**

Видавець Чернявський Д.О.  
м. Кривий Ріг  
2024

**Рецензенти:**

**Полозова Т.В.**, д. екон. н., доцент, завідувач кафедри економічної кібернетики та управління економічною безпекою Харківського національного університету радіоелектроніки

**Замірець М.В.** д. т. н., професор, директор Державного підприємства «Науково-дослідний технологічний інститут приладобудування», Лауреат Держпремії України в галузі науки і техніки

**Євсєєв В. В.** д. т. н., професор, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки Харківського національного університету радіоелектроніки

*Рекомендовано Вченою радою  
Харківського національного університету радіоелектроніки  
(протокол № 4 від 28.03.2024 2024 року).*

Невлюдов І.Ш.

**Н 40 Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень в інтелектуальному виробництві: Підручник**

Кривий Ріг: видавець Чернявський Д.О., 2024 – 388 с.з іл.

**ISBN 978-617-8045-87-6**

У підручнику приведено основні положення та технології Industry 4.0, описано сутність та необхідність впровадження циркулярної економіки, розрахункові аспекти організації сучасних промислових виробництв галузі радіоелектронного приладобудування. Представлені та детально розібрані приклади розрахунку показників організації виробничих процесів зазначеної галузі, розрахунку показників радіоелектронних приладів, як об'єктів виробництва, та розрахунку показників обладнання та засобів автоматизації сучасних виробництв. Теоретичні відомості підкріплені детально розібраними прикладами розв'язання реальних практичних задач, а також варіантами завдань для самостійного розв'язання.

Підручник призначено для підготовки фахівців у галузі 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації, спеціальності спеціальності 174 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка. Може бути корисний аспірантам та фахівцям в промисловості, робота яких пов'язана з розробкою та організацією виробництв галузі радіоелектронного приладобудування.

**ISBN 978-617-8045-87-6**

©І.Ш. Невлюдов

© Харківський національний університет радіоелектроніки, 2024

© Видавець Д.О. Чернявський

## ЗМІСТ

<b>Вступ.....</b>	<b>9</b>
<b>1 Сучасний стан інтелектуально-автоматизованого виробництва....</b>	<b>9</b>
1.1 Сучасні інтелектуальні технології, що застосовують в автоматизованому виробництві.....	9
1.2 Особливості використання інтелектуальних виробничих систем	18
1.3 Подання знань в інтелектуальних виробничих системах.....	20
1.4 Основні технології Індустрії 4.0.....	25
1.4.1 Термінологія на основні характеристики Індустрії 4.0.....	25
1.4.2 Головні характеристики та технології Індустрії 4.0.....	28
1.5 Стратегічні аспекти технології. Роль технології в стратегії бізнесу.....	32
1.5.1 Технологія як засіб конкуренції.....	32
1.5.2 Життєві цикли попиту і технологій.....	33
1.5.3 Мінливість технології.....	37
1.6 Методи аналізу і оцінки роботи систем автоматизації.....	40
1.6.1. Оцінка ефективності систем автоматизації.....	41
1.6.2 Ефективність планованої системи автоматизації.....	41
1.6.3 Узагальнена ефективність планованої системи автоматизації.....	46
1.6.4 Ефективність функціонуючої системи автоматизації.....	49
1.6.5 Оцінка змін виробничих показників від автоматизації.....	50
1.7 Розрахунок економічної ефективності систем автоматизації.....	56
1.7.1 Аудит коштів і систем автоматизації.....	63
1.7.2 Особливості поточного аналізу систем автоматизації.....	65
1.7.3 Характеристики аудиту коштів і систем автоматизації.....	66
1.7.4 Особливості окремих способів аудиту систем автоматизації.....	70
1.8 Сутність та необхідність впровадження циркулярної економіки...	75
1.8.1 Переваги від впровадження рішень циркулярної економіки..	79
1.8.2 Стратегія ресурсоефективності на основі R-дій.....	80
1.8.3 Приклади бізнес-рішень європейських компаній з циркулярної економіки.....	83
1.8.4 Приклади бізнес-рішень українських компаній з циркулярної економіки.....	85
1.9 Контрольні питання до розділу.....	87

<b>2 Основні економічні показники діяльності підприємства.....</b>	<b>88</b>
2.1 Сутність поняття собівартості продукції.....	88
2.2 Валовий дохід, прибуток і рентабельність.....	90
2.3 Економічний ефект і ефективність.....	92
2.3.1 Особливі вимоги до аналізу й оцінки діяльності організації.....	93
2.3.2 Вимірювання ефективності.....	95
2.3.3 Оцінка ефективності.....	98
2.3.4 Система показників ефективності.....	100
2.4 Окупність витрат, термін окупності.....	103
2.5 Контрольні питання до розділу.....	105
<b>3 Технологія приладобудування.....</b>	<b>107</b>
3.1 Основні поняття про виріб, виробничий і технологічний процес. Поняття про якість приладів.....	107
3.1.1 Види виробів.....	107
3.1.2 Види конструкторських документів.....	108
3.1.3 Основні етапи проектування приладів.....	108
3.1.4 Виробничий і технологічний процес. Структура технологічного процесу.....	111
3.1.5 Типи виробництва.....	112
3.1.6 Види технологічних процесів.....	113
3.1.7 Основні методи організації технологічних процесів.....	115
3.1.8 Поняття про якість приладів. Основні групи показників якості.....	116
3.2 Контрольні питання до розділу.....	119
<b>4 Зміст економічного аналізу й розрахунків на різних стадіях життєвого циклу виробу.....</b>	<b>121</b>
4.1 Необхідність і зміст економічного аналізу й розрахунків на різних стадіях розробки нового приладу.....	121
4.2 Зміст економічної частини проекту приладу (системи).....	124
4.3 Поняття технічного рівня приладу.....	126
4.4 Основні етапи розробки й впровадження нового приладу (системи).....	130
4.5 Контрольні питання до розділу.....	137
<b>5 Організація й порядок виконання НДР.....</b>	<b>138</b>
5.1 Види НДР і їхні основні етапи.....	138
5.2 Методи оцінки науково-технічної результативності НДР.....	145
5.3 Контрольні питання до розділу.....	149

<b>6</b>	<b>Порядок виконання й ефективність ДКР.....</b>	<b>150</b>
6.1.	Основні завдання й етапи ДКР.....	150
6.2	Інтегральний технічний показник якості виробу.....	166
6.3	Методи оцінки технічного рівня створюваного приладу.....	173
6.4	Керування ефективністю розробки.....	191
6.5	Контрольні питання до розділу.....	195
<b>7</b>	<b>Інновації: становлення та сучасні тенденції розвитку.....</b>	<b>196</b>
7.1	Виникнення та розвиток теорії інновацій.....	196
7.2	Науково-технічний прогрес та його роль у конкурентному розвитку країни.....	207
7.3	Сучасні світові тенденції розвитку інновацій.....	210
7.4	Інноваційна діяльність в Україні та країнах-лідерах.....	214
7.5	Контрольні питання до розділу.....	219
<b>8</b>	<b>Сутнісна характеристика інноваційних процесів.....</b>	<b>222</b>
8.1	Сфера інноваційної діяльності.....	222
8.2	Інноваційний процес, його етапи та стадії.....	226
8.3	Система класифікації інновацій.....	235
8.4	Життєвий цикл інновацій.....	240
8.5	Стратегія і тактика відновлення виробництва.....	244
8.6	Контрольні питання до розділу.....	256
<b>9</b>	<b>Маркетинговий підхід до розробки й виведення на ринок нового виробу.....</b>	<b>259</b>
9.1	НДР та ДКР як фактор конкурентного успіху.....	259
9.2	Економічна оцінка інженерних рішень (науково-технічних проєктів).....	260
9.3	Оцінка ефективності інвестицій у НДР та ДКР.....	262
9.4	Облік фактора ризику у фінансовому аналізі.....	269
9.5	Контрольні питання до розділу.....	272
<b>10</b>	<b>Забезпечення якості виробу.....</b>	<b>273</b>
10.1	Роль науково-технічної підготовки виробництва.....	273
10.2	Комплексна система забезпечення якості виробу.....	275
10.3	Техніко-економічне керування надійністю виробу.....	277
10.4	Контрольні питання до розділу.....	281
<b>11</b>	<b>Підготовка виробництва на заводі-виготовлювачі продукції.....</b>	<b>282</b>
11.1	Характер управлінських рішень, що передують підготовці виробництва.....	282

11.2	Конструкторська підготовка виробництва на заводі-виготовлювачі серійної продукції.....	283
11.3	Технологічна підготовка виробництва (ТПВ).....	285
11.4	Вибір оптимального варіанта технологічного процесу.....	288
11.5	Організаційна підготовка виробництва (ОПВ).....	292
11.6	Характер зміни техніко-економічних показників нових виробів на стадії освоєння.....	293
11.7	Контрольні питання до розділу.....	299
<b>12</b>	<b>Комплексна оцінка ефективності інноваційної діяльності підприємства.....</b>	<b>300</b>
12.1	Основні поняття.....	300
12.2	Види ефекту від реалізації інновацій.....	300
12.3	Економічна ефективність.....	306
12.4	Статичні та динамічні показники ефективності.....	312
12.5	Контрольні питання до розділу.....	321
<b>13</b>	<b>Оцінка ефективності на стадії розробки проекту.....</b>	<b>329</b>
13.1	Оцінка економічного ефекту НДДКР.....	329
13.2	Прогнозування економічних показників проекту.....	331
13.3	Методика розрахунку лімітної ціни НДДКР.....	335
13.3.1	Терміни і поняття.....	335
13.3.2	Умовні типові етапи НДДКР.....	338
13.3.3	Визначення договірної ціни НДДКР.....	343
13.3.4	Економічне обґрунтування трудомісткості НДДКР.....	344
13.3.5	Визначення ціни одного людино-дня.....	347
13.3.6	Обґрунтування вартості виготовлених дослідних зразків... ..	348
13.3.7	Визначення лімітних цін на НДДКР.....	351
13.4	Оцінка економічної ефективності НДДКР.....	353
13.4.1	Особливості оцінки економічної ефективності НДДКР.....	353
13.4.2	Розрахунок економічної ефективності НДДКР.....	356
13.5	Контрольні питання до розділу.....	359
<b>14</b>	<b>Бізнес – планування інноваційних проектів.....</b>	<b>360</b>
14.1	Зміст і методика розробки бізнес-плану.....	360
14.2	Мета, завдання та зміст розділів бізнес-плану.....	361
14.3	Роль і місце ризику у фінансуванні інноваційної діяльності.....	370
14.4	Методи оцінки ризику.....	377
14.5	Контрольні питання до розділу.....	383
	<b>Список використаної літератури.....</b>	<b>384</b>

## ВСТУП

Інтелектуальні технології знаходять все більше застосування в різних областях людської діяльності. Використання інтелектуальних виробничих систем дозволило істотно підвищити якість продукції, що випускається за рахунок автоматизації більшості операцій, в тому числі тих, які до останнього часу вважалися мало придатними для повної автоматизації, наприклад, високоточне налагодження технологічного устаткування. Сучасні адаптивні інтелектуальні системи дозволяють автоматизувати практично будь-яку стадію виробництва приладів і пристроїв. З іншого боку, вартість такої автоматизації все ще досить висока і економічна ефективність впровадження тієї чи іншої інтелектуальної виробничої системи вимагає ретельного вивчення і обґрунтування.

Автоматизоване виробництво являє собою сукупність взаємозалежних процесів, за допомогою яких із сировинних ресурсів і виробів електронної техніки створюються необхідні продукти, призначені для використання в сфері споживання або виробництва. Розвиток сучасного виробництва характеризується безперервним процесом відновлення матеріально-технічної бази й технології виробництва, ускладненням циклу підготовки виробництва, комплексною механізацією й автоматизацією виробничих процесів.

Конструювання й технологія виробництва є частинами складного процесу розробки приладу й не можуть виконуватися окремо, без обліку взаємозв'язків між собою й з іншими етапами розробки, і визначають в остаточному підсумку загальні споживчі властивості виробів.

На всіх стадіях розробки й етапах впровадження нового приладу необхідні економічні обґрунтування й розрахунки. Це обумовлюється тим, що техніка тісно пов'язана з економікою. Економія витрат і задоволення якісно нових потреб суспільства є головною пружиною технічного прогресу.

Впровадження різних технічних удосконалень варто розглядати не тільки з технічної, але й з економічної точки зору. Економіка здобуває все більше значення при рішенні технічних проблем.

Економічне обґрунтування розробок і проектів нових типів приладів необхідно для виявлення економічної ефективності їхнього впровадження. Сам зміст поняття економічної ефективності істотно змінилося. Економічність виробу розглядалася як його дешевина. Тепер висока економічність – це поняття набагато більше складна й широкі, ніж низька

ціна самого виробу.

З вибором економічно найбільш ефективних варіантів дослідникам і розроблювачам доводиться зіштовхуватися в процесі розробки не тільки нових моделей приладів (систем), а й технологічних процесів.

Автор вдячний своїм колегам, які допомагали йому в роботі над рукописом та підтримували порадами – Андрусевичу А. О., Колупасвій І.В., Коломієць А.І. та Хрустальовій С.В.

Особливу вдячність автор висловлює Демській Н. П. за наполегливу, кропітку працю, ініціативні рішення та творчий внесок у оформлення рукопису, що надало підручнику привабливості та значної виразності, які сприяють кращому сприйняттю викладеного матеріалу.



# 1 СУЧАСНИЙ СТАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНО-АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА

## 1.1 Сучасні інтелектуальні технології, що застосовують в автоматизованому виробництві

В останні десятиліття основна тенденція у розвитку промислового виробництва полягала в розробці систем комплексної автоматизації. Варто відзначити, що під комплексною автоматизацією розуміється поступовий перехід до інтегрованих науково-виробничих комплексів, що базуються на широкому застосуванні гнучких засобів автоматизації та обчислювальної техніки протягом усього виробничого циклу – від наукових досліджень до випуску готової продукції. При цьому автоматизація власне виробництва полягає в створенні робототехнологічних комплексів. У свою чергу, бурхливий розвиток в останні роки інформаційних технологій дозволило здійснити більш тісну інтеграцію систем автоматизованого виробництва, робототехнічних комплексів і електронно-обчислювальних систем. В першу чергу це пов'язано з бурхливим розвитком систем штучного інтелекту. Включення у виробничий ланцюг елементів штучного інтелекту (ШІ) дозволяє домогтися максимальної автономності виробничого комплексу і ввести в автоматизовану систему новий рівень управління.

«Штучний інтелект – це один з напрямків інформатики, метою якого є розробка апаратно–програмних засобів, що дозволяють користувачеві–непрограмістів ставити і вирішувати свої, що традиційно вважаються інтелектуальними завдання, спілкуючись з ЕОМ на обмеженій підмножині природної мови». Предметом ШІ є вивчення інтелектуальної діяльності людини, що підкоряється заздалегідь невідомим законам. ШІ це все те, що не може бути оброблено за допомогою алгоритмічних методів. Таким чином в ланцюг – система автоматизованого виробництва, робототехнічний комплекс і електронно-обчислювальна система – додається нова ланка – система штучного інтелекту. На відміну від традиційного методу управління автоматизованим виробництвом за допомогою електронно–обчислювального комплексу, який обробляє інформацію за відомими заздалегідь законами і алгоритмами, введення в цей ланцюг системи штучного інтелекту є не що інше, як спроба зробити автоматизовану виробничу систему як умога більш автономною та адаптуємою. При цьому під системою тут розуміється множина елементів, що знаходяться у відносинах один до одного і утворюють

причинно-наслідковий зв'язок, а під адаптивною системою така система, що зберігає працездатність при непередбачених змінах властивостей керованого об'єкту, цілей управління або навколишнього середовища шляхом зміни алгоритму функціонування, програми поведінки або пошуку оптимальних, в деяких випадках просто ефективних, рішень і станів. За способом адаптації розрізняють самонастроювальні, самонавчальні та самоорганізуючі. Таким чином, під інтелектуальною системою розуміється адаптивна система, що дозволяє виконувати програми доцільної діяльності щодо вирішення поставлених перед нею завдань на підставі конкретної ситуації, що складається на даний момент в їх навколишньому середовищі.

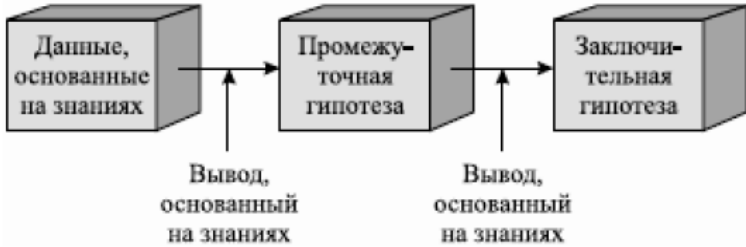
Застосування таких систем при автоматизованому виробництві приладів і пристроїв є більш доцільн як з технологічної точки зору, так і з економічної. До області вирішуються інтелектуальними системами завдань відносяться завдання, що володіють, як правило, такими особливостями: в цих завданнях невідомий алгоритм їх вирішення (такі завдання називають інтелектуальними); в цих завданнях використовується, крім традиційних даних в числовому форматі, інформація у вигляді зображень, малюнків, знаків, букв, слів, звуків; в таких завданнях передбачається наявність вибору. Оскільки для вирішення інтелектуальних завдань не існує алгоритму, то передбачається зробити вибір між багатьма варіантами в умовах невизначеності. Таким чином, очевидно, що свобода вибору є суттєвою ознакою інтелектуальних завдань.

Інтелектуальні технологічні системи виробництва містять змінну, що настроюється модель зовнішнього світу і реальної виконавчої системи з об'єктом управління. Мета та управляючі формуються в таких системах на основі знань про зовнішнє середовище, об'єкт управління і на основі моделювання ситуацій в реальній системі.

Центральним поняттям в інтелектуальній системі є знання. Існує безліч визначень знання. Наприклад, знання є результат, отриманий пізнанням навколишнього світу і його об'єктів або система суджень з принциповою і єдиною організацією, заснована на об'єктивній закономірності. Для галузі приладобудування найточнішим є поняття знання як сукупності фактів і правил. Фрагмент знання являє якість правило, яке в загальному випадку має вигляд якщо <умова> то <дію>. Процес логічного висновку формалізованої інформації, яку використовують в процесі виведення представлений на рис. 1.1.

Також важливим є поділ знань на статичні та динамічні. Під

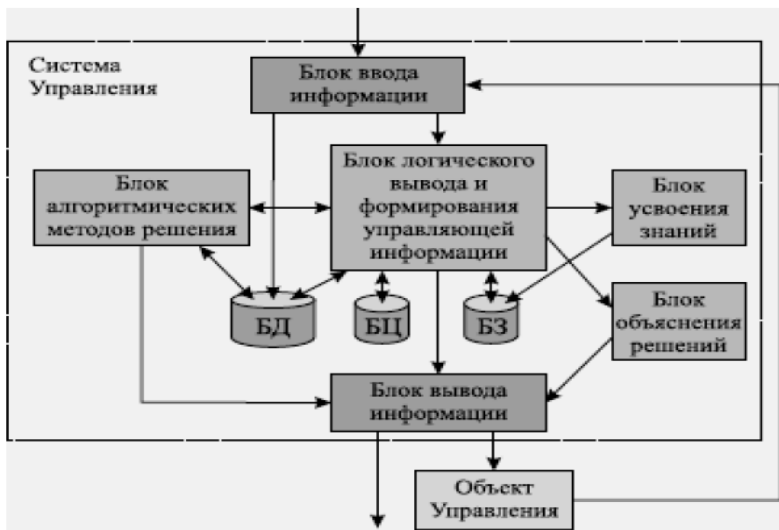
статичними розуміють такі знання, які були впроваджені в інтелектуальну систему на етапі її проектування. Відповідно, динамічні знання інтелектуальна система отримує в процесі функціонування в масштабі реального часу.



*Рисунок 1.1 – Процесс логического вывода в интеллектуальной системе*

Знання можна розділити на факти і правила. Під фактами маються на увазі знання типу «А це А», вони характерні для баз даних. Під правилами (їх ще називають продукціям) розуміються знання виду «ЯКЩО–ТОДІ». Крім цих знань існують так звані метазнання, тобто знання про знання. Створення продукційних систем для подання знань дозволило розділити знання і управління в комп'ютерній програмі, забезпечити модульність продукційних правил, тобто відсутність синтаксичного взаємодії між правилами. При створенні моделей подання знань слід враховувати такі фактори, як однорідність подання та простота розуміння.

Приклад найпростішої структурної схеми управління інтелектуальним робототехнічним модулем представлено на рис. 1.2.



*БД – база даних, БЦ – блок цілей і БЗ – база знань*

*Рисунок 1.2 – Структурна схема управління інтелектуальним робототехнічні модулем*

На рис.1.2 стрілками позначено напрямок руху інформації, двонаправленими стрілками позначено взаємодію типу «запит–відповідь» і «дія–підтвердження», вельми поширене в інформаційних системах. Входом системи є "Блок введення інформації", призначений для введення числових даних, тексту, мови, розпізнавання зображень. Інформація на вхід системи може надходити (в залежності від розв'язуваної задачі) від користувача, зовнішнього середовища, об'єкта управління. Далі вхідна інформація надходить до блоку логічного висновку, або відразу в базу даних – сукупність таблиць, що зберігають, як правило, символічну і числову інформацію про об'єкти предметної області. Блок логічного висновку і формування керуючої інформації забезпечує знаходження рішень для нечітко формалізованих задач інтелектуальної системи, здійснює планування дій і формування керуючої інформації для користувача або об'єкта управління на основі бази знань, бази даних, бази цілей і блоку алгоритмічних методів рішень.

Під базою знань розуміють сукупність знань, наприклад, система продукційних правил, про закономірності предметної області, наприклад інформація про режими різання при механічній обробці заготовок.

Блок цілей – це безліч локальних цілей системи, що представляють собою сукупність знань, активізованих в конкретний момент і в конкретній ситуації для досягнення глобальної мети. Блок алгоритмічних методів рішень містить програмні модулі вирішення завдань предметної області за жорсткими алгоритмами.

Блок засвоєння знань здійснює аналіз динамічних знань з метою їх засвоєння та збереження в базі знань.

Блок пояснення рішень інтерпретує користувачеві послідовність логічного виводу, яку застосовано для досягнення поточного результату. На виході системи блок виведення інформації забезпечує виведення даних, тексту, мови, зображень і інші результати логічного висновку користувачу або об'єкту управління. Контур зворотного зв'язку дозволяє реалізувати властивості адаптивності і навчання інтелектуальної системи.

На етапі проектування експерти та інженери зі знань наповнюють базу знань і базу цілей, а програмісти розробляють програми алгоритмічних методів рішень.

База даних створюється і поповнюється, як правило, в процесі експлуатації інтелектуальної системи. При надходженні інформації на зовнішньому мовою системи на вході блоку введення інформації проводиться її інтерпретація у внутрішнє представлення для роботи з символного моделлю системи. Блок логічного висновку вибирає з бази знань безліч правил, активізованих надійшла вхідною інформацією, і поміщає ці правила в банк цілей як поточні цілі системи. Далі блок логічного висновку по заданій стратегії, наприклад, стратегії максимальної достовірності, вибирає правило з бази цілей і намагається довідзначити змінні моделі зовнішнього світу і виконавчої системи з об'єктом управління. На основі цього активізуються нові правила бази знань і закінчується, як тільки рішення буде знайдено, або коли буде вичерпано банк цілей. Знайдене рішення з внутрішнього уявлення інтерпретується блоком виведення інформації у зовнішню мову підсистеми управління нижчого рівня та об'єкта управління.

Однією з основних тенденцій розвитку промислових інтелектуальних систем, в даний час, є явне зміщення досліджень в область нейрокібернетики, або інакше кажучи, підхід до розробки систем, які демонструють «розумну» поведінку, на основі архітектур, що нагадують пристрій мозку.

Нейронні мережі добре підходять для розпізнавання образів і

рішення задач класифікації, оптимізації та прогнозування, тому основними галузями їх застосування є промислове виробництво і робототехніка.

Нейронна мережа (НМ) вважається альтернативним підходом до побудови систем ШІ, який використовує модель, яка імітує структури нейронів в людському мозку. Іншим альтернативним підходом вважаються генетичні алгоритми (ГА), в основі яких лежить імітація еволюції різних альтернативних конфігурацій. Основними достоїнствами штучних нейронних мереж (ІНС) та генетичних алгоритмів (ГА) є:

- зберігання знання у вигляді великого числа дрібних елементів, розподілених по мережі, робота з зашумленими і недостатніми даними;
- використання принципів схрещування і мутації– кожне наступне покоління рішень може бути краще старого;
- ІНС і ГА дають природні моделі паралельної обробки даних;
- робочий процес і процес прийняття рішення не сповільнюється при виникненні великої кількості даних.

Як правило, при виконанні своїх функцій ІНС грає роль універсального апроксиматора функції декількох змінних, реалізуючи нелінійну функцію:

$$y = f(x)$$

де  $x$  – це вхідний вектор;

$y$  – реалізація векторної функції декількох змінних.

Вхідні сигнали  $x_j(j=1,2,\dots,N)$  підсумовуються з урахуванням відповідних ваг  $w_i$  (сигнал надходить в напрямку від вузла  $i$  к вузлу  $j$ ) в суматорі, після чого результат порівнюється з граничним значенням. Аргументом функції виступає сигнал:

$$u_i = \sum_{j=1}^N w_{ij}x_j(t) + w_{io}$$

де  $w_i$  – набір речових вагових коефіцієнтів, що визначають силу зв'язку між

нейронами,  $\sum_{j=1}^N w_{ij}x_j + w_{io}$  – рівень активації нейрона, який визначається

зваженою сумою його вхідних сигналів. Порогова функція визначає активний або неактивний стан нейрона і призначена для обчислення вихідного значення нейрона шляхом порівняння рівня активації з деяким порогом. Функція  $f(u)$  називається функцією активації. У моделі Маккаллока-Пітса – це порогова функція вид

$$f(u) \begin{cases} 1 \dots \text{для} \dots u > 1 \\ 0 \dots \text{для} \dots u \leq 0 \end{cases}$$

тому, яка відновлює приховані закономірності і розвиває свої здібності при обробці інформації та в результаті навчання.

Таким чином, в ІНС:

1) як в паралельних системах в будь-який момент часу в активному стані можуть перебувати декілька процесів;

2) як в розподілених системах кожен з процесів може незалежно обробляти локальні дані і приймати рішення, а окремі процеси обмінюються інформацією між собою і зовнішнім інформаційним середовищем через канали зв'язку;

3) як в адаптивних системах процеси обробки інформації організовуються таким чином, щоб досягти необхідних цілей при невизначених факторах, причому при зміні останніх система здатна адаптуватися.

ІНС володіє наступними ознаками:

1) ІНС складається з простих нейропроцесорних елементів (НЕ), або нейроелементів, є штучним аналогом біологічних нейронів;

2) не пов'язані між собою спрямованими інформаційними каналами (ІК), по яких поширюються інформаційні сигнали, закодовані в скалярній формі;

3) кожен НЕ може бути пов'язаний за допомогою вхідних ІК з безліччю інших НЕ;

4) кожен НЕ має єдиний вихідний ІК, який надалі може розгалужуватися;

5) кожен НЕ може мати власну внутрішню пам'яттю і може здійснювати локальну обробку приходить до нього інформації;

6) обробка інформації здійснюється нейроелементом локально – вона залежить тільки від значень, що надходять до вхідних ІК, і значень, що

зберігаються в його внутрішньої пам'яті;

7) ІНС розвиваються і адаптуються в процесі навчання за прикладами. Технології навчання ІНС поділяються на дві категорії:

1) навчання з учителем, при якому є безліч прикладів, в яких відгук або поведінку НС відомо;

2) навчання без вчителя або самонавчання або самоорганізація, при якому процес навчання НС відбувається автономно – в міру надходження нової інформації знаходяться деякі її властивості і закономірності та НС навчається відображати їх на виході.

Альтернативним підходом до побудови систем штучного інтелекту є генетичні алгоритми, що представляють собою алгоритми, засновані на принципах біологічної еволюції. Процеси відбору найсильніших представників та соціальні процеси були формалізовані за допомогою теорії клітинних автоматів, генетичних алгоритмів, генетичного програмування, штучного життя і інших форм емерджентних обчислень.

ГА являє собою емерджентну або виявляючу модель, т.б. модель, яка імітує найбільш елегантну і потужну форму адаптації – еволюцію форм життя тваринного і рослинного світу. ГА та інші формальні еволюційні аналоги обумовлюють найбільш точне рішення задачі за рахунок операції над популяціями кандидатів на роль рішення. Рішення задач за допомогою ГА включає в себе три стадії:

1. Подання окремих потенційних рішень в спеціальному вигляді, зручних для виконання еволюційних операцій зміни та відбору (бітові рядки);

2. Реалізація схрещування і мутації, яка властива біологічним формам життя, в результаті чого з'являється нове покоління (особин) з рекомбінованого властивостями їх батьків;

3. На основі деякого критерію відбору вибираються кращі форми життя, тобто найточніше відповідні вирішення даної проблеми.

Ці особи відбираються для виживання і відтворення, тобто для формування нового покоління потенційних рішень. В кінцевому рахунку деяке покоління особин і стане вирішенням завдання. Після аналізу кожного кандидата вибираються пари для рекомбінації. Для рекомбінації використовуються генетичні оператори, в результаті виконання яких нові рішення виходять шляхом комбінації властивостей батьків. Як і в природному еволюційному процесі, ступінь участі в репродуктивному процесі визначається для кожного кандидата значенням критерію якості:



кандидат з більш високим значенням критерію якості бере участь в процесі відтворення з найбільшою ймовірністю. Використання найбільш «слабких» кандидатів в процесі відтворення не виключається, оскільки виживання деяких слабких особин має важливе значення для розвитку популяції: вони можуть містити деякі важливі компоненти рішення, наприклад, фрагменти бітової рядки, які можуть бути розкладені при відтворенні.

Основними генетичними операторами є:

1) зхрещування (crossover) – два рішення кандидата діляться на кілька частин і обмінюються цими частинами, результатом стають два нових кандидата;

2) мутація, яка складається у випадковому виборі кандидата і випадковій зміні деяких його властивостей, наприклад: мутація може складатися в випадковому виборі біта в шаблоні і зміні його значення з 1 на 0 або на #, значення мутації полягає в можливому заповненні важливих компонентів рішення, відсутніх в вихідній популяції;

3) інверсія – зміна порядку проходження бітів в бітової стоці;

4) обмін – зміна місць двох довільних бітів.

Робота ГА по виконанню генетичних операторів триває до тих пір, поки не буде досягнуто умови його завершення, наприклад, для одного або декількох кандидатів значення критерію якості не перевищить деякого порога.

Основними областями застосування ГА є:

– рішення комбінаторних завдань і завдань оптимізації; інструмент реалізації процесів оптимізації при моделюванні виробничих процесів– оптимізація послідовності, упорядкування та вибору (Simulationstool);

– в якості алгоритму знаходження екстремуму багато екстремальної функції.

Основною перевагою ГА є їх проблемна незалежність і здатність показати при цьому хороші результати навіть при великій кількості сімулятивно- технічних рішень задач оптимізації. Основними властивостями завдань оптимізації, для вирішення яких використовуються ГА є:

– великий простір рішень;

– невідомі властивості простору рішень;

– дискретні простору рішень, які не дозволяють застосування математичної числової оптимізації проблеми;

– безліч м'яких обмежень, тобто обмежень які не обов'язково повинні виконуватися, але не врахування яких може привести до погіршення

результатів.

Кількість можливих рішень залежить від типу оптимізації, а також від кількості елементів множини визначення, яке містить елементи підлягають оптимізації.

Нейронні структури і генетичні алгоритми привабливі як засобу реалізації інтелекту з багатьох причин. Вони більш придатні для зіставлення зашумлених і недостатніх даних, тому що вони зберігають знання у вигляді великого числа дрібних елементів, розподілених по мережі. За рахунок використання принципів схрещування і мутації, кожне наступне покоління рішень може бути краще старого. Нейронні структури і генетичні алгоритми дають природні моделі паралельної обробки даних, оскільки кожен нейрон, або сегмент рішення являє собою незалежний елемент.

## **1.2 Особливості використання інтелектуальних виробничих систем**

Особливістю інтелектуальних виробничих систем є те, що вони оперують із знаннями. Найбільш складним елементом інтелектуальної виробничої системи є її інтелектуальний модуль. Розвиток інтелектуальних систем безпосередньо пов'язаний з прогресом в області інформаційних технологій, темп розвитку яких постійно збільшується. Сама інтелектуальна виробнича система складається з декількох елементів, кожен з яких є, по своїй суті, окремим напрямком наукових знань. Такими елементами є:

- інтелектуальне програмування і інтелектуальний інтерфейс;
- система адаптивного пошуку логічного виведення і мовні засоби;
- система представлення знань і формування понять;
- система формування адаптивних вирішальних правил;
- система логічного аналізу і розпізнавання сцен;
- система штучного зору і розпізнавання.

В умовах частішої зміни продукції, що випускається доводиться безперервно модифікувати алгоритми і доповнювати програмні комплекси. У міру розширення областей застосування інтелектуальної системи потрібні все нові і нові комплекси алгоритмів і програм. Одним з найбільш перспективних засобів різкого прискорення процесу програмування є застосування методів штучного інтелекту. В рамках такого підходу ЕОМ застосовується не тільки на етапі власного програмування, т. б. синтезу і

кодування програм, але і в процесі постановки завдань. Цей принципово новий підхід можна назвати інтелектуальним або концептуальним програмуванням. Його особливість полягає в тому, що з самого початку програмування ведеться в термінах і поняттях предметної області вирішуваних завдань, наприклад, в галузі приладобудування. Алгоритмізацію і програмування адаптивних систем управління окремих інтелектуальних виробничих комплексів в цілому можна розглядати як своєрідний технологічний процес складання планів вирішення завдань на ЕОМ.

Головною перевагою такого інтелектуального програмного забезпечення є можливість автоматичного синтезу програм для вирішення будь-якої задачі з деякого класу, відомості про який зберігаються в банку знань. Для реалізації цієї можливості служать діалоговий процесор і спеціальна організуюча програма – монітор. Остання, відповідно до заданої технологією, викликає з банку знань необхідні програмні модулі, постачає їх відповідними вихідними даними і поточною інформацією, що надходить по каналах зворотного зв'язку, і «збирає» робочий набір програм, що забезпечує адаптивне управління інтелектуальним виробничим комплексом в виробничих умовах, що змінюються. Удосконалення засобів інтелектуального програмування поступово позбавляє технологів від рутинної роботи з програмування рухів роботів та іншого обладнання інтелектуального виробничого комплексу. Діалоговий процесор разом з інтелектуальним монітором дозволяє технологу описувати роботизовані технологічні процеси на більш високому рівні і на більш природній мові, не вдаючись до трудомісткого програмування в кодах ЕОМ. Таким чином, відкривається реальна перспектива зняти з технологів функції програмістів. Для цього створюється інтелектуальний технологічний інтерфейс, що забезпечує спілкування технолога з керуючими ЕОМ на професійній мові. Для створення такого інтерфейсу необхідно, в свою чергу, розробити ефективні методи представлення знань, організації діалогу і розуміння природної мови.

Ці методи відносяться до області штучного інтелекту і успішно реалізуються на практиці.

### 1.3 Подання знань в інтелектуальних виробничих системах

Всі системи штучного інтелекту є системами, що базуються на знаннях. Основними властивостями таких систем є :

1. Роздільне зберігання знань, представлених в символній формі і компонентів обробки цих знань. Проведення чіткої межі між знаннями самими по собі і формальними системами для їх подання та обробки є обов'язковим для розуміння основної концепції обробки знань. Саме такий поділ є першим кроком на шляху демистифікації поняття «Штучний інтелект»;

2. Системи можуть робити висновки і приймати рішення на підставі збереженої інформації, яка представляється в системах, не відкрито, однак органічно властива цим системам. Типовим є те, що з висновками систем, що базуються на знаннях, властивий не детермінований (не певен) характер;

3. Системи мають здатність до пояснень, тобто повинні бути в стані, на вимогу вивести для користувача зрозумілу і ясну для нього ланцюжок міркувань (наприклад: кроків резолюції). Здатність до чіткого пояснення є важливим фактором, так як визнання інтелектуальної системи користувачем здебільшого залежить саме від якості такої можливості до пояснення;

4. Здатність до навчання, яка має на увазі, наприклад, здатність виводити нові знання на підставі інформації, отриманої від користувача (інформація про удачу чи невдачу минулого сеансу роботи з програмою).

Архітектура та основна концепція систем, що базуються на знанні, наведено на рис. 1.3.

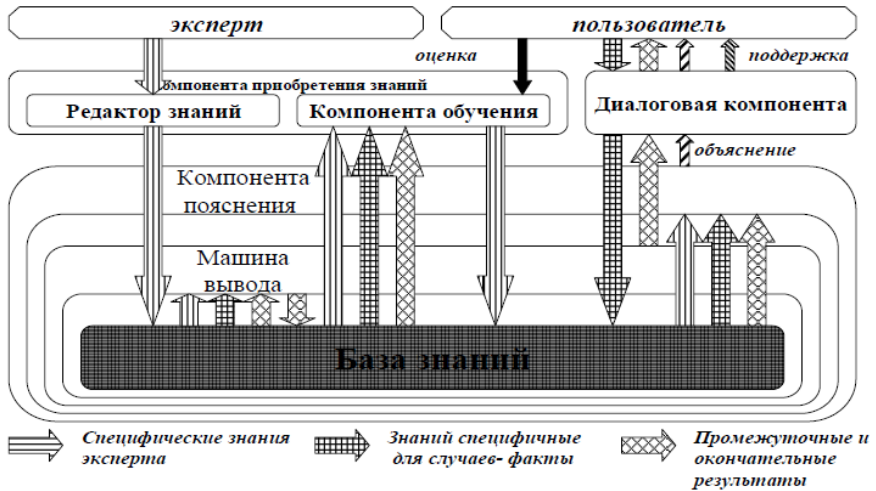


Рисунок 1.3 – Архитектура систем, що базуються на знаннях

Інтелектуальні системи поділяють такі типи подання знань.

1. Специфічні для даної галузі знання експерта:

- «статистична база знань», сформована при проектуванні системи;
- зміст залишається незмінним при використанні системи;
- зміна можлива за допомогою навчання системи.

2. Факти – знання про спеціальні випадках:

- поповнюються за рахунок введення знань користувачем під час роботи з системою.

3. Проміжні та остаточні результати: виходять за допомогою здійснення висновків на підставі наявних знань.

Прийнято розрізняти такі рівні подання знань:

- 1) рівень користувача – проблемно-орієнтований;
- 2) рівень, орієнтований на реалізацію програмної системи "tool" – орієнтований (знання представлені на мові програмування системи.);
- 3) системний рівень (біти) – (внутрішньоком'ютерне уявлення).

Мова представлення знань для систем II повинна відповідати таким вимогам:

1. Обробка знань, виражених в якісній формі.

Демонстрація зв'язку між елементами описуваної завдання і нашим власним уявленням і розумінням описуваної предметної області.

2. Логічне отримання нових знань з набору фактів і правил.

В інтелектуальних системах приладобудування найбільшого поширення набули наступні мови і моделі представлення знань [7]:

- 1) мова числення предикатів першого порядку (логічна модель);
- 2) семантичні або когнітивні мережі;
- 3) фрейми;
- 4) продукційні правила.

Фрейми являють собою сукупність знань про досить складних об'єктах і ситуаціях. Модель представлення знань на основі фреймів використовує концепцію організації пам'яті, розуміння і навчання людини.

Фрейм – це одиниця представлення знань, деталі якої можуть змінюватися відповідно до поточної ситуації. Фрейм в будь-який момент може бути доповнений різною інформацією, що стосується способів застосування даного фрейму, наслідків цього застосування і т.д. Тому фрейми містять не тільки локальні відомості про конкретні об'єкти, які можна представити за допомогою логічних описів в термінах предикатів – ознак, але і знання про можливі дії та умови їх застосовності.

В основі фреймової моделі подання знань систем штучного інтелекту лежать два основних допущення:

1. Відчуття, уявлення, моделювання та мислення людини наводиться в рух очікуванням. При назві визначення в мозку той час виробляються асоціації представлених і властивості названого об'єкта;

2. Існує ієрархія, відповідно до якої властивості можуть успадковуватися.

До переваг фреймової моделі слід віднести наступне:

- простота звернення і обробки;
- заповнення фреймів дуже легке;
- простота виведення (висновки на підставі знань про вищестоящих концепціях відповідають людському мисленню);
- дозволяють маніпулювати як декларативними, так і процедурними знаннями.

До недоліків відносять:

- не існує формальної семантики;
- не існує загальноприйнятої методи обчислень тобто, обробка повинна бути пристосована до випадку застосування;
- малий потенціал виведення (висновки базуються тільки на знаннях про ієрархічних відносинах).

Застосовувані декларативні (дескриптивні) форми подання часто розширюються за рахунок процедуральних (імперативних) компонентів (рис. 1.4).

Зручною формою запису фреймів є семантичні мережі (СС), доповнені описами можливих дій і умов їх застосування.

Семантична мережа позначає властивість уявлень, заснованих на графах. СС можуть бути представлені за допомогою логічної моделі відповідно до шаблону, представленим на рис. 1.4.

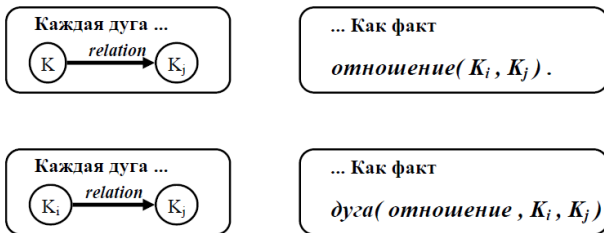


Рисунок 1.4 – Подання СС за допомогою мови числення предикатів

Важливою перевагою семантичних мереж є те, що знання які подаються ними добре піддаються обробці на ЕОМ. Це забезпечується явним завданням зв'язків між об'єктами і дозволяє розшифрувати зміст тексту, заданого семантичної мережею. Семантична мережа може описувати клас об'єктів або ситуацій. Найбільшого поширення в інтелектуальних технічних системах отримали не СС, як струмові, а їх більш розвинений варіант концептуальні графи або когнітивні мережі.

Одним з основних інструментаріїв, які використовуються для управління інтелектуальними технологічними комплексами, є так звана мова предикатів або числення предикатів.

Обчислення предикатів містить наступний алфавіт символів:

1. Предметна область і терми. Об'єкти і поняття, якими доводиться оперувати при вирішенні того чи іншого інтелектуального завдання, відносяться до деякої безлічі  $\Omega$ , званому предметною областю. Фіксовані елементи цієї області називаються предметними постійними (константами). Змінні, що приймають значення з  $\Omega$ , називаються предметними змінними. Предметні змінні, константи, а також функції від них називаються термами.

2. Змінні висловлювання і предикати. Змінні, що приймають значення «істина» (I) або «брехня» (J), називаються змінними

висловлюваннями. Функції, аргументи яких приймають значення з області  $\Omega$ , а самі функції приймають лише два значення (І чи Л), називаються предикатами. Предикат, аргументами якого є  $n$  предметних змінних, називається  $n$ -місцевим. Якщо  $n = 1$ , то предикат зазвичай визначає деякий властивість предмета, якщо  $n \geq 2$ , то предикат може висловлювати  $n$ -арне відношення між предметами. Таким чином предикат вказує на відношення між декількома об'єктами (в тому числі нульовим числом об'єктів) в світі. Кількість об'єктів пов'язаних таким чином визначають парність предиката. Предикат парності  $n$  однозначно відображає безліч елементів  $n$  з області визначення  $I$  в однозначно визначається безліч значень істинності.

Знання мови числення предикатів і пов'язаних з ним засобів пошуку логічного висновку є необхідною для вирішення завдань автоматичного формування понять, уявлення знань, синтезу вирішальних правил, розпізнавання об'єктів та аналізу сцен. Без вирішення цих завдань неможливо здійснити впровадження елементів штучного інтелекту в виробничо-технологічні системи.

Перевагою оптимальних ідентифікуючих і розпізнаючих правил є гарантована ними висока точність розпізнавання при вельми економному логічному описі класів і поданні відповідних понять. Це призводить в ряді випадків до значної економії часу і коштів (зокрема, пам'яті системи управління інтелектуальним виробничим комплексом), необхідних для розпізнавання різних класів об'єктів і ситуацій. Для представлення знань в класах об'єктів зовнішнього середовища у вигляді формул обчислення предикатів можна використовувати яку інформацію, укладену в навчальній вибірці, або словесний опис класів.

Система управління інтелектуальним комплексом, що реалізує логічні засоби формування понять і подання знань, автоматично будує (за навчальною вибіркою або виходячи з апріорного опису класів) проблемно орієнтовану систему аксіом класів, що володіє властивостями повноти, несуперечності і інваріантності. Що виходять в результаті аксіоматична система понять виступає як ефективний засіб логічного представлення знань про зовнішнє середовище в пам'яті керуючої ЕОМ комплексу.



## 1.4 Основні технології Індустрії 4.0

Незважаючи на активне впровадження різних видів інфокомунікаційних технологій (ІКТ), електроніки та промислової робототехніки в виробничі процеси, автоматизація промисловості, що почалася в кінці ХХ століття, носила переважно локальний характер, коли кожне підприємство або підрозділу всередині одного підприємства використовували власну (пропріетарних) систему управління (або їх поєднання), які були несумісні з іншими системам.

Розвиток інтернету, інфокомунікаційних технологій (ІКТ), стійких каналів зв'язку, хмарних технологій і цифрових платформ, а також інформаційний «вибух» вирвалися з різних каналів даних, забезпечили появу відкритих інформаційних систем і глобальних промислових мереж, що виходять за межі окремого підприємства і взаємодіючих між собою. Такі системи і мережі надають перетворює вплив на всі сектори сучасної економіки та бізнесу за межами самого сектора ІКТ, і переводять промислову автоматизацію на нову четверту сходинку індустріалізації.

Четверта індустріальна революція (Індустрія 4.0) – перехід на повністю автоматизоване цифрове виробництво, кероване інтелектуальними системами в режимі реального часу в постійній взаємодії із зовнішнім середовищем, що виходить за межі одного підприємства, з перспективою об'єднання в глобальну промислову мережу Речей і послуг.

У вузькому сенсі Індустрія 4.0 (Industrie 4.0) – це назва одного з 10 проєктів державної Hi-Tech стратегії Німеччини до 2020 року, що описує концепцію розумного виробництва (Smart Manufacturing) на базі глобальної промислової мережі інтернету речей і послуг (Internet of Things and Services).

У широкому сенсі, Індустрія 4.0 характеризує поточний тренд розвитку автоматизації та обміну даними, який включає в себе кіберфізичні системи, Інтернет речей і хмарні обчислення. Являє собою новий рівень організації виробництва і управління ланцюжком створення вартості протягом усього життєвого циклу продукції, що випускається.

### *1.4.1 Термінологія та основні характеристики Індустрії 4.0*

Четверта індустріальна революція (Індустрія 4.0) – перехід на повністю автоматизоване цифрове виробництво, кероване інтелектуальними системами в режимі реального часу в постійній взаємодії із зовнішнім середовищем, що виходить за межі одного підприємства, з перспективою

об'єднання в глобальну промислову мережу Речей і послуг.

У вузькому сенсі Індустрія 4.0 (Industrie 4.0) – це назва одного з 10 проєктів державної Ні-Tech стратегії Німеччини до 2020 року, що описує концепцію розумного виробництва (Smart Manufacturing) на базі глобальної промислової мережі інтернету речей і послуг (Internet of Things and Services) .

У широкому сенсі, Індустрія 4.0 характеризує поточний тренд розвитку автоматизації та обміну даними, який включає в себе кіберфізичні системи, Інтернет Речей і хмарні обчислення. Являє собою новий рівень організації виробництва і управління ланцюжком створення вартості протягом усього життєвого циклу продукції, що випускається.

Перша промислова революція (кінець XVIII – початок XIX ст.) Зумовлена переходом від аграрної економіки до промислового виробництва за рахунок винаходу парової енергії, механічних пристроїв, розвитку металургії.

Друга промислова революція (друга половина XIX ст. – початок XX в. – винахід електричної енергії, що послідувало потокове виробництво і розподіл праці.

Третя промислова революція (з 1970 р) – застосування у виробництві електронних і інформаційних систем, що забезпечили інтенсивну автоматизацію і роботизацію виробничих процесів.

Четверта промислова революція (термін введений в 2011 р, в рамках німецької ініціативи – Індустрії 4.0).

Основними компонентами «Індустрії 4.0» (рис. 1.5) є:

- елементи Інтернету речей;
- штучний інтелект, машинне навчання і робототехніка;
- хмарні обчислення;
- Big Data;
- аддитивне виробництво;
- кібербезпека;
- інтеграційна система;
- моделювання;
- доповнена реальність.



Рисунок 1.5 – Элементы Индустрии 4.0

Багато з цих елементів вже давно і успішно застосовуються на практиці, але саме об'єднання їх в одну цілісну систему дозволить розвинути концепцію «Індустрії 4.0» і забезпечити новий рівень ефективності виробництва і додатковий дохід за рахунок використання цифрових технологій, формування мережевої взаємодії постачальників і партнерів, а також реалізації інноваційних бізнес-моделей.

Документ «Стратегія Індустрії 4.0» призначений для широких кругів стейкхолдерів – від урядовців, науковців і до малого та середнього бізнесу. Тому «термінологічне вирівнювання» є важливим. У цьому документі прийняті такі терміни:

Аддитивне виробництво (Additive manufacturing або 3D) – процес виготовлення фізичних об'єктів за допомогою 3D-моделювання та друку. Великі дані (Big Data) – масиви динамічних даних великих об'ємів і різних видів, що вимагають ефективних методів обробки з метою отримання розширеної інформації та інсайтів, цінних для прийняття рішень (Gartner). Віртуальна реальність (Virtual Reality, VR) – уявна реальність, яка створена за допомогою комп'ютерного моделювання, що забезпечує візуальні й звукові ефекти, які занурюють користувача у штучний тривимірний світ, що дає відчуття присутності в об'єктивній реальності з високим ступенем реалізму. Користувач повністю занурений у віртуальний світ на 360 градусів, зазвичай за допомогою VR-окулярів. На відміну від AR (розширеної

реальності), користувач більше не сприймає реальне середовище. Доповнена реальність (Augmented Reality, AR) – модель для автоматизованого зв'язку віртуальних і реальних даних. Користувачеві надається додаткова інформація, така як детальне візуальне зображення фізичного об'єкту та його поточні параметри, що дозволяє, наприклад, швидко оцінити стан машини в обслуговуванні.

Індустрія 4.0 (Industry 4.0) – наступний етап цифрової трансформації виробничих підприємств, що супроводжується прискореним впровадженням технологій, таких як промисловий інтернет речей, аналітика великих даних, штучний інтелект, нове покоління роботів, доповнена реальність тощо. Разом це призведе до кращої синергії ІТ та ОТ, зміни бізнес-моделей і значного прискорення інноваційного розвитку.

#### *1.4.2 Головні характеристики та технології Індустрії 4.0*

Важливо розрізняти терміни «Четверта промислова революція» та «Індустрія 4.0» (Industry 4.0). Перший визначає проникнення нових технологій 4.0 та їхній вплив на всю економіку й соціальну сферу – розумні міста, будинки, сільське господарство, енергетику, інфраструктурні об'єкти, фінанси, державне управління, охорону здоров'я, освіту та ін. Індустрія 4.0 належить перш за все до сфери виробництва матеріальних продуктів. Водночас невірно ізолювати Індустрію 4.0 від інших сфер економіки – Deloitte вказує, що Розумні Фабрики є дотичними до багатьох сфер, пов'язаних з промисловими виробництвами, й утворюють цілісну технологічну екосистему.

Інтернет речей (ІоТ) – це об'єднана екосистема, в якій розумні фізичні, цифрові об'єкти та люди мають розширені можливості для доступу до даних, безперешкодного обміну ними через Інтернет, аналітики та перетворення в інформацію, зручну та цінну для прийняття рішень. Ключова різниця між ІоТ та просто дистанційним обміном (зв'язком) полягає в здатності застосунків ІоТ інтегрувати дані по всьому підприємству з метою значного покращання кінцевої цінності для споживача. Кіберфізичні системи (КФС) у виробництві (Cyber-physical production system (CPPS) – системи, що забезпечують взаємодію між обчислювальними, комп'ютерними системами та фізичними (технологічними) об'єктами з урахуванням можливостей доступу та обробки даних через Інтернет. Компоненти КФС взаємодіють на різних часових і просторових рівнях, можуть мати різні, відмінні одна від одної, моделі поведінки та взаємодіяти одна з одною різними шляхами, які

змінюються залежно від контексту. Прикладами кіберфізичних систем можна вважати розумні енергосистеми, безпілотні автомобільні системи, самокеровані літальні апарати. На виробництві – це сучасні цифрові близнюки та роботи.

Комп'ютерне бачення (Computer vision) – наука, що прагне надавати подібну властивість зору (або кращу) машинам. Як прикладна інженерна дисципліна комп'ютерне бачення концентрується на автоматичному витязі, аналізі та розпізнаванні корисної інформації в одному візуальному образі або ж серії образів.

Машинне навчання (Machine Learning) – це область наукового знання, що працює з алгоритмами, які «здатні навчатися». Використовує такі технології, як нейронні мережі, нечітка логіка, генетичні алгоритми.

Моніторинг активів (Asset tracking) – сукупність методів з відстеження фізичних активів через сканування коду на об'єкті або через мітки, що використовують GPS, BLE або RFID з їх наступним поширенням про локацію.

Управління ефективністю активів (Asset Performance Management, APM) – це ПЗ, призначене для зростання надійності та доступності виробничих активів у завданнях ТОiP.

Операційні технології (Operation Technologies, OT) – технології автоматизації промислових процесів і виробництв.

IT – інформаційні технології.

ТОiP – технічне обслуговування і ремонт.

Предиктивне обслуговування (Predictive maintenance, PdM) – техніки обслуговування обладнання, що базуються на аналітиці його реального стану та прогнозах, які точно визначають момент необхідності в огляді чи ремонті машини. PdM є економічно вигідною альтернативою методу ППР (планово-попереджувальним роботам) чи превентивній діагностиці, які не базуються на реальному стані обладнання, а отже значно більш витратні за часом та людськими ресурсами.

Предмети для носіння (Wearables) – електронні предмети на тілі людини або аксесуари одягу.

Промислові предмети для носіння (industrial wearables) – те саме для промислового застосування.

Промисловий Інтернет речей (IIoT) – об'єднана екосистема розумних машин, цифрових систем та людей, здатних вивести виробничі операції на новий інтелектуальний рівень з використанням просунутої

аналітики даних для отримання найкращих показників бізнесу. ПоТ відрізняється від IoT за критеріями масштабування, кібербезпеки та інтеграції даних.

Розумні об'єкти та застосування (Smart - Home, Agro, Retail, Logistic, Transport...) – відповідна сфера діяльності, що інтегрує цифрові технології та IoT.

Розумні продукти (Smart products) – це фізичні об'єкти або пристрої, в які інтегровано цифрові технології, що надають їм певний інтелект (здатність розуміти свій стан, передавати інформацію тощо).

Хмарні обчислення (cloud computing) – це інтернет-клієнт-серверна архітектура, де чисельні застосунки (додатки) та сервіси мають свій хостинг і надаються через Інтернет замість того, щоб утримувати в себе всю необхідну інфраструктуру, сервісне програмне забезпечення та обслуговуючий персонал.

Цифрова розробка та симуляція (Digital design & simulation) – застосування САПР для 3D-моделювання деталей, машин, систем і цілих підприємств. З метою оптимізації та забезпечення кращої ефективності програмне забезпечення дозволяє проектувати за шарами процеси, потоки та розташування об'єктів на виробництві. Симуляція дозволяє тестувати роботу об'єктів до їх реального впровадження.

Цифрова трансформація (Digital transformation) – організаційні чи суспільні зміни, що характеризуються впровадженням цифрової технології в усі аспекти взаємодії з людиною. Трансформаційний етап настає тоді, коли використання технологій надає інноваційні методи роботи замість простого розширення чи підтримки традиційних (старих) методів.

Штучний інтелект (Artificial Intelligence, A.I.) – здатність комп'ютера або робота виконувати завдання, притаманні людським істотам. Інше значення – наука, що прагне симулювати поведінку людини на комп'ютері.

Головні характеристики Індустрії 4.0 (рис. 1.6):

- інтероперабельність: кіберфізичні системи дозволяють людям та розумним лініям (фабрикам) ефективніше з'єднуватись одне з одним.

- віртуалізація: у 4.0 можливо створювати віртуальні копії розумних фізичних об'єктів (масштабованих від окремих пристроїв чи машин до цілих заводів) і, відповідно, запускати різні механізми симуляцій, моделювання, а також оцінки реального стану.

- децентралізація: на відміну від високоцентралізованих підходів, у 3.0 і 4.0 кожна кіберфізична підсистема може робити власні рішення та

взаємодіяти з іншими найбільш оптимальним способом.

– реальний час: усі дані та їх аналітику можливо отримувати в реальному часі.

– орієнтація на сервіси: кількість різних сервісів, як щодо взаємодії пристроїв та систем між собою, так і щодо взаємодії з людьми та учасниками екосистеми, зростає в рази.



Рисунок 1.6 – Головні характеристики та технології 4.0

Модульність: гнучка адаптація розумних фабрик до зовнішніх змін так само зростає, оскільки можна легко змінювати чи розширювати окремі модулі систем управління.

Велика частина впровадження техно 4.0 – особливо що стосується великих даних і штучного інтелекту – базується на тому, що ці дані вже оцифровані на польовому рівні. Тобто на підприємствах уже налагоджено облік та встановлено датчики. Це – рівень 3.0.

Наступний фреймворк є також базовим і закріплює ці принципи послідовності в переході від 3.0 до 4.0 (рис. 1.7).



## INDUSTRY 4.0 BEYOND TECHNOLOGIES

*Рисунок 1.7 – Принципи переходу на 4.0*

Тут важливими для усвідомлення в українському контексті є ряд факторів:

- фактори конкурентоздатності (рівень 1) – це не тільки про собівартість.
- базові принципи – все починається з обліку та цифрових даних.
- головна перешкода – зовсім не в технологіях, і навіть не у фінансах.

Основною перешкодою всюди у світі є культура організації та готовність персоналу. І це тим більше актуально для України.

### 1.5 Стратегічні аспекти технології. Роль технології в стратегії бізнесу

#### 1.5.1 Технологія як засіб конкуренції

В останні 30 років значна увага приділялася управлінню процесом досліджень і розробок: їх організації, планування, контролю, фінансування і особливо стимулювання творчих процесів і управління ними.

Однак впливу технології на стратегію бізнесу приділялося мало уваги. А адже в наукомістких, передових галузях, таких, як хімічна,



електронна, фармацевтична або авіакосмічна, саме технологія виступає в якості рушійної сили, яка визначає стратегічне майбутнє фірми.

У гіршому випадку невміння вчасно усвідомити необхідність зміни технології може привести до великих втрат в позиціях на ринку або змусити фірму припинити свою діяльність в раніше прибутковою для неї сфері бізнесу. У той же час технологія здатна служити в якості основного і потужного інструменту, за допомогою якого фірма може завоювати і зберегти перевагу в конкурентній боротьбі.

Яскравим прикладом є фірма «ІВМ», яка в 60-х роках стала піонером в стратегічному використанні нової технології. Перехід на випуск систем серії «360» зробив застарілою прибуткову продукцію цієї фірми серій «7000» і «1400», але забезпечив «ІВМ» велике і довгострокову перевагу перед конкурентами.

Визнання стратегічної важливості технології зростає. У багатьох галузях дослідження та розробки зайняли місце серед двох-трьох областей діяльності, в яких спрямовується найбільший обсяг коштів. Вище керівництво фірм, спочатку прийнявши НДДКР на віру, більше не хоче, щоб «технологічний хвіст виляв корпоративної собакою». Для деяких керівників НДДКР перетворилися в некерованого монстра, який, однак, повинен бути використаний на благо фірми.

Досвід показує, що стратегічний успіх фірми менш чутливий до особливостей технології, ніж до деяких найважливішим її характеристикам, загальним для цілого ряду передових галузей. Фірми, які визнають важливість цих характеристик і керують ними, мають більше шансів на успіх, ніж ті, які покладаються на внутрішню логіку розвитку «технологічного монстра».

Нижче визначаються основні характеристики технології та розглядаються шляхи їх обліку в процесі формування та планування корпоративної стратегії.

### *1.5.2 Життєві цикли попиту і технологій*

С середини 70-х років стало складатися нове розуміння економічного зростання. Це розуміння було засновано на тому, що економісти протягом багатьох років іменували кривої зростання по Гомпарту. У практичному застосуванні вона отримала назву життєвого циклу попиту і технології. Цей цикл зображений на рис. 1.8.

Верхня крива на рисунку – життєвий цикл попиту – показує, як

відбувається типове розвиток попиту з того дня, коли суспільна потреба, раніше не отримувала задоволення (наприклад, потреба в індивідуальному засобі транспорту, прийомі телевізійних зображень в домашніх умовах, посилення слабких електричних сигналів), починала задовольнятися товарами або послугами.

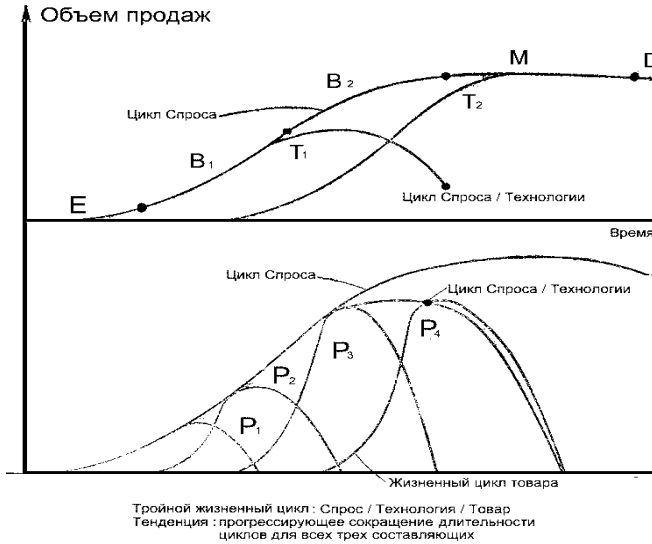


Рисунок 1.8 – Життєві цикли попиту, технології та товару

Як видно на обох частинах малюнка, цикл попиту можна розділити на кілька абсолютно різних періодів (фаз).

Зародження (E) – бурхливий період становлення галузі, коли кілька фірм, прагнучи до захоплення лідерства, конкурують між собою.

Прискорення зростання (G1) – період, коли конкуренти, що залишилися на ринку, пожинають плоди своєї перемоги. У цей період попит звичайно зростає, випереджаючи пропонування.

Уповільнення зростання (G2), коли з'являються перші ознаки насичення попиту і пропозиція починає випереджати попит.

Зрілість (M), коли насичення попиту досягнуто і є значні надлишкові потужності.

Загасання (D) – зниження обсягу попиту (іноді до нуля), зумовлює довготривалими демографічними та економічними умовами (такими, як темп

зростання валового національного продукту або народонаселення) і темпом старіння або зменшення споживання продукту.

З точки зору життєвого циклу попиту уповільнення зростання і зрілість – не спотворене, а неминучі наслідки економічного розвитку. Питання полягає не в тому, чи досягне розвиток точки вище G1, а в тому, коли саме це станеться: інакше кажучи, якою буде тривалість життєвого циклу попиту від зародження до початку насичення.

Тривалість життєвого циклу галузей скорочується насамперед в результаті прогресивних нововведень в управлінні та підвищення ефективності роботи фірм, прискорення розробки нової продукції, кращої організації маркетингу збуту.

Це явне скорочення тривалості життя зони господарювання від зародження до насичення попиту ставить перед керівниками кілька нових і дуже масштабних завдань.

У першій половині століття керуючий міг розраховувати, що періоду G1 вистачить на весь час його особистої кар'єри. У другій половині століття керуючий бачить, як багато видів діяльності фірми народжуються, ростуть, досягають зрілості і занепадають. Тому, якщо фірма хоче підтримувати своє розширення, її керівництво має постійно піклуватися про те, щоб додавати до набору видів діяльності нові і відсікати ті, які більше не узгоджуються з орієнтирами зростання фірми. Це перша з великих завдань і вона є ключовою з точки зору управління стратегічним набором галузей.

Друге завдання пов'язане з тим, що в міру розвитку циклу, від фази до фази, традиційні стратегії конкуренції зазвичай втрачають свою ефективність.

Це показано на рис. 1.9, з якого видно, як змінюються головні чинники успіху в стратегічній зоні господарювання в міру того, як попит переходить в нову фазу. Наприклад, настання фази G2 в авто–мобільного промисловості (вона припала на 30-ті роки) привело до того, що на зміну випуску однорідної продукції і цінової конкуренції прийшла диференціація продукції в розрахунку на запити споживачів. Рис. 1.9 показує також, що в фазах E і G1 фірма доб'ється найбільшого успіху, зосередивши всю увагу на своїх ринках усередині країни. Але як тільки зростання почне сповільнюватися, привабливіше стануть зарубіжні ринки, що знаходяться поки в фазах E і G1.

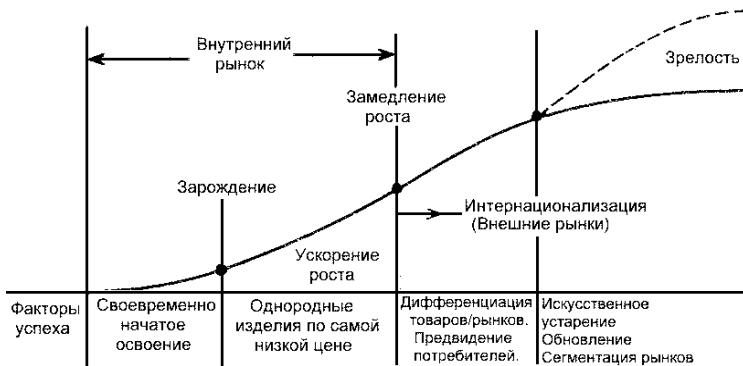


Рис.1.9 – Типова еволюція стратегії конкуренції

Тому друге завдання, що стоїть перед керівниками, полягає в тому, щоб передбачати зміну фаз циклу попиту та переглядати стратегію фірми відповідно до мінливих умов конкуренції.

Повернемося до рис. 1.8. У його верхній частині показані два інших життєвих циклу (позначених відповідно як T1 і T2), що описують динаміку попиту на товари (послуги), які виробляються на базі певної технології.

Наприклад, в 40-х роках потреба в підсилювачах слабких електричних сигналів була ще на початку фази G1 і швидко зростала. Ця потреба починаючи з 1910 р задовольнялася вакуумними лампами (позначимо їх як T1). До кінця 40-х років лампи стали витіснятися транзисторами (технологія T2). Фірми, які трималися за стару, лампову технологію, почали втрачати свої позиції на ринку. Як не дивно, перехід до напівпровідникової техніки не було зроблено провідними фірмами. В результаті попит на підсилювачі слабких електричних сигналів виявився перехоплений новими фірмами, такими, як «Тексас Інструментс», «Фейрчайлд» і «Транзітрон».

Одна з причин, що пояснюють цю «зміну декорацій», показана в нижній частині рис. 1.9, де лінією циклу попиту і технології обмежена кілька наступних один за іншим життєвих циклів товарів, що випускаються на базі тієї технології, яка була розроблена спочатку для задоволення попиту.

Якщо технологія здатна дати серію виробів, головною умовою успіху буде організація НДДКР для розробки товарів (P1, P2, P3 і т. Д.) На базі подальшого поліпшення і доробки цієї технології. В результаті технологія перетворюється на провідну силу і фірма виявляється в положенні

«відомою технологією»: весь хід її стратегічного розвитку зумовлюється тими розробками, які пропонує підрозділ НДДКР.

Але як тільки значення спочатку запропонованої технології починає знижуватися (див. Рис. 1.9), виявляється, що «провідна сила технології» лише тиражує продукцію, вже втратила конкурентоспроможність на ринку. Тому в умовах нестабільної технології керівництво фірми повинно розпізнавати найбільш ранні ознаки технологічного старіння продукції і домагатися того, щоб функція НДДКР не зводилася до тиражування технічно застарілих виробів.

### *1.5.3 Мінливість технології*

Вище (див. рис. 1.9) вже наголошувалося на важливості мінливості технології для життєвого циклу попиту. На рис. 1.10 представлені три можливих рівні мінливості технології. Верхній графік відноситься до стабільної технології, яка в основному залишається незмінною протягом усього життєвого циклу попиту. Цей графік правильний по відношенню до багатьох галузях першого покоління, які були засновані в кінці XIX століття і почали досягати своєї зрілості в 50-х роках XX століття. На ділянці прискореного зростання (G1) продукція, пропонована різними конкурентами, аналогічна і залишається в основному незмінною. Конкуренція йде по лінії цін і якості виробів (як це було, наприклад, в американській автомобільній промисловості в період 1900–1932 рр.). Коли розширення виробництва спостерігається на стадії G2, то це досягається головним чином шляхом поліпшення окремих параметрів і конструкції виробу, а не за рахунок прогресу в технології (згадаємо великі задні крила на величезних неекономічних американських легкових автомобілях 40-60-х років). Другий графік (рис. 1.10) ілюструє поняття плідної технології. Основна технологія зберігається тривалий період, але розробляються змінюють одне одного покоління продукції з кращими показниками і більш широким діапазоном застосування.

В рамках «плідної» технології (наприклад, в області сучасної обчислювальної техніки і фармацевтики) розробка нових видів продукції стає вирішальним фактором досягнення економічного успіху. Новітній продукт з найкращими показниками захоплює ринок. Однак, з іншого боку, його провідна роль може виявитися короткостроковою через появу настільки ж або більш ефективних продуктів, пропонованих конкурентами. В результаті фірми знаходяться під постійним тиском необхідності інновації.

Історичний досвід показує, що в галузях зі стабільною технологією протягом періодів G1 і G2 зростання обсягу продажів пов'язане зі збільшенням прибутковості. Навпаки, в галузях з «плідною» технологією може виникнути ситуація «процвітання без прибутку»: при значному зростанні виробництва прибутковість низька або навіть виникають збитки, тому що інтенсивна конкуренція веде до зниження цін, а короткий життєвий цикл продукції не дозволяє повернути кошти, витрачені на випуск сменяючихся поколінь. В даний час є такі приклади у виробництві електронних компонентів.

Галузь, яка залишалася технологічно стабільною на ділянках G1 і G2 (верхній графік), може виявитися в умовах «плідної» технології на етапі своєї зрілості (M). В даний час це відбувається, наприклад, в автомобільній промисловості і у виробництві синтетичних волокон, де інтенсивне поява нової продукції обумовлено зусиллями, спрямованими на підтримку і розширення попиту. У кращому випадку, якщо якості продукції докорінно оновлені, то це може принести до старіння раніше випускалася продукції і вдихнути нове життя в попит. Але більш типовим є збереження або розширення фірмою своєї частки ринку за рахунок більш слабких конкурентів.

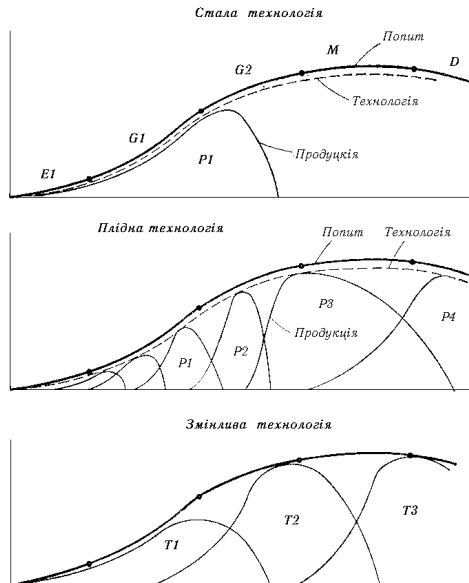


Рисунок 1.10 – Життєвий цикл технології

У період зрілості (ділянка М) розробка і випуск нової продукції використовуються також для проникнення в менш насичені області попиту. Це спостерігається, наприклад, в області виробництва синтетичних волокон, де робляться величезні зусилля, з тим щоб знайти нові області використання герилі (дакрон).

На третьому графіку (рис. 1.10) представлений випадок мінливої технології, коли в період життєвого циклу попиту, крім нових виробів, спостерігається поява змінюють один одного базових технологій.

Наприклад, попит на підсилювачі слабких електричних сигналів виник на початку нинішнього століття і пов'язаний з винаходом вакуумної лампи. Хоча в даний час попит залишається в рамках ділянки G1 (рис. 1.10), відбулися принаймні три корінні зміни технології: від вакуумних ламп до транзисторів, від транзисторів до мініатюрним, а потім до мікромініатюрного схемами.

Зміна технології має більш глибокий ефект, ніж поява нової продукції, так як загрожує моральним старінням всіх інвестицій фірми в попередню технологію: НДДКР, провідний науково-технічний персонал, виробничі фонди.

Всередині фірми перехід до нової технології важкий не тільки з фінансової сторони, але також з культурної і політичної, так як вона підриває сформовану у науково-технічного персоналу і впливових керівників схему дій по досягненню успіху. Крім того, нова технологія загрожує їхнім позиціям влади і впливу в фірмі.

Досвід показує, що коли нова технологія докорінно відрізняється від старої (як, наприклад, виробництво вакуумних ламп від твердотільної технології), то фірми часто змушені відмовитися від тієї сфери діяльності, де вони свого часу займали лідируюче положення. Так, люди, які знають сучасну електронну промисловість, чи згадають назви основних фірм-виробників електронних ламп, що діяли близько 30 років тому.

Коли нова технологія відноситься до тієї ж галузі знань, що і замінна (наприклад, в разі появи біотехнології у фармацевтичній промисловості), то фірма зазвичай зберігає напрямок своєї діяльності, але продовжують існувати проблеми своєчасного усвідомлення необхідності змін і їх проведення. Якщо нова технологія відноситься до категорії швидко розвиваються, то зазвичай старі лідируючі фірми галузі не встигають зреагувати досить швидко і втрачають свої конкурентні позиції. Так сталося, наприклад, у випадку з американською автомобільною промисловістю, якій

було завдано удару швидко розвивалася технологією виробництва компактних автомобілів.

Проблема переходу до нової технології ще більше ускладнюється, якщо технологія є одночасно і «плідною», і «мінливою». Коли виникає нова технологія, фірма вже глибоко залучена в конкурентну боротьбу на основі створення нових видів продукції в рамках старої технології. Розвиток проведених нею досліджень і розробок направлено на забезпечення цієї боротьби і стає перешкодою на шляху переходу до нової технології.

В даний час будь-яка історично стабільна галузь здатна миттєво перетворитися в «мінливу» за рахунок вторгнення суміжних технологій. Це може статися на будь-якій ділянці життєвого циклу попиту, але викликає особливо складні проблеми на етапі зрілості галузі, як це відбувається, наприклад, з сучасної автомобільною промисловістю. Нові технології разом з автоматичними системами проектування і виробництва ведуть до революційних змін в розробці та виробництві нової продукції. Завдання керівництва фірми полягає в тому, щоб реально оцінити наслідки застосування повий технології. В умовах емоційних навантажень, обумовлених низьким попитом, дуже просто прийти до висновку, що нова технологія докорінно змінить продукцію і викличе широкомасштабний розширено попиту. Однак це може статися тільки в тому випадку, якщо прогрес настільки революційний, що робить застарілою продукцію, яка вже заповнила ринок. В автомобільній промисловості, наприклад, поява безлюдного заводу не пов'язане з такими наслідками.

## **1.6 Методи аналізу і оцінки роботи систем автоматизації**

На всіх етапах життєвого циклу системи автоматизації:

- при обґрунтуванні розробки системи;
- при зіставленні безлічі варіантів реалізації системи;
- при впровадженні відібраного варіанту системи;
- в процесі функціонування системи
- необхідно оцінювати ефективність її роботи. Зокрема, прогноз ефективності варіантів пропонованих систем необхідний для вибору найкращого з них, періодична оцінка ефективності функціонуючої системи допомагає запобігти її деградацію.

Визначення значущості та важливості окремих заходів з розвитку



автоматизації виробництва також базується на аналізі їх ефективності.

Всі ці обставини змушують уважно поставитися до розкриття поняття "Ефективність автоматизації", виділити окремі види ефективності, розглянути методи прогнозу і розрахунку економічної ефективності систем автоматизації, сформулювати способи об'єктивного аналізу ефективності функціонуючих систем в окремі періоди їх експлуатації.

#### *1.6.1 Оцінка ефективності систем автоматизації*

Оцінку ефективності системи автоматизації необхідно проводити на різних етапах життєвого циклу її розробки і експлуатації, істотно розрізняються за наявними для оцінки вихідних даних.

В одному випадку, на етапах розробки концепції автоматизації, її фінансового обґрунтування, вибору технічних і програмних засобів для її конкретної реалізації, проектування системи контролю та управління, має здійснюватися прогноз ефективності системи автоматизації. В цьому випадку безпосередніх вихідних даних про роботу конкретної, запланованій системи автоматизації немає.

В іншому випадку, на етапах впровадження і експлуатації системи автоматизації, повинен проводитися розрахунок ефективності її роботи. Тут можуть використовуватися всі дані, безпосередньо фіксують роботу даної системи автоматизації.

Нижче обговорюються доцільні способи оцінки ефективності систем автоматизації на цих етапах.

#### *1.6.2 Ефективність планованої системи автоматизації*

Не підлягає сумніву, що в першу чергу підлягають автоматизації ті функції контролю і управління, автоматизація яких є найбільш ефективною при поточному стані виробництва. Звичайними показниками ефективності, на основі яких керівний персонал підприємства приймає рішення про виділення фінансових ресурсів на конкретну систему автоматизацію виробництва, є інтегральний економічний ефект і термін окупності системи, що характеризують очікувану прибутковість інвестицій на цю систему. Значення цих показників є одним з головних аргументів замовника при виборі конкретних програмних і технічних засобів і систем автоматизації з ряду можливих варіантів. При цьому, природно, чим вище показується, прогнозований, інтегральний економічний ефект від системи, тим важливіше вважається її впровадження і тим швидше будуть виділені кошти на її

реалізацію.

Зазначені показники ефективності обчислюються на основі вартості системи автоматизації та прогнозу додаткового прибутку, яка вийде від впровадження планованої системи. Якщо вартість системи обчислюється досить просто за цінами на вхідні в неї кошти автоматизації і на роботи з розробки та впровадження системи, то з оцінкою прогнозу додаткового прибутку від системи ситуація зовсім інша. Саме поняття "Ефективність системи автоматизації" далеко не завжди може бути зведене до вказаних кількісним економічними показниками, оскільки на практиці не для всіх намічених до впровадження систем автоматизації можна досить обґрунтовано, з достатньою впевненістю оцінити наближення, оцінити кількісно додатковий прибуток від їх впровадження. До систем, додатковий прибуток від впровадження яких можна прогнозувати, відносяться, наприклад:

- системи, аналогічні вже здійсненим на якому-небудь іншому підприємстві даної галузі, що працює в близьких умовах на подібному обладнанні і аналогічному за властивостями сировини. При цьому необхідним є умова, що конкретний економічний ефект від їх впровадження на цьому підприємстві вже є і він розрахований по реально отриманим на виробництві вихідними даними;

- системи, реалізація яких не побічно, а безпосередньо призводить до економії матеріальних і / або енергетичних ресурсів:

- системи, що реалізуються на кінцевій ділянці виробництва, які прямо змінюють продуктивність виробництва та / або якість (сортність) готової продукції. Існують класи систем автоматизації, які свідомо важливі і ефективні для підприємства, але додатковий прибуток від роботи яких об'єктивно не може бути заздалегідь достовірно спрогнозована. До таких систем відносяться, наприклад:

- системи оперативного моніторингу, що підвищують поточну інформованість операторів про хід автоматизованого процесу;

- системи безпеки, що забезпечують зниження аварійних ситуацій;

- системи поточного обліку споживаних автоматизуються об'єктом матеріальних і енергетичних ресурсів, що дають об'єктивну інформацію про економічність підтримуваного режиму роботи агрегату;

- системи комп'ютерної підтримки прийняття рішень з оперативного управління окремим процесом або з диспетчерського управління виробництвом, які допомагають відбирати раціональні варіанти дій, що

управляють.

В узагальненому вигляді будь-яке значиме поліпшення роботи підприємства має дати певний економічний ефект. Але на практиці значна частина змін роботи виробництва, пов'язаних з його автоматизацією, не піддається кількісному прогнозу і, отже, не може дати обґрунтовану оцінку додаткового прибутку, яка виникне при впровадженні системи, хоча, поза сумнівом, реалізація цих змін має важливе позитивне значення для підприємства.

Зважаючи на це, при прогнозуванні ефективності систем автоматизації доцільно умовно поділити зазначену основну мету автоматизації "підвищення ефективності функціонування виробництва" на дві доповнюють один одного підцілі:

- поліпшення параметрів режиму або технічних показників функціонування виробництва, які обґрунтовано переводяться в прогнозований кількісний економічний ефект у вигляді додаткового прибутку, одержуваної підприємством від автоматизації;

- поліпшення параметрів режиму або технічних показників функціонування виробництва, які не можуть бути обґрунтовано перераховані в прогнозований кількісний економічний ефект і тому повинні бути оцінені не економічними показниками ефективності.

Розглянемо конкретні показники цих двох різних видів ефекту і прогноз їх змін за рахунок автоматизації.

Є цілий ряд виробничих показників роботи виробництва, прогноз змін яких обґрунтовано може бути переведений в додатковий прибуток підприємства. Основні виробничі зміни на виробництві, безпосередньо перекладні в економічні, вартісні показники перераховані нижче.

1. Зміна режиму роботи об'єкта автоматизації, безпосередньо приводить до підвищення продуктивності автоматизованої ділянки виробництва. Воно доцільно і економічно прораховано у випадках:

- якщо дана ділянка є «вузьким місцем – виробництва і підвищення продуктивності на ньому призводить до зростання випуску готової продукції, надлишок якої затребуваний ринком;

- якщо підвищення продуктивності даної ділянки знижує завантаження інших ділянок виробництва і, тим самим, знижує витрати на випуск продукції.

2. Зміна режиму роботи об'єкта автоматизації, безпосередньо приводить до поліпшення якості продукції (напівфабрикату), що

виробляється автоматизуються ділянкою виробництва. Воно доцільно і економічно прораховано, якщо:

- це поліпшення безпосередньо переводить готову продукцію в інший сорт більш високу вартість;

- це поліпшення знижує відсоток браку напівфабрикату або готової продукції;

- це поліпшення якості напівфабрикату призводить в наступних по виробничого ланцюга ділянках виробництва до зменшення витрат на його подальшу переробку.

3. Зміна режиму роботи об'єкта автоматизації, безпосередньо приводить до економії матеріальних і / або енергетичних ресурсів. Воно доцільно і економічно прораховано, якщо при цьому не погіршуються якісні і кількісні показники продукції, що випускається.

4. Зменшення дисперсії режимних параметрів (стабілізація режимів роботи) агрегатів автоматизованої ділянки виробництва. Воно доцільно і економічно прораховано, якщо:

- дозволяє наблизити режим роботи до межі допустимого діапазону без небезпеки його переходу і тим самим економити енергетичні та матеріальні ресурси, що використовуються в об'єкті автоматизації;

- дозволяє знизити випуск низькосортної (або бракованої) готової продукції або напівфабрикату за рахунок зменшення розкиду їх якісних показників.

Завдання підвищення ефективності роботи підприємства може вирішуватися за рахунок цілого ряду безперечних технічних інновацій, які базуються на засобах автоматизації і змінюють параметри режиму функціонування виробництва, за якими важко, а здебільшого неможливо практично обґрунтовано прогнозувати конкретну додатковий прибуток, одержуваний підприємством. Приклади таких класів систем автоматизації наведені раніше, ніжче більш детально розглянуті виробничі зміни на виробництві, що виникають при впровадженні окремих систем цих класів, і пояснені причини неможливості їх безпосереднього перекладу в вартісні економічні показники.

1. Підвищення надійності функціонування виробництва за рахунок резервування систем управління і, особливо, побудови автоматичних систем протиаварійного захисту. Якщо існують практично отримані статистичні оцінки числа зупинок виробництва і аварій при відсутності і при наявності резервованих систем управління і систем протиаварійного захисту, то,

знаючи втрати виробництва від його зупинок і від аварій, не складає труднощів прогнозувати кількісний економічний ефект від функціонування розглянутих систем. Однак припущення про наявність таких статистичних оцінок представляється досить утопічним, оскільки зупинки виробництва і аварії через відмови систем автоматичного управління, природно, надзвичайно рідкісні, а тому оцінка обґрунтованого, кількісного економічного ефекту від резервування систем регулювання зазвичай не може бути розрахована, хоча, безперечно, вона досить висока.

2. Поліпшення контролю за ходом технологічних процесів за рахунок збільшення обсягу вимірюваних автоматично величин; підвищення точності і стабільності вимірювань; розрахунку поточних техніко-економічних показників роботи об'єкта, що автоматизується; оперативного обліку споживаних автоматизуються агрегатом матеріальних і енергетичних ресурсів. Дані заходи практично завжди роблять позитивний вплив на якість управління і на протікання виробничих процесів. Вони сприяють більш дбайливому споживанню ресурсів кожним виробничим ділянкою. Однак реальний економічний ефект від впровадження цих заходів буде залежати від способів використання нових і уточнених даних керуючим персоналом, а для його прогнозу зазвичай немає достовірних даних про можливі реакції персоналу.

3. Зниження екологічного забруднення навколишнього середовища при впровадженні систем автоматичного екологічного моніторингу функціонування виробництва і прогнозу промислових викидів. Природно, що подібні системи відіграють важливу соціальну роль, але прогноз додаткового прибутку від їх впровадження вимагає знання статистики відбулися викидів; причин їх виникнення; виділення причин, обумовлених відсутністю розглянутих засобів і систем автоматизації і т.п. вихідних даних, отримання на практиці яких вельми мало ймовірно. Не менш важливо і те, що наявність систем автоматичного екологічного моніторингу функціонування виробництва дозволяє знизити загальний фон екологічного забруднення середовища навіть при невихід цього забруднення за караний штрафом рівень. Таке зниження забруднення має істотний суспільний ефект, але не робить кількісного, економічного впливу на підприємство, оскільки у нього відсутні відповідні матеріальні стимули.

4. Підвищення оперативності інформації про протікання автоматизованого процесу і полегшення її сприйняття оператором при впровадженні SCADA програм і ергономічних нововведень, що базуються

на можливостях сучасних систем автоматизації. Безсумнівно, що це повинно впливати на якість управління автоматизуються процесом, але ніяких вихідних даних для обґрунтованого перекладу цих позитивних якісних змін в кількісну, економічну ефективність не існує.

5. Поліпшення соціальних умов праці операторів виробництва та інженерного персоналу за рахунок автоматизації виробничих процесів. Аналогічно до попереднього пункту, немає способу обґрунтованого перекладу цих позитивних якісних змін в кількісну, економічну ефективність.

Відсутність оцінки обґрунтованого, кількісного, економічного прогнозу від впровадження систем автоматизації розглянутих класів ускладнює з'ясування доцільності виділення фінансових коштів на їх розробку і впровадження. У той же час на розглянутих етапах вибору і розробки різних заходів по автоматизації необхідно мати деяке єдине уявлення про ефективність планованих систем автоматизації різних класів, що дозволяє зіставляти важливість їх впровадження для підприємства. Це змушує орієнтуватися на більш широке поняття ефективності автоматизації, а не тільки на показник "додатковий прибуток від системи автоматизації" при прогнозі і зіставленні ефективності ряду запланованих систем автоматизації.

### *1.6.3 Узагальнена ефективність планованої системи автоматизації*

Зважаючи на вказані обставини під поняттям "Ефективність проведення деякого заходи щодо автоматизації" або "Ефективність впровадження певної системи автоматизації" правильніше розуміти сукупну оцінку ряду складових ефективності з безлічі різних видів ефекту, які можуть бути об'єктивно і обґрунтовано отримані для різних класів систем автоматизації:

– економічна ефективність, що виражається кількісною оцінкою додаткового прибутку від реалізації системи автоматизації;

– технічна ефективність, що виражається кількісними оцінками типу зменшення дисперсії регульованої величини, зниження числа виходів технологічних показників за заданий діапазон зміни; або якісними описами типу підвищення надійності функціонування систем контролю і управління, включення в автоматизує функції моніторингу стану основного обладнання виробничого процесу і т. п. ;

– протиаварійна ефективність, якісно визначається підвищенням

надійності та відмовостійкості реалізованих функцій протиаварійного захисту;

- екологічна ефективність, якісно характеризується впровадженням спеціальних датчиків екологічних показників, реалізацією функції автоматичного прогнозування промислових викидів, більш точної автоматичною стабілізацією показників, відповідальних за екологічну чистоту відходів виробництва:

- соціальна ефективність, що фіксується якісними описами наслідків впровадження засобів / системи на роботу оперативного, інженерного і обслуговуючого персоналу типу зниження завантаження операторів, більш комфортних умов роботи інженерно-технічних працівників, скорочення контрольних і ремонтних функцій у фахівців служби КВП і т.п.

Слід зазначити, що впровадження майже кожної системи автоматизації зазвичай призводить до декількох різномірних видів ефективності; наприклад, до технічної та соціальної ефективності або до економічного та екологічного ефектів. Природно, що всі ці приватні види ефективності повинні враховуватися як складові компоненти узагальної оцінки ефективності реалізації системи.

Сумарна узагальнена оцінка ефективності планованої системи автоматизації при її відомих різномірних якісних і кількісних складових компонентів ефективності може бути отримана експертним шляхом в результаті багатокритерійного оцінювання. Така процедура експертного оцінювання ефективності окремих різномірних систем автоматизації доцільна при необхідності їх зіставлення і вирішення питання про ступінь важливості впровадження кожної з них. Вона складається з наступних етапів:

- керівництво підприємства призначає вага кожного компоненту ефективності, що враховує його значимість для виробництва в даний час;

- відбирається група незалежних експертів, які будуть оцінювати ступінь впливу кожної системи автоматизації на окремі компоненти ефективності;

- експерти отримують прогнозовані різномірні якісні і кількісні показники компонентів ефективності від впровадження кожної системи автоматизації, і по заданій їм бальною шкалою дають для кожної системи оцінки окремих компонентів ефективності, тобто ступінь поліпшення кожної приватної компоненти ефективності в результаті впровадження системи переводять в бальну оцінку;

– отримані бальні оцінки всіх експертів і задані ваги компонентів ефективності вводяться в комп'ютер, в ньому вирішується завдання багатокритеріального вибору і визначаються узагальнені оцінки ефективності всіх запланованих систем автоматизації.

Слід зазначити, що при проведенні експертизи керівництво підприємства може розширити завдання ранжирування ряду систем автоматизації по їх ефективності, включивши в число оцінюваних показників, крім компонентів ефективності, деякі інші суттєві для поточного стану виробництва характеристики систем. Наприклад, можна встановити такі додаткові показники систем автоматизації, які оцінюються експертами на ряду з компонентами ефективності (значимість показників також попередньо ранжирується керівництвом підприємства):

– доцільність впровадження системи як бази для подальшого розвитку автоматизації виробництва:

– значимість ділянки виробництва, на якому повинна бути впроваджена система:

– раціональність впровадження системи для розширки "вузького місця" виробництва продукції.

У цьому випадку рішення багатокритеріальної задачі дає вже не стільки ранжування планованих систем по їх ефективності, а скоріше ранжування цих систем за важливістю їх впровадження для підприємства в даний час.

Особливо істотно проведення розглянутої процедури на етапі вибору систем для їх розробки і впровадження при розподілі виділених на автоматизацію виробництва обмежених фінансових ресурсів, тобто при виділенні систем, що претендують на першочергове впровадження.

Необхідно мати на увазі можливу складність розуміння розглянутого експертного поняття "Ефективність автоматизації" керівництвом підприємства, оскільки воно відрізняється від звичних для нього значень очікуваної прибутковості витрат, які базуються на прогнозованій оцінці додаткового прибутку від впровадження системи. Ці значення зараз у вигляді інтегрального економічного ефекту і терміну окупності їм завжди надають розробники будь-якої автоматизованої системи контролю та / або управління, хоча в ряді випадків вони є абсолютно довільними, оскільки в відомі формули розрахунку економічної ефективності підставляються вихідні дані про додаткового прибутку від впровадження системи. отримані досить простим і давно відомим шляхом, що носить назву "Пол, стеля і



чотири стіни".

Зважаючи на це прийняття замовниками незвичного, але обґрунтованого експертного поняття прогнозованої ефективності систем автоматизації вимагає спеціальних роз'яснень як керівництву підприємства, так і керівництву служби автоматизації.

#### *1.6.4 Ефективність функціонуючої системи автоматизації*

Зовсім інша ситуація і інші труднощі спостерігаються при оцінці ефективності функціонуючих систем автоматизації. В цьому випадку відсутній завдання зіставлення ефективності різних систем автоматизації, не потрібно визначати інтегральний економічний ефект і термін окупності вже впровадженої системи, а ставиться завдання оцінки ефективності даної системи автоматизації в поточний період часу і може ставитися завдання порівняння ефективності функціонування даної системи автоматизації в різні періоди часу (наприклад, в даний час і рік тому). Тут не потрібні будь-які припущення про можливі варіанти використання отриманої від системи автоматизації інформації операторами і обслуговуючим персоналом. Всі вихідні дані по безпосередньому впливу системи автоматизації та непрямому її впливу через персонал на автоматизується процес фіксуються і можуть бути використані для розрахунку ефективності. Фактично ці вихідні дані представляють собою різниці різних показників автоматизованого процесу в двох режимах його роботи: без даної системи автоматизації (умовно, в ручному режимі) і при роботі цієї системи автоматизації. До таких аналізованих показників відносяться дисперсії і середні значення різних режимних і вихідних величин автоматизованого процесу, середні значення споживаних їм матеріальних і енергетичних ресурсів, обсяги виробленої продукції та її середня якість, середній час простою обладнання і т. д.

Практичне визначення зміни будь-якого з цих показників від впровадженої системи автоматизації на діючому виробничому об'єкті містить ряд труднощів. Всі вони обумовлені тим, що вимагають зіставлення за значеннями зазначених показників двох режимів роботи об'єкта, що відрізняються тільки тим, що при першому, базовому (ручному) режимі досліджувана система автоматизації відсутня (відключена), а в другому, автоматизованому режимі вона існує (працює). Однак, оскільки ці режими можуть функціонувати тільки послідовно в часі, то гарантувати їх ідентичність за всіма характеристиками і властивостями, за винятком функціонування системи автоматизації, ніяк не можна. Більш того, можна з

упевненістю сказати, що в переважній більшості випадків значення різних режимних і вихідних величин, а також будь-яких показників функціонування процесу в різні інтервали часу розрізняються в більшому або меншому ступені в силу цілого ряду причин. До основних причин можна віднести:

- випадкові зміни в часі якості матеріальних потоків, що надходять в об'єкт, які можуть носити як стаціонарний, так і нестаціонарний характер;
- випадкові зміни в часі показників енергетичних потоків, використовуваних об'єктом;
- стаціонарні та нестаціонарні коливання параметрів зовнішнього середовища, які впливають на характеристики режиму роботи об'єкта;
- випадкові і детерміновані зміни властивостей обладнання об'єкта в часі;
- проводяться в окремі моменти часу організаційні, технічні, технологічні заходи (ніяк не зв'язані з автоматизацією), що впливають на ефективність роботи об'єкта.

Всі ці причини в сукупності призводять до того, що поведінка величин і показників роботи об'єкта в часі носить характер випадкових стаціонарних або нестаціонарних процесів. У цих умовах дії сукупності причин, що змінюють параметри роботи об'єкта, потрібно виділити ті зміни величин і показників, які обумовлені тільки функціонуванням аналізованої системи автоматизації. Існує ряд методів реалізації промислового експерименту, вирішальних це завдання при різних типах збурень і існуючих виробничих обмеженнях.

#### *1.6.5 Оцінка змін виробничих показників від автоматизації*

Метод застосуємо для визначення змін показників процесу, які викликані роботою системи його автоматизації. Він підходить для класу виробничих об'єктів, що мають такі властивості:

- безперервний тип виробництва,
- випадковий характер діючих на об'єкт збурень.
- випадкове стаціонарне або нестаціонарне поведінку показників об'єкта в часі.

Аналізованої величиною, при зміні режиму функціонування об'єкта з базового (ручного) на автоматизований режим, майже завжди можна вважати зміну середніх значень деяких показників (наприклад, продуктивності, якості, сортності продукції, що випускається, шлюбу

напівфабрикатів або готової продукції, матеріальних і / або енергетичних витрат, собівартості). Ці зміни в більшості випадків перекладаються в кількісні значення додаткового прибутку від системи автоматизації. Відзначимо, що часто завданням системи автоматизації, що є контуром автоматичного регулювання, є зменшення середньоквадратичного розкиду регульованої величини; але воно або безпосередньо, або опосередковано через зміну завдання системі регулювання, також призводить до зміни середніх значень будь-яких показників роботи об'єкта автоматизації.

Метод полягає в проведенні спеціального промислового експерименту, що складається з чергується в часі послідовності включень і відключень досліджуваної системи автоматизації. Це дає можливість за досить короткий час практично оцінити з необхідною точністю досягнуту ефективність системи автоматизації в реальних умовах чинного промислового виробництва.

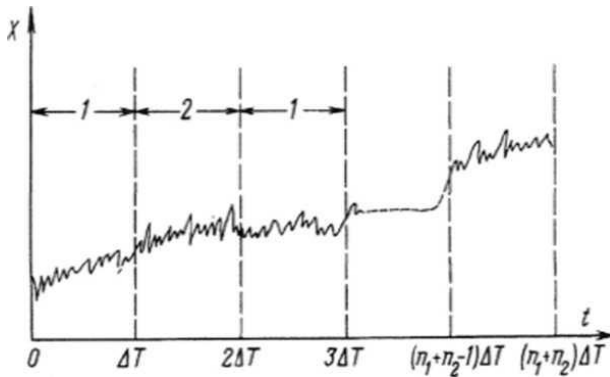
Шукані параметри експерименту; загальна його тривалість і число перемикачів по зміні режиму (або інтервал часу роботи об'єкта в кожному режимі) визначаються заданою похибкою оцінки показника ефективності.

Під час проведення експерименту на роботу об'єкта встановлені наступні обмеження:

- об'єкт випускає один і той же вид продукції;
- не відбувається різкої, що має характер разового стрибка, зміни якості матеріальних і енергетичних ресурсів.

Слід відразу зазначити, що проведення такого експерименту вимагає певної організаційної роботи та деяких витрат. Зокрема, важливо, щоб окремі інтервали експерименту припадали на зміни різних операторів, що дозволяє усереднити вплив їх кваліфікації на результати експерименту.

Як показано на рис. 1.11, загальна тривалість експерименту складається з чергуються  $n_1$ , інтервалів роботи об'єкта в базовому (зазвичай ручному) режимі і  $n_2$  інтервалів роботи в автоматизованому режимі.



1 – базове (ручне) управління; 2 – автоматизоване управління

Рис. 1.11 – Графік проведення експерименту по визначенню зміни середнього значення показника  $X$  при переході на автоматизований режим роботи

Тривалість кожного інтервалу приймають однаковою і рівною  $T$ . Загальна тривалість всього експерименту дорівнює:

$$T = \Delta T \cdot (n_1 + n_2). \quad (1.1)$$

Значення  $\Delta T$  не повинно бути надмірно малим. Воно повинно бути значно більше перехідних процесів в об'єкті по всім величинам, що вивчаються на предмет їх зміни за рахунок автоматизації.

Нехай  $m_1$ , є оцінкою середнього значення величини  $X$  при базовому режимі роботи об'єкта:

$$m_1 = \frac{1}{n_1 \Delta T} \left[ \int_0^{\Delta T} x(t) dt + \int_{2\Delta T}^{3\Delta T} x(t) dt + \dots + \int_{(n_1+n_2-2)\Delta T}^{(n_1+n_2-1)\Delta T} x(t) dt \right] \quad (1.2)$$

Тоді оцінка середнього значення величини  $X$  при автоматизованому режимі роботи об'єкта  $m_2$  визначається за формулою:

$$m_2 = \frac{1}{n_2 \Delta T} \left[ \int_{\Delta T}^{2\Delta T} x(t) dt + \int_{3\Delta T}^{4\Delta T} x(t) dt + \dots + \int_{(n_1+n_2-1)\Delta T}^{(n_1+n_2)\Delta T} x(t) dt \right] \quad (1.3)$$

Шуканим значенням показника ефективності автоматизації є

спостережувана зміна оцінок середнього значення величини X:

$$\Delta m = m_2 m_1 \quad (1.4)$$

Похибка визначення показника ефективності  $\Delta m$  при проведенні даного експерименту доцільно оцінити по відношенню до флуктуацій самої величини X в часі при базовому режимі роботи. В цьому випадку відносна дисперсія оцінки  $\Delta m$ :

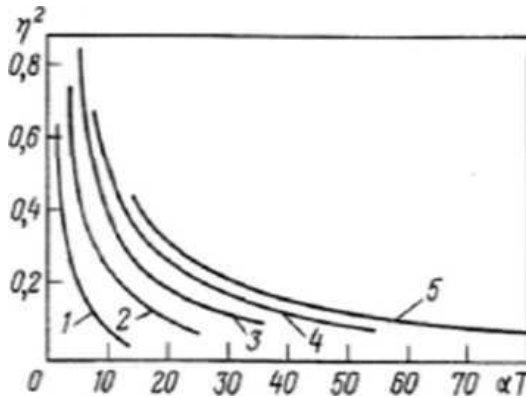
$$\eta^2 = \frac{\sigma_{\Delta m}^2}{\sigma_x^2}$$

де  $\sigma_{\Delta m}^2$  – дисперсія оцінки  $\Delta m$ ;

$\sigma_x^2$  – дисперсія флуктуацій в часі величини X при базовому режимі.

Дисперсія оцінки  $\Delta m$  залежить від загальної тривалості експерименту T і числа перемикачів  $n = n_1 + n_2$  або (те, ж саме) від інтервалу  $\Delta T$ .

Опускаючи всі проміжні викладки, наведемо результат оцінки параметрів експерименту в залежності від заданої похибки визначення показника ефективності у вигляді відносної дисперсії оцінки  $\Delta m \cdot \eta^2$ . Ця залежність у вигляді графіка, що представлено на рис. 1.12.



1 –  $\alpha\Delta T=1$ ; 2 –  $\alpha\Delta T=2$ ; 3 –  $\alpha\Delta T=3$ ; 4 –  $\alpha\Delta T=5$ ; 5 –  $\alpha\Delta T=10$

Рисунок 1.12 – Залежність відносної похибки оцінки від відносної тривалості експерименту  $\alpha T$  і відносної тривалості інтервалу між перемиканнями  $\alpha\Delta T$

Для того, щоб привести цей графік до відносним одиницям не тільки по дисперсії, а й з тимчасової координаті, остання помножена на параметр  $\alpha$ , що є показником експоненти, якій апроксимирована кореляційна функція випадкових флуктуацій величини  $X$  в базовому режимі:

$$R_x(t) = \sigma_x^2 e^{-\alpha[t]}$$

Як видно з наведеного графіка, похибка оцінки  $\eta^2$  зменшується зі збільшенням тривалості експерименту  $T$  і зменшенням тривалості інтервалу між сусідніми перемиканнями  $\Delta T$ . За графіком можна визначити план і параметри проведення експерименту по заданій похибки оцінки  $\eta^2$  та обмеження на час проведення експерименту  $T$ .

Для спрощення використання даного графіка можна застосувати наближений спосіб оцінки параметра кореляційної функції  $\alpha$ , який полягає в підрахунку по тимчасовій реалізації показника  $X$  в базовому режимі числа перетинів процесом  $x(t)$  середнього значення цієї реалізації  $m_1$ , за одиницю часу –  $t$ , яке позначим  $l_x$ . При цьому лінію середнього значення реалізації  $m_1$ , встановлюють приблизно по запису реалізації  $x(t)$ . За одиницю часу приймають ту одиницю, в масштабі якої виміряні інтервали  $\Delta T$  і  $T$ . Параметр  $\alpha$  пов'язаний наближеною залежністю з параметром  $l_x$ :

$$a = l_x / 0,39 \quad (1.5)$$

Рекомендована послідовність кроків по оцінці шуканих параметрів експерименту:

1. Задаємося середньої квадратичної похибкою оцінки показника ефективності –  $\sigma_{\Delta m}$ .

2. За наявною записи реалізації процесу  $x(t)$  в базовому режимі роботи об'єкта обчислюємо його дисперсію  $\sigma_x^2$  і параметр його кореляційної функції  $\alpha$ .

3. Визначаємо необхідну відносну дисперсію похибки оцінки показника ефективності  $\eta^2$ .

4. Оцінюємо час перехідного процесу в об'єкті від вхідних збурень для показника  $X - t_{\text{пер}}$ .

5. З огляду на, що на графіку рис. 1.12 час перехідного процесу не враховується (воно прирівняне нулю), а для підвищення точності оцінки середніх значень  $m_1$  та  $m_2$  доцільно, при їх обчисленні, не брати в розрахунок частини реалізацій  $\Delta T$  процесу  $X$ , такі безпосередньо за моментом перемикання і за часом відповідні часу перехідного процесу, необхідно розрахований за графіком інтервал  $\Delta T$  збільшити на час перехідного процесу:  $\Delta T / \text{ист} / = \Delta T + t_{\text{пер}}$ . Через це дійсне час проведення експерименту  $T / \text{дейст} / = T + t_{\text{пер}}$  ( $n_1 + n_2$ ), або, враховуючи (1.1), отримуємо:

$$T / \text{дія} / = T \left( 1 + \frac{T_{\text{пер}}}{\Delta T} \right) \quad (1.6)$$

6. Задаємося деяким співвідношенням  $t_{\text{пер}} / \Delta T$  (наприклад,  $t_{\text{пер}} / \Delta T = 1$ , т.е. в кожному істинному інтервалі експерименту використовуємо для розрахунку середнього значення  $m_1$  або  $m_2$  другу за часом половину інтервалу). З цього співвідношенню обчислюємо необхідну  $\Delta T$  і за відомими  $\Delta T$ ,  $\eta^2$ ,  $\alpha$ , використовуючи графік рис. 1.12, визначаємо час  $T$ . Формула (1.6) перетворює цей час в дійсний час проведення експерименту, а з формули (1.1) визначається загальна кількість перемикань за час

експерименту.

Після визначення параметрів експерименту:  $n_1$ ,  $n_2$ ,  $\Delta T/\text{ист}/$ ,  $T/\text{дія}/$  – можна приступити до його реалізації на об'єкті автоматизації. Фіксація спостережуваного в експерименті випадкового процесу показника  $X$ , що характеризує ефективність системи автоматизації, дозволяє обчислити за формулою (1.2) оцінку середнього значення величини  $X$  при базовому режимі роботи об'єкта –  $m_1$ ; за формулою (1.3) – оцінку середнього значення величини  $X$  при автоматизованому режимі роботи об'єкта –  $m_2$ ; за формулою (1.4) – шукане значення показника ефективності автоматизації (спостережувана зміна оцінки середнього значення величини  $X$ ) –  $\Delta m$ .

Окремо слід відзначити, що описана методика зіставлення ефективності ручного і автоматизованого режимів управління може використовуватися і в іншому важливому для практики випадку: при зіставленні ефективності двох автоматизованих режимів управління, що відрізняються різною настроюванням або різною структурою порівнюваних систем автоматизації. В цьому випадку базовим режимом є не ручний режим, а реалізований на об'єкті режим при роботі однієї з систем автоматизації.

Отримана оцінка  $\Delta m$  в більшості випадків може використовуватися для розрахунку існуючої річної додаткового прибутку від роботи даної системи автоматизації. Для цього за отриманою оцінкою  $\Delta m$ , в залежності від її фізичного змісту, визначають сумарну зміну даного показника ефективності за рік роботи системи автоматизації та потім переводять це зміна в вартісний показник.

### **1.7 Розрахунок економічної ефективності систем автоматизації**

Розрахунок економічної ефективності систем автоматизації проводиться на наступних етапах:

– на етапі їх обґрунтування, вибору і створення, коли треба оцінити раціональність витрат на їх розробку, придбання засобів, впровадження; коли треба відібрати найкращий варіант автоматизації з ряду можливих (пропонованих) варіантів. На цьому етапі повинен бути (якщо це, як показано вище, допускають наявні вихідні для прогнозу економічної ефективності дані) отримано обґрунтований прогноз інтегрального економічного ефекту від їх функціонування і їх термін окупності;



– на етапі їх дослідної експлуатації після впровадження, коли треба встановити правильність прогнозованого на етапі створення систем економічного ефекту, для чого слід визначити реальну річну додатковий прибуток, досягнуто при впровадженні:

– на етапі їх промислової експлуатації, коли періодична перевірка існуючої річної додаткового прибутку від їх роботи визначає правильність їх використання та обслуговування, вказує на можливу їх деградацію і, при необхідності, змушує вживати необхідних заходів з відновлення їх первісної ефективності.

При розрахунках конкретних показників економічного ефекту і при інтерпретації його результатів на практиці допускається багато помилок, і тому важливо методично чітко і конкретно сформулювати основні положення, формули розрахунку, правила використання результатів розрахунку економічного ефекту стосовно аналізованої області інвестицій.

Спочатку розглянемо деякі загальні положення і обмеження, що застосовуються в даному викладі до оцінок економічного ефекту систем автоматизації і використовуються в подальшому при конкретизації розрахункових формул. Ці обмеження виправдані достатністю наближеного розрахунку ефективності в переважній більшості практичних випадків (вони не дуже значно впливають на результат розрахунку); в той же час їх використання значно спрощує саму методика розрахунку.

1. Оцінка економічної ефективності системи автоматизації проводиться на основі зіставлення витрат на її створення та доходів від її функціонування за весь час розробки і функціонування системи.

2. Всі капітальні вкладення на створення системи (придбання засобів, проектні, монтажні–налагоджувальні роботи) закінчуються до моменту здачі системи в промислову експлуатацію. У розрахунках не враховуються будь-які капітальні витрати на модернізацію системи під час її функціонування.

3. При розрахунку через малого впливу нехтуємо наступними компонентами:

– експлуатаційними витратами з обслуговування системи автоматизації та відрахуваннями на її реновацію;

– остаточний (ліквідної) вартістю основних фондів, що вибули з експлуатації у зв'язку з впровадженням системи автоматизації (окремих приміщень, обладнання, пультів, приладів);

– ПДВ при здійсненні капітальних вкладень, податками на прибуток і на майно;

– можливим прискоренням оборотності оборотних коштів в перший рік експлуатації системи автоматизації, якщо робота системи позначається на зниженні наднормативних запасів на складах, на прискоренні розрахунків зі споживачами та постачальниками.

4. Термін служби систем автоматизації різних класів приймаємо рівним 10 років, що приблизно відповідає терміну морального старіння засобів автоматики.

5. Загальний рівень існуючих на момент розрахунку цін на всі ресурси і продукцію підприємства приймаємо незмінним на весь період розробки і функціонування системи.

6. Вважаємо, що продукція підприємства, на якому реалізується система автоматизації, має ринок збуту в усі час функціонування системи.

7. Річну додатковий прибуток (щорічну прибутковість) від роботи системи автоматизації приймаємо однаковою по всіх роках функціонування системи.

8. Нерівноцінність різночасових витрат і доходів враховуємо в розрахунках шляхом дисконтування грошових потоків. Дисконтуванням називається процедура, що дозволяє при водити різночасові витрати і доходи в грошовому вираженні з урахуванням їх нерівноцінність до порівнянної увазі. Для цього всі різночасові грошові потоки приводяться до певного, одному році за допомогою коефіцієнта дисконтування, який відображає відносну цінність фінансових коштів певного року в порівнянні з цінністю фінансових коштів на рік приведення.

Роком приведення вважаємо рік введення системи автоматизації в промислову експлуатацію. Якщо чисельно прийняти цей рік за 0 (нульовий), то чисельні позначення років функціонування системи автоматизації: (0, 1, 2, 3...T, де T – термін служби (прийнято T=10), а чисельні позначення років капітальних вкладень в систему: 0, 1, 2, ... S, де S – рік початку розробки системи.

Коефіцієнт дисконтування  $a_t$  визначається функцією складних відсотків:

$$a_t = (1 + E)^t \quad (1.7)$$

де E – норма дисконту, яка в даний час, в переважній більшості випадків, для систем автоматизації приймається рівною 0,1;

t – рік здійснення витрат і / або доходів.

Як видно з наведеної нижче таблиці 1.1, при різночасових витратах і доходах використання коефіцієнта дисконтування сильно впливає на загальну інтегральну ефективність.

Таблиця 1.1 – Визначення загальної інтегральної ефективності

Число років, що передують року приведення розрахунків	$\alpha_t$	Число років, що настають за роком приведення розрахунків	$\alpha_t$
		1	0,91
		2	0,83
		3	0,75
		4	0,68
-5	1,61	5	0,62
-4	1,46	6	0,56
-3	1,33	7	0,51
-2	1,21	8	0,47
-1	1,10	9	0,42
0	1,00	10	0,39

Капітальні вкладення на систему автоматизації за час її розробки і впровадження без урахування дисконтування:

$$K = \sum_{t=-S}^0 k_t \quad (1.8)$$

де  $k_t$  – капітальні вклади в  $t$ -м році.

Капітальні вкладення на систему автоматизації за час її розробки і впровадження з урахуванням дисконтування:

$$K_o = \sum_{t=-S}^0 k_t a_t \quad (1.9)$$

Загальна додатковий прибуток за весь час функціонування системи автоматизації з урахуванням дисконтування:

$$Q_o = q \int_{t=0}^T a_t \quad (1.10)$$

де  $q$  – річна додатковий прибуток після введення системи автоматизації в промислову експлуатацію.

Істотно відзначити, що на етапі вибору і проектування системи автоматизації при прогнозуванні її економічного ефекту річна додатковий прибуток може бути вказана досить наближено і, в загальному випадку, лежати в деякому прогнозованому інтервалі від  $q_{\min}$  до  $q_{\max}$ . Такий вид інтервального невизначеності додаткового прибутку може бути конкретизований формулою Гурвіца (критерієм оптимізму–песимізму):

$$q = \lambda q_{\max} + (1 - \lambda) q_{\min} \quad (1.11)$$

де  $\lambda$  – коефіцієнт, що відображає перевагу розробника в умовах невизначеності ( $0 \leq \lambda \leq 1$ ).

При  $\lambda = 0$   $q = q_{\min}$  – песимістичний прогноз; при  $\lambda = 1$   $q = q_{\max}$  оптимістичний прогноз. На практиці, при відсутності особливих переваг, зазвичай приймають  $\lambda = 0,3$ .

Інтегральний дисконтований економічний ефект (або, як прийнято називати у економістів, ЧДД – чистий дисконтований дохід) за наведених вище обмеженнях за весь час розробки, впровадження, функціонування системи автоматизації визначається наступним виразом:

$$\text{ЧДД} = Q_o - K_o \quad (1.12)$$

Умовою ефективності системи автоматизації є нерівність  $\text{ЧДД} > 0$ .

Вибір найбільш економічно ефективного варіанту системи автоматизації з ряду розглянутих варіантів є вибір того варіанта системи, у якого величина ЧДД має найбільше значення.

Важливим показником є термін окупності капітальних вкладень в систему автоматизації, який визначається як без урахування, так і з урахуванням дисконтування.

При оцінці ефективності термін окупності може використовуватися тільки в якості обмежувальної умови (тобто знання його значення виключає застосування варіантів систем зі значними строками окупності, які, природно, не можуть вважатися раціональними). Використовувати термін окупності як критерій знаходження найкращого варіанту системи (як ще часто робиться на практиці і навіть в ряді керівних галузевих документах) абсолютно неправильно, оскільки він не має функціонального зв'язку з ЧДД.

Грубою оцінкою є простий термін окупності –  $T$  (визначається без урахування дисконтування), яким є тривалість найменшого періоду, після закінчення якого накопичений додатковий економічний ефект, розрахований без урахування дисконтування, стає і надалі залишається невід'ємним. Зазвичай він відраховується від року введення системи автоматизації в експлуатацію. У розглянутому тут випадку при прийнятих обмеженнях він визначається за формулою:

$$T = K / q \quad (1.13)$$

Істотно більш точним показником окупності є термін окупності з урахуванням дисконтування –  $T_0$ , що визначає інтервал часу, після закінчення якого ЧДД стає і надалі залишається невід'ємним. Він також відраховується від року введення системи автоматизації в експлуатацію. Його визначення проводиться не по формулі, а по послідовному обчисленню накопиченого додаткового ефекту по роках функціонування системи автоматизації, що нижче пояснюється на прикладі..

#### Приклад

Нехай розробка і впровадження системи тривали 2 роки і капітальні витрати склали 40 млн. грн (10 млн. В перший і 30 млн., У другому році). Щорічна додаткова прибуток від системи автоматизації оцінена в 11 млн. грн / рік.

Простий термін окупності обчислюється за формулою (1.13):  $40/11=3,64$  року.

Термін окупності (табл. 1.2) з урахуванням дисконтування визначається шляхом побудови наведеної нижче спеціальної таблиці, в якій всі щорічні і накопичені за роками затрати і доходи дані в млн. гривень.

Таблиція 1.2 – Визначення терміну окупності

Найменування	Року розробки, впровадження, експлуатації системи											
	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Витрати / доходи по роках	-10	-30	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Коеф. дисконт	1.	1.	0.	0	0.	0.	0.	0.	0.	0	0.	0.
	10	00	91	83	75	68	62	56	51	47	42	39
Дискон. витрати / доходи по роках	-11	-30	10.01	9.13	825	7.48	6.82	6.16	5.61	5.17	4.62	4.29
Накопичена сума	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
	11.00	41.00	30.99	21.86	3.61	6.13	0.69	6.85	12.01	17.18	21.80	26.09

Як зрозуміло з таблиці 1.2 термін окупності з урахуванням дисконтування лежить між роками 4 і 5. Скориставшись лінійною інтерполяцією визначимо його значення:

$$4 + 6,13 / (6,13 + 0,69) = 4,9 \text{ років.}$$

На закінчення коротко сформулюємо послідовність і зміст основних етапів розрахунку прогнозованого економічного ефекту від планованої системи автоматизації. Для якої зміни виробничих показників роботи об'єкта в результаті її впровадження можуть бути обґрунтовано оцінені і переведені в кількісні економічні показники.

1-й етап. Конкретне опис всіх функцій запланованій системи автоматизації засноване на розроблених технічних вимогах на систему.

2-й етап. Визначення впливу кожної функції системи автоматизації на виробничі показники функціонування об'єкта, що автоматизується і інших підрозділів підприємства. Реалізація даного етапу ґрунтується на аналізі автоматизованого виробничого процесу і на його технологічного взаємозв'язку з іншими виробничими процесами підприємства.

3-й етап. Оцінка прогнозованої річної додаткового прибутку від зміни кожного виробничого показника при впровадженні системи автоматизації. Найбільш важливий і відповідальний етап, реалізація якого базується на наступній інформації:

– на статистичній обробці технічних і економічних показників як самого об'єкта, що автоматизується, так і пов'язаних з ним ділянок

виробництва за останні кілька років;

- на відомих матеріалах по ефективності реалізації окремих функцій системи автоматизації на аналогічних об'єктах інших підприємств даної галузі промисловості;

- на літературних джерелах, економічно обґрунтовують автоматизацію окремих виробничих функцій на об'єктах розглянутого типу..

4–й етап. Підготовка всіх вихідних даних для розрахунку прогнозної ефективності системи автоматизації:

- розподілених по роках капітальних вкладень на розробку і впровадження системи автоматизації;

- сумарною оцінки річної додаткового прибутку від усіх піддаються обґрунтованого прогнозу змін виробничих показників;

- всіх загальних обмежень і показників, прийнятих при розрахунку ефективності проектованої системи.

5–й етап. Проведення розрахунку прогнозної ефективності системи автоматизації (розрахунок ЧДД і терміну окупності) і її аналіз на предмет обґрунтування побудови запланованій системи автоматизації.

### *1.7.1 Аудит коштів і систем автоматизації*

Під назвою "Аудит" спочатку розумілася незалежна перевірка фінансової діяльності організації. Останнім часом поняття аудиту розширюється на інші сфери діяльності; зокрема, з'явилися поняття: організаційний аудит, екологічний аудит, освітній аудит, аудит персоналу і т.д. Тут під поняттям "Аудит виробничих засобів і систем автоматизації" будемо розуміти:

- незалежну перевірку їх роботи;

- аналіз існуючих якості і надійності їх функціонування та їх відповідності заданим вимогам, умовам і / або нормативам;

- вироблення конкретних рекомендацій щодо виявлених недоліків та щодо вдосконалення їх роботи.

Як аудитора може виступати як внутрішня служба самого підприємства (від одного до декількох фахівців, в залежності від кількості експлуатованих систем автоматизації), так і стороння спеціалізована фірма (зовнішній аудит). Проведення аудиту існуючих на виробництві засобів і систем автоматизації має першорядне значення, оскільки воно дозволяє підтримувати високу якість і необхідну ефективність роботи систем автоматизації і виключити деградацію засобів і систем під час їх

експлуатації. Тривіальна істина, що для досягнення високої ефективності мало придбати найкращі засоби і системи, треба ще правильно їх експлуатувати і обслуговувати, на практиці вимагає все нового і нового підтвердження.

### *1.7.1.1 З вражень автора про відвідання автоматизованого цеху великого підприємства*

Начальник служби автоматизації (НСА) показує автору найбільш автоматизований новітніми засобами цех, який став працювати, за його словами, набагато ефективніше. Він підводить автора до єдиного пульта операторів цеху, оснащеному поруч робочих станцій з моніторами, стандартними і спеціальними клавіатурами, набором принтерів, настінної мозаїчної мнемосхемою і просить оператора продемонструвати роботу основних систем регулювання технологічних процесів. Оператор (О) починає показувати на моніторі тренди ряду автоматично регульованих режимних величин і якісних показників. При цьому він пояснює, що регулятори працюють постійно, що персонал в їх роботу не втручається, оскільки працюють вони надійно і регульовані величини знаходяться в допустимих діапазонах. Автор цікавиться, з якою точністю повинні стабілізуватися регульовані величини. НСА пояснює, що досягається точність, підтверджена випробуваннями систем при їх здачі в промислову експлуатацію, становить 0.5%. Автору не складає труднощів за поточними трендам, які демонструє Про на моніторі, прорахувати, що точність стабілізації зараз ніде не досягає 0,5%, а коливається у різних регульованих величин від 2,0% до 4%. Ці результати викликають здивування. Про пояснює, що на точність роботи систем регулювання вони не звертають увагу (їм за це премії не платять), а НСА каже, що вони обслуговують системи автоматизації (зокрема. Налаштовують параметри регулювання), коли до них звертаються оператори, а останні після здачі систем в експлуатацію (що сталося більше року тому) до них з цим запитом не зверталися.

Практично існує два способи аналізу функціонування систем автоматизації. Першим способом є оперативний контроль роботи кожного самостійного ділянки виробництва, який зачіпає і контроль роботи системи управління цією ділянкою. Цей контроль здійснюється, як правило, щодоби інженерним персоналом даної ділянки Другим способом є періодичний аудит якості роботи систем автоматизації кожного самостійного ділянки



виробництва. Він здійснюється досить рідко сторонніми для даної ділянки фахівцями. Ці два способи доповнюють один одного, але відрізняються і за програмними цілями, і за методикою аналізу, і за його результатами.

### *1.7.2. Особливості поточного аналізу систем автоматизації*

Коротко розглянемо зміст оперативного контролю роботи систем управління, що регулярно проводиться інженерним персоналом відповідних виробничих підрозділів. Цей контроль проводиться на підставі наступних матеріалів:

- формуються системами автоматизації зведень;
- змінних протоколів, звітів і рапортів операторів виробничих процесів і адміністраторів систем автоматизації;
- актів обслуговування і ремонтів засобів автоматизації, доповідних записок співробітників КВП, які обслуговують засоби автоматизації в їхньому підрозділі.

З усієї цієї надходить до інженерного персоналу для контролю роботи систем управління інформації найважливішою частиною є що формуються системами автоматизації зведення з обліковими та зведеними даними про їхню роботу.

В ідеалі кожній системі автоматизації варто було б мати окрему програмну підсистему контролю та обліку її роботи, яка реалізувала б приблизно наступний набір функцій:

- облік результатів діагностики окремих засобів системи в режимі on-line і зберігання результатів виявлених дефектів. Зокрема, облік результатів автоматичного тестування роботи датчиків, мереж, контролерів;
- визначення частки часу знаходження регулюючих органів в кінцевих положеннях за окремі зміни, фіксація моментів часу відключення / включення окремих систем регулювання;
- фіксація різних несправностей і недоліків в роботі блокувальних ланцюгів і ланцюгів протиаварійної за щити;
- облік різних відхилень в роботі об'єкта, що автоматизується, реєстрація інтервалів часу знаходження кожної з контрольованих системою величин в межах дії за даних їй нормальних значень;
- фіксація всіх впливів оператора через систему автоматизації;
- зіставлення основних облікових даних про роботу системи за поточний інтервал часу з аналогічними даними за минулі інтервали часу і визначення тенденції їх змін;

– зберігання в базі даних всього накопиченого матеріалу цієї підсистеми за кожен заданий інтервал часу (зазвичай. За добу) в окремому файлі і видача його в фіксований час або загальної зведенням, або окремими відомостями за конкретним запитом персоналу.

На практиці існують системи автоматизації реалізують більшу або меншу частину зазначених функцій контролю своєї роботи.

На базі всіх перерахованих матеріалів, що надійшли керівництву кожного підрозділу виробництва виявляє всі недоліки роботи систем управління на своїй ділянці, які полягають в різних збоях і відмовах, в використанні для управління недостовірної інформації, в неправильних або некваліфіковані дії операторів, в помилкових діях на режими виробничих процесів. Такий поточний аналіз дозволяє керівництву ділянки оперативно компенсувати виявлені недоліки і вживати всіх необхідних заходів щодо нормалізації роботи систем контролю і управління.

Але описана поточна діяльність не підпадає під при веденні поняття аудиту з наступних причин:

– виконується поточний аналіз роботи систем автоматизації результативно обмежується усуненням виявлених недоліків в роботі систем, що становить незначну частину роботи, що виконується аудитором;

– реалізовані інженерним персоналом підрозділу завдання забезпечення працездатності функціонуючих в виробничих процесах систем контролю і управління відмінні від завдань аудиту, які полягають у визначенні якості і надійності роботи систем автоматизації та розробці рекомендацій щодо їх вдосконалення;

– проводиться поточний аналіз проводиться не незалежними фахівцями, а персоналом, відповідальним за роботу систем автоматизації, що не може не позначитися на його об'єктивності.

### *1.7.3 Характеристики аудиту коштів і систем автоматизації*

Служби підприємства, які повинні бути зацікавлені в аудиті:

– керівництво підприємства, що виділяє фінансові ресурси на автоматизацію відповідно до представлених йому даними про ефективність використання цих ресурсів;

– служби підприємства, що відповідають за якість і собівартість продукції і визначають ефективність роботи окремих підрозділів виробництва.

Виконавці аудиту:

- спеціально сформований для аудиту автоматизації виробництва підрозділ підприємства (служба внутрішнього аудиту), яке періодично обстежує роботу засобів і систем автоматизації послідовно по всіх цехах і ділянках виробництва;

- стороння консалтингова організація (запрошений зовнішній аудитор), якій крім безпосереднього аудиту, в більшості випадків, задають ще й певну мету обстеження існуючої автоматизації виробництва, що виходить за рамки звичайного типового аудиту експлуатованих засобів і систем: наприклад, рекомендації щодо вдосконалення, розширення та модифікації роботи діючих систем і визначення не охоплених автоматизацією функцій контролю і управління, які доцільно автоматизувати.

Вимоги, що пред'являються до аудиторів внутрішнього і зовнішнього аудиту:

- вони повинні бути добре поінформовані про можливості сучасних засобів / систем автоматизації і, особливо, про характеристики експлуатованих на підприємстві засобів і систем:

- вони повинні достатньо добре орієнтуватися в специфіці виробничих процесів на підприємстві:

- вони не повинні мати будь-яку комерційну ефективна співпраця з виробниками використовуваних на підприємстві засобів; з проектувальниками наявних на підприємстві систем автоматизації; з організаціями, які проводили впровадження засобів і систем і будь-які інші роботи на підприємстві, пов'язані з коштами / системами автоматизації;

- вони повинні бути повністю незалежними від впливу керівників окремих виробничих цехів і дільниць, від служб інформатизації, автоматизації та КВП підприємства; а тому служба внутрішнього аудиту повинна перебувати в безпосередньому підпорядкуванні у керівництва підприємства.

Типові завдання внутрішнього аудиту:

- формування середніх і інтегральних величин, статистичних характеристик, процентних співвідношень по різних аспектах точності, якості, ефективності та надійності роботи засобів і систем автоматизації за час, що минув з моменту попереднього аудиту:

- аналіз змін в часі отриманих основних показників точності, якості, ефективності та надійності роботи засобів і систем автоматизації в порівнянні їх з аналогічними показниками за минулі періоди часу;

- рекомендації щодо необхідного вдосконалення роботи систем

автоматизації.

Типові завдання зовнішнього аудиту:

- аналіз результатів роботи служби внутрішнього аудиту та оцінка використовуваних нею методів обстеження і рекомендованих заходів;

- виявлення недостатнього охоплення автоматизацією функцій контролю і управління, низьку ефективність окремих засобів і систем, інших різних недоліків і недоробок існуючої автоматизації виробництва і вироблення заходів щодо підвищення ефективності роботи окремих систем автоматизації.

Вихідні документи та матеріали, що використовуються при аудиті:

- зведення та протоколи, що формуються системами автоматизації, з найменуваннями відбулися аварійних ситуацій і моментів їх виникнення; відомостями про відключення окремих засобів і систем і часу перебування їх в неробочому стані і іншими подіями, фіксуються системами;

- робочі журнали, звітні відомості та рапорту операторів виробництва;

- протоколи метрологічних повірок ланцюгів вимірювання;

- звіти ремонтних служб з обслуговування і ремонтів технічних засобів автоматизації з описом форми обслуговування (ремонту) і змісту проведених робіт;

- відомості адміністраторів систем автоматизації з обслуговування програмного забезпечення систем автоматизації, з найменуванням проведених робіт, включаючи корекцію і перебудову параметрів програм, виправлення помилок програм, їх модернізацію, додавання нових програм і т.п.

Основні показники, які визначаються при аудиті:

- показники точності, чутливості, стабільності і надійності роботи вимірювальних засобів і систем;

- показники якості, точності, ефективності і надійності систем регулювання;

- показники достатності та надійності систем блокувань логічного управління, ланцюгів протиаварійного захисту, систем пуску і зупинки автоматизується;

- показники точності, надійності, достовірності систем автоматичного визначення і розрахунку якісних, кількісних, облікових, техніко–економічних показників роботи об'єкта, що автоматизується;

- облікові показники обслуговування і ремонтів технічних засобів

систем автоматизації;-

- облікові показники збоїв, відмов, корекцій, модифікацій програмного забезпечення систем автоматизації;

- соціальні та психологічні показники взаємодії операторів виробничих процесів з системами автоматизації, з адміністраторами систем автоматизації і зі службою КВПіА;

- зіставлення всіх вище зазначених показників за останній часовий інтервал з тими ж показниками за минулі інтервали і оцінка тенденцій їх змін в часі.

Способи проведення аудиту:

- анкетування персоналу, що працює із засобами / системами автоматизації та обслуговуючого системи;

- аналіз наявного документального і архівного матеріалу, що стосується експлуатованих засобів і систем автоматизації;

- інтерв'ювання виробничого персоналу: технологів цехів, операторів виробничих процесів, адміністраторів систем автоматизації, співробітників служб КВП;

- безпосереднє спостереження за роботою діючих систем автоматизації;

- проведення спеціальних експериментів зі з'ясування окремих аспектів функціонування систем автоматизації.

Основні результати і рекомендації аудиту:

- оцінки поточних показників роботи систем автоматизації та їх зіставлення з аналогічними показниками за попередні періоди роботи;

- оцінки поточної роботи персоналу, що працює з системами автоматизації та обслуговуючого системи, і змін в їх функціонуванні в порівнянні з попередніми періодами роботи;

- пропозиції щодо поліпшення всіх показників роботи систем автоматизації;

- пропозиції щодо необхідної коригування та модернізації систем автоматизації;

- пропозиції щодо вдосконалення роботи операторів і підрозділів, які обслуговують системи автоматизації;

- організаційні пропозиції.

## *1.7.4 Особливості окремих способів аудиту систем автоматизації*

### *1.7.4.1 Анкетування персоналу*

Даний спосіб є найбільш простим і легким, що не вимагає безпосередньої присутності аудиторів на об'єкті, але, в той же час, він є найбільш неточним, обмеженим по одержуваних відомостях, недостатньо достовірні, а часто і свідомо спеціально спотвореним.

Для якісного проведення анкетування необхідно формулювати запитання анкет в точно однозначно розуміється, абсолютно конкретний вид. При цьому слід використовувати тільки ті форми питань, які передбачають або простий чисельний відповідь, або в яких заздалегідь сформульовані всі можливі варіанти відповідей і анкетованих повинен вибрати один з них, або можна відповідати тільки у вигляді альтернативи типу "так – ні".

### *1.7.4.2 Приклади подібних питань*

Питання: скільки років експлуатується даний ПТК. Відповідь пропонується у вигляді одного числа.

Питання: чи використовуються в даній системі автоматизації алгоритми самонастроювання регуляторів або адаптивні регулятори. Пропонований варіант відповіді може мати тільки одне з двох значень: так чи ні.

Питання: обслуговування та ремонт якого класу технічних засобів даного АСУ ТП найбільш трудомісткий і, відповідно, витратний. Відповідь пропонується вибрати з доданих в ньому варіантів: всіх датчиків, всіх виконавчих механізмів, всієї апаратури мереж, всіх контролерів, всіх комп'ютерів (т.с. робочих станцій і серверів).

### *1.7.4.3 Приклад неправильного анкетування*

Питання з анкети, розісланій службою одного холдингу на свої заводи: "Наскільки повно і якісно автоматизує об'єкт (наводиться найменування об'єкта) дане АСУ ТП". Деякі відповіді, отримані з різних заводів наведені нижче: "Автоматизує на 70%", "Хотілося б більшого", "Якість було б хорошим, якщо б її обслуговування було б більш кваліфікованим".

На першому, початковому етапі аудиту, з метою скорочення часу його проведення і зниження завантаження аудиторів можна проводити попереднє анкетування персоналу підприємства з урахуванням зазначених вимог до

форм питань анкет. У цьому випадку доцільно формувати не одну, а ряд анкет, кожна з яких містить певне коло питань, спрямованих на окрему групу фахівців підприємства:

- на обслуговуючий і ремонтує кошти / системи автоматизації персонал;
- на адміністраторів систем автоматизації;
- на операторів виробничих процесів, що працюють з системами автоматизації;
- на інженерний персонал підрозділів, де працюють системи автоматизації.

Таке роздільне анкетування різних фахівців, пов'язаних з функціонуючими системами автоматизації, дозволяє більш всебічно оцінити їх роботу. У той же час дублювання деяких питань різним групам фахівців, але сформульованих по-різному, дозволяє провести первинний вибірковий контроль правильності заповнення анкет.

На наступних етапах аудиту, коли аудитори безпосередньо аналізують роботу систем автоматизації, доцільно перевірити ще раз і уточнити окремі відомості, отримані шляхом анкетування.

#### *1.7.4.4 Робота з документальним матеріалом*

Цей спосіб аудиту є основним, оскільки він дозволяє зробити всебічний аналіз поточного стану засобів і систем автоматизації, визначити показники якості, точності і надійності їх роботи, виділити тенденції погіршення окремих показників засобів і систем і намітити шляхи вдосконалення їх функціонування.

Важливим наслідком аналізу наявного на момент аудиту документального матеріалу є визначення його достатності, якості, глибини обробки вихідних даних, наявності істотних розрахункових узагальнених показників, що дозволяє сформулювати пропозиції щодо вдосконалення обробки і зберігання інформації, що характеризує показники функціонування засобів і систем автоматизації. Необхідно звернути увагу на наявність в кожній системі програм, що визначають, які розраховують і документують основні показники роботи цієї системи.

Документи, зокрема, повинні виявити:

- середні квадратичні похибки стабілізації регульованих величин за окремі задані інтервали часу;
- середні значення і середньоквадратичні відхилення від них

вимірюваних техніко-економічних і облікових показників роботи виробництва за окремі задані інтервали часу;

- процентне співвідношення роботи кожної системи регулювання в автоматичному і ручному (відключеному) режимах за окремі задані інтервали часу;

- число відмов окремих технічних засобів систем автоматизації за окремі задані інтервали часу;

- число збоїв і відмов окремих програмних засобів систем автоматизації за окремі задані інтервали часу;

- число аварійних ситуацій в об'єкті управління за окремі задані інтервали часу і, по можливості, причини їх виникнення;

- число проведених робіт по обслуговуванню і ремонтам засобів і систем автоматизації з класифікацією типів робіт за заданий проміжок часу.

#### *1.7.4.5 Інтерв'ювання персоналу*

Інтерв'ювання персоналу є корисним додатковим способом аналізу роботи засобів і систем автоматизації, що доповнює роботу з документальним матеріалом і дає ряд додаткових відомостей про особливості, переваги і недоліки окремих систем автоматизації.

Зокрема цим шляхом з'ясовуються:

- питання комфортності роботи операторів, наочності та повноти подачі їм інформації, зручності їх взаємодії з системами автоматизації;

- наявні зауваження обслуговуючого і ремонтного персоналу до експлуатованих засобів та систем;

- кваліфікаційна і чисельна достатність персоналу, що обслуговує і ремонтує кошти систем автоматизації;

- певні якісні недоліки і недоробки діючих систем, які не можуть бути зафіксовані формальними методами;

- відсутні та / або недостатньо оперативні зв'язку з іншими сусідніми системами контролю і управління, з лабораторіями, з інженерним персоналом, з відділами заводууправління.

Суттєва інформація може бути отримана цим шляхом по окремим аспектам соціальних і психологічних взаємозв'язків різних груп персоналу, які безпосередньо працюють з системами автоматизації; зокрема, відносини операторів виробництва зі службами КВП і відносинах служби автоматизації зі службою КВП.



#### *1.7.4.6 Спостереження за роботою систем автоматизації*

Безпосереднє спостереження за роботою систем автоматизації істотно, оскільки дозволяє свіжим поглядом стороннього фахівця виявити ті особливості і нюанси роботи окремих засобів і систем автоматизації, які не приваблюють увагу працюючого з ними і обслуговуючого їх персоналу, але впливають на ефективність роботи систем автоматизації.

Особливо важливі безпосередні спостереження за роботою таких людино-машинних систем управління, в яких система автоматизації дає всю необхідну інформацію для поліпшення якості управління, а самі дії, що управляють на основі цієї інформації приймає (або не приймає) оператор даного об'єкту автоматизації. Нижче наводяться два типових прикладу подібних систем.

1. Існує деяка межа якості продукції, ви пускаємо автоматизуються об'єктом. Перевищення поточного якості продукції даної кордону означає випуск продукції першого сорту, але чим вище кордону значення поточного якості, тим вище витрати на її виробництво, тому треба тримати якість можливо ближче до кордону. З іншого боку, якщо поточний якість продукції стане нижче цієї межі, то воно перейде у другий сорт (або шлюб) і це принесе збитки, тому практично оператор повинен підтримувати поточну якість вище кордону настільки, щоб при відбуваються його коливаннях воно не перетинало кордони, але було б якомога ближче до неї. Діюча система регулювання зменшує амплітуду коливань якості продукції і, теоретично, оператор може наблизити завдання якості ближче до кордону і, тим самим, знизити витрати, не боячись зазнати збитків через зниження сортності продукції. На практиці дії оператора зі зміни завдання якості продукції при роботі системи регулювання і ступінь цієї зміни визначають ефективність даної системи.

2. Існують нормативи споживання матеріальних і енергетичних ресурсів автоматизуються об'єктом. Система автоматизації контролює, обчислює і видає оператору поточні облікові дані про витрати матеріальних і енергетичних ресурсів керованим ним об'єктом. Застосування цієї інформації оператором для оперативної корекції режиму роботи об'єкта, що забезпечує економне використання ресурсів, і раціональність ступеня корекції визначають ефективність даної системи.

#### *1.7.4.7 Проведення спеціальних промислових експериментів*

У ряді випадків для об'єктивної оцінки якості та ефективності роботи систем автоматизації доцільно проводити спеціальні обстеження, які полягають в цілеспрямованих, досить короткочасних змінах режиму роботи об'єкта автоматизації і фіксації показників його роботи в різних режимах або в різних варіантах управління (наприклад, в варіантах ручного і автоматизованого управління). Особливо важливо проводити такі обстеження для об'єктивної оцінки тих змін показників виробництва, які виникають через функціонування існуючих систем автоматизації і за значеннями яких можна оцінити економічний ефект роботи цих систем.

Основні причини необхідності періодичного незалежного внутрішнього і / або зовнішнього аудиту діючих засобів і систем автоматизації на виробництві зазначені нижче:

- за допомогою аудиту визначаються об'єктивні поточні характеристики систем контролю і управління виробничими процесами: точність визначення техніко-економічних показників виробництва; ефективність систем автоматизованого управління; якість роботи операторів, адміністраторів систем, персоналу КВП;

- аудит своєчасно сигналізує про фізичний знос окремих засобів контролю і управління, про необхідність коригування окремих прикладних програм у зв'язку зі зміненими властивостями виробничих процесів, про кваліфікаційні недоліки окремих груп керуючого персоналу;

- проведене під час аудиту зіставлення поточних характеристик систем контролю і управління з аналогічними характеристиками за минулі інтервали часу дозволяє виявити небажані зміни в системах, визначити причини їх появи і намітити заходи щодо їх усунення.

Резюмуючи: аудит дозволяє протягом всього часу експлуатації систем автоматизації підтримувати їх максимально можливу ефективність функціонування.

Слід підкреслити окрему, важливу причину необхідності звернення керівництва підприємства в певні моменти часу до зовнішнього аудиту: останній дозволяє перевірити якість і об'єктивність висновків проведеного внутрішнього аудиту систем автоматизації, оцінити його і вказати на ті його можливі недоліки, які дають неповну та / або перекручену картину ефективності роботи діючих систем автоматизації.

## 1.8 Сутність та необхідність впровадження циркулярної економіки

Сьогодні економічний розвиток будь-якої країни не може ґрунтуватися лише на матеріальній основі, оскільки вона не забезпечує добробут людей і сталість суспільства. «Економіка майбутнього» включає складні відносини між економікою, суспільством і навколишнім середовищем, засновані на досягненні стійких цілей. Економічне зростання та розвиток країни необхідно переосмислити в контексті досягнення цілей сталого розвитку, які охоплюють питання клімату, споживання, виробництва, енергії та економічного зростання. Концепція сталого розвитку була сформульована в 17 Цілях сталого розвитку, встановлених Організацією Об'єднаних Націй, які базуються на глобальних екологічних, політичних та економічних викликах.

Досвід ведення європейського бізнесу доводить, що бізнес в Європейському Союзі більше не розглядає навколишнє середовище окремо від економічного розвитку, який забезпечується виключно за рахунок ефективності споживання ресурсів і зменшення забруднення. Саме циркулярна економіка стала одним із пріоритетів для сприяння сталому розвитку. Європейський союз прийняв План досягнення циркулярної економіки (CEAP) як одного з ключових компонентів Європейської зеленої угоди, який забезпечує досягнення справедливої, кліматично нейтральної, ресурсоефективної та конкурентоспроможної європейської економіки.

Економіка кругового циклу (циркулярна економіка) розглядається як важлива умова для забезпечення сталого майбутнього. Циркулярна економіка базується на дослідженнях на межі економіки та екології, спрямованих на пошук шляхів вирішення еколого-економічних протиріч. Циркулярна економіка є не лише моделлю для зменшення впливу на навколишнє середовище, але й інструментом для досягнення сталого сталого розвитку.

За даними Фонду Еллен Макартур, з точки зору макроекономіки, сценарій циркулярної економіки може надати різні переваги суспільству до 2030 року:

- ВВП може зрости на 11% порівняно з 4% у сценарії лінійної економіки, а можливість щорічної чистої економії матеріальних витрат становить до 630 мільярдів доларів США;
- викиди вуглекислого газу також можуть бути зменшені на 48%

до 2030 року через системи мобільності та харчування.

Таким чином, циркулярна економіка може створювати ще більше можливостей для промислового оновлення, регенерації, інновацій і добробуту, що беззаперечно відповідає Цілям сталого розвитку ООН.

Циркулярна економіка може вписуватися в зелену економіку, але не навпаки. Екологічна платформа Організації Об'єднаних Націй (ЮНЕП) визначає циркулярну економіку як «низьковуглецеву, ресурсоефективну та соціально інклюзивну» економіку – свого роду оптимізовану стійка економіка.

Перший План дій із циркулярної економіки (Circular Economy Action Plan) був прийнятий Європейською Комісією у 2015 році в контексті Європейської зеленої угоди на основі концепції 17 цілей сталого розвитку, встановлених ООН. Циркулярна економіка була визнана ключовим елементом стратегії Європейської зеленої угоди, який дозволить ЄС створити справедливую, кліматично нейтральну, ресурсоефективну та конкурентоспроможну економіку.

У 2020 році Європейська комісія оновила План дій із циркулярної економіки (Circular Economy Action Plan), який включає 35 дій із зосередженням на секторах, які використовують найбільше ресурсів і де є високий потенціал для циркулярності, таких як електроніка, акумулятори, транспортні засоби, упаковка, пластик, текстиль, будівництво та будівлі, їжа, вода та поживні речовини

План з досягнення циркулярної економіки (CEAP) є одним з ключових складових Європейської зеленої угоди.

Головні цілі CEAP

- досягнення ЄС кліматичної нейтральності до 2050 року;
- роз'єднання процесів економічного зростання та використання ресурсів;
- встановлення глобальних стандартів у сталості продуктів;
- сприяння створенню робочих місць як в Європі так і за її межами.

Україна переживає величезну екологічну та економічну кризу, пов'язану з нестачею ресурсів, відсутністю інноваційних технологій, недостатністю матеріально-технічного забезпечення. Невирішеними залишаються питання екологізації промислових підприємств, зниження матеріаломісткості продукції та забезпечення ресурсоефективності виробництв. Все це негативно впливає на конкурентоспроможність бізнесу та на рівень забруднення навколишнього середовища, погіршуючи якість

життя населення.

Для подолання економічних та екологічних викликів Україна має обрати шлях якісного інноваційного ресурсозабезпечення промислового виробництва, через запровадження циркулярної моделі. Рациональне використання ресурсів у промисловості у поєднанні з покращенням екологічних показників має бути пріоритетом для українського бізнесу в контексті циркулярності та стійкості.

Для забезпечення виходу з кризи Україні необхідно відмовитися від підходу лінійної економіки за принципами «бери, зроби, використай, змарнуй» і перейдіть до циклічної моделі, яка забезпечує сталий розвиток і базується на принципі «витаг, виробляти, брати, виготовляти, використовувати, ремонтувати або переробляти, повторно використовувати або переробляти, повторно використовувати». Саме циркулярна економіка обіцяє забезпечити економічне процвітання в екологічних межах.

Для України це важливо не тільки для виходу з кризи, але більше для забезпечення ресурсоефективності, в тому числі енергетичної, що важливо для національної безпеки. Актуальним завданням для України має бути зменшення тиску на ресурси та побудова циркулярного суспільства.

Україна як держава, яка обрала курс на європейську інтеграцію та зіткнулася з глобальними економічними та екологічними викликами, повинна кардинально переглянути поточну ситуацію для впровадження економіки кругової концепції та адаптації європейського досвіду до українських реалій. У найближчі десятиліття державна політика в Україні має бути спрямована на те, щоб діяльність, яка сприяє перетворенню суспільства на більш екологічно чисте та інклюзивне, стала економічно вигідною для бізнесу та домогосподарств, забезпечила конкурентоспроможність та ефективність інтеграції України в світове співтовариство.

Лінійна економічна модель базується на великій кількості дешевих, легкодоступних матеріалів та енергії. Частиною лінійної моделі є заплановане моральне старіння, коли продукт розробляється таким чином, щоб мати обмежений термін служби, щоб спонукати споживачів купувати його знову. Порівняно з традиційною лінійною моделлю економіки, яка працює за принципом «бери, роби, використовуй, викидай» (рис. 1.13), циркулярна економіка пропонує принципово нову стійку модель, засновану на принципі «видобувай, виробляй, використовуй, переробляй або повторно використовуй» (рис. 1.14).



Рисунок 1.13 – Лінійна економічна модель

Циркулярна економіка характеризується замкнутим характером використання ресурсів та їх відновлення, максимально довго зберігаючи відходи у виробничому циклі. У моделі замкнутого циклу економічний цикл має ті ж етапи, що й у лінійній моделі, але цикл не переривається.

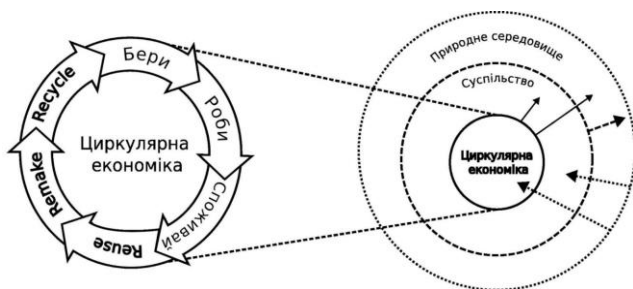


Рисунок 1.14 – Модель циркулярної економіки

Циркулярна економіка — це модель виробництва та споживання, яка передбачає спільне використання, оренду, повторне використання, ремонт, відновлення та переробку наявних матеріалів і продуктів якомога довше. Таким чином подовжується життєвий цикл виробів. На практиці це означає скорочення відходів до мінімуму.

Циркулярна економіка — це система, де матеріали ніколи не стають відходами, а природа відновлюється. У циркулярній економіці продукти та матеріали залишаються в обігу за допомогою таких процесів, як технічне обслуговування, повторне використання, реконструкція, повторне виробництво, переробка та компостування. Циркулярна економіка бореться зі зміною клімату та іншими глобальними проблемами, такими як втрата біорізноманіття, відходи та забруднення, шляхом відокремлення економічної

діяльності від споживання обмежених ресурсів.

### 1.8.1 Переваги від впровадження рішень циркулярної економіки

Європейські компанії, які впровадили рішення циркулярної економіки вже зазначають економічні, соціальні та екологічні вигоди (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 – Види переваг циркулярної економіки

Види переваг	Переваги
Економічні переваги	Вихід на нові ринки та країни
	Економія коштів
	Отримання прибутку, формування нових джерел доходу
	Підвищення конкурентоспроможності компанії
	Економія грошей споживачів, нижча ціна товарів
	Доступ до більш якісних продуктів із високою доданою вартістю
Соціальні переваги	Створення робочих місць
	Підвищення репутації та вартості бренду
	Доступ до продуктів або послуг високої якості, які можуть підвищити якість життя
	Зменшення впливу токсичних матеріалів
	Покращення здоров'я та безпеки
	Розвиток інноваційних навичок і знань
Екологічні переваги	Захист навколишнього середовища / зменшення впливу на навколишнє середовище
	Зменшення кількості відходів / обмеження викидів забруднюючих речовин
	Підвищення ефективності використання ресурсів / зменшення споживання ресурсів
	Дотримання екологічних норм

Створення екологічно орієнтованих робочих місць у різних секторах економіки є однією з популярних соціальних переваг циркулярної економіки. Серед соціальних переваг також слід зазначити підвищення репутації та вартості бренду завдяки покращенню показників стійкості. Перехід на циркулярну економіку також забезпечує економічні переваги для клієнтів-споживачів, зокрема: доступ до більш якісних продуктів із високою доданою вартістю, економію грошей споживачів та нижчі закупівельні ціни. Екологічна поведінка споживачів, як правило, призводить до споживання менших обсягів енергії та ресурсів, зменшуючи вплив на навколишнє

середовище та досягаючи економії. Користувачі, які купують вживаний або відремонтований продукт, також можуть досягти економії коштів і скоротити витрати завдяки зниженню купівельної ціни. Екологічні переваги впровадження циркулярної економіки заслуговують на особливу увагу. Підвищення ресурсоефективності та зменшення впливу на навколишнє середовище стали найважливішими перевагами впровадження циркулярної економіки. Суспільство з мінімальним впливом на навколишнє середовище є пріоритетним станом для урядів і окремих людей у всьому світі. Екологічні переваги є важливою складовою економічної системи, яка взаємопов'язана з іншими елементами та може зміцнити стійкість і безпеку національної економіки, а також допомогти вирішити глобальні проблеми змін навколишнього середовища та дефіциту ресурсів.

### *1.8.2 Стратегія ресурсоефективності на основі R-дій*

В контексті циркулярного вектору розроблено міжнародний стандарт ISO/DIS 59004:2023 Циркулярна економіка – термінологія, принципи та вказівки щодо впровадження. Цей документ визначає основну термінологію, принципи циркулярної економіки та містить вказівки щодо принципів її впровадження за допомогою визначеної концепції та сфер дій.

Стандарт призначений для використання організаціями, які прагнуть зрозуміти і взяти на себе зобов'язання щодо економіки замкнутого циклу, роблячи внесок у сталий розвиток. Ці організації можуть бути як приватними, так і державними, діяти індивідуально чи колективно, незалежно від типу чи розміру та розташовані в будь-якій юрисдикції чи позиції в певному ланцюжку створення вартості чи мережі створення вартості.

Інструкції з управління ресурсами, які визначені в стандарті ISO/DIS 59004:2023, призначені для того, щоб допомогти організації визначити пріоритети дій для підвищення циркулярності. Життєвий цикл і стійкість повинні управляти організацією при визначенні найкращих дій для своєї власної моделі створення вартості.

Відповідно до стандарту ISO/DIS 59004:2023 фокус ресурсоефективності має ґрунтуватися на R-діях: Refuse, Rethink, Source, Reduce, Repair, Reuse, Refurbish, Remanufacture, Repurpose, Cascade, Recycle, Recover energy, Re-mining. Ці конкретні R-дії забезпечують подовження життєвого циклу продукту, реконструкцію продукту, створення вартості, що відповідає концепції циркулярної економіки (таблиця 1.4).



Таблиця 1.4 – Приклади R-дій для підвищення циркулярності в організаціях

Refuse	Рішення, направлене на відмову від функції або запропонувавши ту саму функцію з радикально іншим рішенням
Rethink	Переосмислення рішення щодо дизайну та виробництва. Зробити використання послуг більш інтенсивним (наприклад, шляхом спільного використання або виведення на ринок багатфункціональних продуктів)
Source	Замінити первинний матеріал відновленими або поновленими ресурсами; вибрати відновлювані, стійкі джерела або вироблені ресурси, використовувати ресурси, які можна легко переробити або повернути в біосферу
Reduce	Підвищення ефективності виробництва продукції за рахунок споживання меншої кількості природних ресурсів і матеріалів
Repair	Відновлення несправного або пошкодженого продукту, щоб він міг використовувати його початкові функції
Refurbish	Значною мірою естетичне вдосконалення продукту, яке може передбачати надання йому нового вигляду з обмеженими функціональними вдосконаленнями
Remanufacture	Комплексний процес повернення продукту в стан, як новий, шляхом повного розбирання та реконструкції для перепродажу, повторної сертифікації його стану
Repurpose	Адаптувати продукт або його частини для використання в інших функціях, ніж вони спочатку передбачалися, без внесення серйозних змін до його фізичної чи хімічної структури
Cascade	Перемістити відновлені матеріали з одного циклу в інший, щоб оптимізувати потоки вихідної сировини через додаткові цикли, часто зі зниженням якості та кількості. Каскадування біоматеріалів передбачає багаторазове використання відновлюваних ресурсів зі зниженням якості з остаточною обробкою, як компостування, рекуперация енергії або біодеградація та безпечне повернення матеріалу в навколишнє середовище.
Recycle	Відновлення та обробка матеріалу для отримання такої ж (високої якості) або нижчої якості шляхом збору та механічної, фізичної чи хімічної переробки
Recover energy	Спалювання матеріалу з рекуперациєю тепла або енергії
Re-mining	Видобуток корисних копалин або видобуток із сміттєзвалищ може бути можливим у деяких випадках, якщо діяльність з видобутку корисних копалин і видобутку ведеться стабільно.

Стратегічні **R-дії** в контексті циркулярності полягають у тому, щоб утримувати суспільство та економіку в екосистемі. Іншими словами, екосистема в циркулярній економіці має базуватися на оптимізації використання ресурсів, а також на забезпеченні ресурсоефективних рішень.

**Refuse.** Відмова від надлишкового використання ресурсів. Суспільство споживає більше, ніж потрібно. Щороку збільшується кількість товарів, якими ми володіємо. Значна частина ресурсів простоює. Це можна змінити, відмовившись від таких непотрібних і нестабільних продуктів за допомогою рішень, які максимізують використання меншої кількості товарів. На кожному з етапів життєвого циклу організації розглядається можливість відмови від використання складових, які не впливають на якість продукції, або не є дружніми до довкілля. Прикладом впровадження дій (Refuse) є: відмова від зайвих або одноразових елементів пакування, відмова від використання одноразового посуду в закладах харчування.

**Reduce.** Скорочення використання ресурсів. Головною ідеєю циркулярної економіки є дематеріалізація або «робити більше з меншими витратами». Щоб цього досягти, потрібно розумніше використовувати та виробляти продукти. Наприклад, переробка ряду пластикових відходів, які в іншому випадку відправлялися б на звалище.

**Repair.** Ремонт. Рух «право на ремонт» передбачає доступні рішення для ремонту та кращого виробництва продукції. У жовтні 2019 року ЄС прийняв закон про екологічний дизайн, який означає, що виробники телефонів, планшетів і ноутбуків будуть зобов'язані полегшити ремонт своїх продуктів. Французька Groupe SEB, провідний виробник малої побутової техніки, зробила ремонтопридатність одним із стовпів своєї політики сталого розвитку. Ремонт спрямований на подовження життєвого циклу продукту та збереження, а не викидання.

**Refurbish.** Відновлення. Це процес відновлення старого або викинутого продукту та приведення його в сучасний стан для виконання своїх початкових функцій. Пошкоджені компоненти замінюються, що призводить до загального оновлення, а продукт виглядає абсолютно новим. Покращення модернізації продуктів може зменшити потребу в нових матеріалах, що призведе до зменшення відходів і викидів вуглецю. Прикладом Refurbish є рішення, які пропонують платформи Back Market (France) і Refurbed (Austria).

**Remanufacture.** Повторне виробництво (повторне виготовлення). Повторне виробництво або реконструкція передбачає відновлення та повторне використання частин викинутого продукту в новому продукті з такою ж функцією. Серед багатьох сфер, де відновлюються елементи, є авіаційні компоненти, двигуни, компоненти, офісні меблі та медичне обладнання.

**Repurpose.** Перепрофілювати. Апсайклінг (Upcycling) – перепрофілювання викинутого продукту на новий з іншою функцією – є зростаючою тенденцією. Наприклад, швейцарський бренд Freitag перетворює використані брезенти вантажівок у дуже функціональні культові сумки [12].

**Cascade.** Каскадування часто асоціюється з послідовним використанням біоматеріалів. З кінця 1990-х років каскадування було пов'язане з підвищенням ресурсної ефективності споживання деревини та переробки. Принцип каскадування, послідовного використання ресурсів, є потенційним методом створення доданої вартості в практиках циклічної економіки.

**Recycle.** Переробка та вторинне використання матеріалів. Будь-які технологічні операції, пов'язані зі зміною фізичних, хімічних або біологічних властивостей відходів, з метою підготовки їх до екологічно безпечного зберігання, перевезення, утилізації чи видалення. Повторне використання або повернення в обіг відходів виробництва чи сміття.

Наприклад, лише 1% шведського сміття відправляється на звалища. При спалюванні сміття 52% перетворюється на енергію, а решта 47% переробляється. Лише кількість енергії, виробленої з відходів, забезпечує опалення 1 млн будинків і електроенергію для 250 000 будинків.

**Recovery energy.** Виробництво енергії з матеріалів. За допомогою анаеробного зброджування мікроорганізми можуть розщеплювати біорозкладані відходи на матеріали, які ми можемо використовувати для виробництва енергії, а також зменшувати забруднення та викиди вуглецю.

### *1.8.3 Приклади бізнес-рішень європейських компаній з циркулярної економіки*

Безперечно, компанії повинні інвестувати в енергоефективність – тому що, по-перше, це дуже вигідно, постійне зниження операційних витрат, зменшення споживання енергоресурсів. Зрештою, це можливість створити конкурентоспроможний продукт на внутрішньому та зовнішньому ринках. Компанії, які визнали циркулярну економіку потенційним рішенням, отримали переваги: підвищення репутації та вартості бренду, отримання нових джерел доходу, економія коштів.

Наприклад, компанія Renault завдяки впровадженню модернізації з енергозбереження в 2019 році отримала прибуток у 120 млн євро, клієнти змогли заощадити витрати на 30-40%. Програма з енергозбереженням дозволила компанії Toyota економити понад 2,5 млн євро щорічно.

Впровадження концепції відновлених деталей Renault призвело до економії енергії на 80%, води – на 88%, відходів – на 70%, хімічних продуктів – на 92%.

Toyota Material Handling Manufacturing Sweden досягла рівня нульових викидів у 2021 році завершила перехід на скраплений біогаз (LBG). Крім того, виробництво дбайливо ставиться до навколишнього середовища, що включає переробку продуктів після закінчення терміну служби. Постійне вдосконалення продуктів зменшило гарантійні претензії споживачів на 70% за останні 10 років.

Циркулярне рішення з енергоефективності (розробка компресорів) компанією Tamturbo забезпечують переваги високої ефективності та надійності 100% безмасляних турбокомпресорів і суттєву економію як електроенергії, так і витрат на обслуговування. Компанії з різних галузей промисловості, які використовували продукт, відзначили його ефективність, економічні та екологічні переваги.

Міжнародний досвід підтверджує, що циклічні бізнес-рішення охоплюють усі сфери. Візьмемо приклад компанії Novo Nordisk, яка виробляє продукцію для діабетиків. Постійно працюючи над дизайном і функціональністю, команда створює нові продукти, які покращують якість життя людей з діабетом, а також зменшують вплив на навколишнє середовище. Наприклад, цифрове рішення на основі розумної інсулінової ручки NovoPen Echo® автоматично записує інформацію про дозування інсуліну про кожну ін'єкцію та передає інформацію про дозування інсуліну в додаток для діабету та ділиться нею з медичним центром. Ця технологія покращує якість життя людей, підвищує точність дозування та забезпечує простоту використання. Портативність і багаторазове використання шприц-ручки, оскільки змінюється лише ампула, також зводить до мінімуму використання пластику. Ініціатива «Повернення інсулінових шприц-ручок», запроваджена в Данії у 2022 році, досягла високого рівня прибутку з середньомісячним показником 18,3%. Все це позитивно впливає на екологічну систему.

Заслугує уваги приклад компанії Lufthansa, запустила колекцію Lufthansa Upcycling Collection, співпрацюючи з відомими дизайнерами, щоб переробити частини свого Airbus A340-600 D-AIHO в колекцію дому та аксесуарів. Економічна вигода полягає в тому, що 92% літаків переробляються. Виробництво нових продуктів створює робочі місця, а також створює нові прибутки для компанії. Такі соціальні рішення

позитивно впливають на імідж компанії та забезпечують конкурентоспроможність на міжнародному ринку.

Важливо підкреслити, що така подібна стратегія перепрофілювання (Repurpose) з'являється і в Україні. Українець заснував студію авіаційного дизайну A83 і створив меблі з частини літака, яка використана. Важливим є просування таких ідей на промисловий рівень, як це запровадила Lufthansa.

Retuna Återbruksgalleria в Швеції – це перший у світі торговий центр із переробки сміття, що знаменує початок революції в магазинах з низьким рівнем викидів вуглецю. Така бізнес-концепція у 2018 році створила 50 робочих місць і принесла дохід у 11,7 млн шведських крон. Retuna включає не тільки торговий центр, а й навчання дизайну та обробці об'єктів, організацію екскурсій та лекцій з екології та сталого розвитку.

Соціальне підприємство Edinburgh Remakery and Tool Library у Шотландії, Munasafn Tool Library Reykjavík, Ісландія, MakersLink в Ebber Park, Лінчепінг, Швеція навчає людей ремонтувати зламані речі за допомогою своїми руками, виготовляти нові предмети побуту з відходів. Кожен відвідувач може знайти різноманітні інструменти та речі для ремонту та створення нових виробів. Членство в Makerspace дозволяє відвідувачам використовувати інструменти для власних цілей, не витрачаючи гроші на їх придбання, заощаджуючи бюджет споживача та зменшуючи загальне споживання. Що стосується екологічних переваг, бібліотека інструментів Munasafn у Рейк'явіку заощадила викиди CO<sub>2</sub>, кг, загалом 12003,3. Соціальне підприємство забезпечує співпрацю та міцність взаємозв'язків усіх учасників циркулярної економіки.

#### *1.8.4 Приклади бізнес-рішень українських компаній з циркулярної економіки*

Високий рівень екологічної безпеки на виробництві – вимога часу, що зрозуміло для підприємств України, оскільки деякі з них уже впровадили рішення циркулярної економіки. Бути частиною циркулярного руху – це важливий спосіб не просто досягти рівня нульового впливу виробництва на навколишнє середовище, а й забезпечення конкурентоспроможності на міжнародному рівні.

З 2015 року Агропромхолдинг «Астарта-Київ» впроваджує ресурсозберігаючі технології на цукрових заводах. З метою досягнення цілей з енергоефективності, на цукрових заводах була розроблена та розпочата

реалізація програми з ресурсо- та енергоефективності «Best available technics» («Найкращі доступні технології»). Крім того, на агропідприємствах компанії активно впроваджується програма оновлення агротехніки та впровадження інноваційних ІТ-інструментів агроменеджменту, що дає можливість скоротити споживання енергоресурсів та підвищити ефективність процесів в цілому. За шість років компанії вдалося знизити споживання технічної води на 20%, природного газу на 27%, електроенергії на 64% на тонну переробленого буряку. За результатами дворічної роботи системи її економічний ефект склав 30 млн грн.

На підприємстві компанії організовані спеціальні облаштовані місця для тимчасового зберігання відходів та контейнери для їх роздільного збору відповідно до вимог національного законодавства та міжнародних стандартів. Астарта впроваджує заходи з мінімізації відходів першого класу небезпеки, а саме люмінесцентних ламп, поступово замінюючи їх на світлодіодні. Всі небезпечні відходи передаються ліцензованим організаціям для подальшої утилізації: тара з-під засобів захисту рослин, відпрацьовані акумулятори, батарейки тощо. Всі побутові відходи передаються комунальним підприємствам для видалення на полігонах. Деякі малонебезпечні відходи, наприклад, вторинна сировина, передаються спеціалізованим організаціям для подальшої переробки. На поточному етапі компанія працює над розробкою стратегії декарбонізації.

З 2012 року Україна отримала найбільші екологічні інвестиції з усієї української промисловості. Інтерпайп Сталь побудовано «під ключ» італійською компанією Danieli з урахуванням усіх передових технологій у металургії. Новий завод дозволив закрити морально застаріле виробництво та скоротити викиди CO<sub>2</sub> у 10 разів, зменшити споживання газу у 8 разів, побудувати замкнений контур водоспоживання, систему пило- та газоочищення за євростандартами. Таким чином, «Інтерпайп Сталь» максимально відповідає амбіціям European Green Deal: його викиди не перевищують 250 кг CO<sub>2</sub> на тонну сталі.

Промисловий комплекс компанії МХП займається будівництвом біогазових комплексів для переробки відходів птахівництва та отримання енергії. Головні стратегічні завдання компанії: досягнення енергетичної незалежності за рахунок використання відновлюваних джерел; скорочення викидів парникових газів; виробництво екологічно чистих органічних біодобрих; захист довкілля та протидія змінам клімату.

Загальний обсяг заміщення природного газу за рахунок виробництва

зеленого тепла на біогазовому комплексі становить понад 5,4 млн м<sup>3</sup>, а екологічний ефект у вигляді скорочення викидів парникових газів з 2013 року склав близько 500 тис. тонн CO<sub>2</sub>- еквівалент. Ще одним важливим продуктом біогазових комплексів є органічні біодобрива, які мають високий вміст поживних речовин, необхідних рослинам.

Автологістична бізнес-компанія «АТП 16363», оновила свій автопарк на 30% до більш екологічних автомобілів, впровадила систему електронного документообігу для зменшення споживання паперу та стільки ж автоматизувала, щоб забезпечити ефективність за рахунок зменшення споживання ресурсів. В офісі впроваджена практика сортування сміття, а виробництво дотримується вимог щодо належної утилізації, наприклад, оргтехніки, фільтрів, батарейок, шин, ламп.

Таким чином, досвід компаній, які запроваджують принципи ресурсоефективності на основі циркулярності дають ряд суттєвих переваг: стимулювання інноваційної діяльності; підвищення рентабельності підприємств за рахунок економії вартості сировини; зменшення впливу на навколишнє середовище; створення нових робочих місць. Приклади бізнес-рішень і стратегій розвитку компаній підтвердили, що перехід від лінійного одноразового суспільства до циркулярної економіки, в якій ресурси більше не витрачаються, є абсолютною необхідністю.

## **1.9 Контрольні питання до розділу**

1. Які технології є рушійною силою Індустрії 4.0?
2. Що таке Industrial 4.0?
3. Хто започаткував Ініціативу зеленої економіки, яка спрямована на реагування на глобальний економічний спад, зосереджуючи увагу на економічному зростанні та створенні робочих місць в екологічних галузях?
4. Чим зумовлений перехід до циркулярної економіки?
5. За яким принципом працює сучасна економічна система?
6. Які основні "інструменти" циркулярної системи?

## 2 ОСНОВНІ ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

### 2.1 Сутність поняття собівартості продукції

Організація будь-якого виду діяльності на підприємстві пов'язана з певними витратами поточного та капітального характеру. Поточні витрати пов'язані з вирішенням тактичних завдань господарської діяльності підприємства – придбанням сировини і матеріалів, утриманням персоналу, обслуговуванням матеріально-технічної бази.

Капітальні витрати спрямовані на досягнення стратегічних цілей підприємства і пов'язані з новим будівництвом, реконструкцією будівель і споруд, технічним переозброєнням виробництва і придбанням різних нематеріальних активів та іншими напрямками діяльності підприємства.

Випуск продукції або надання послуг, передбачає відповідне ресурсне забезпечення, величина якого істотно впливає на рівень розвитку економіки підприємства. Тому кожне підприємство або виробнича ланка повинні знати, у що обходиться виробництво продукції (робіт, послуг). Даний фактор особливо важливий в умовах ринкових відносин, оскільки рівень витрат на виробництво продукції впливає на конкурентоспроможність підприємства, його економіку.

Для того щоб знати, у що обходиться виготовлення продукту, підприємство повинно проводити його вартісну оцінку за речовинним і кількісним складом (засоби і предмети праці), а також за складом і кількістю витрат праці, необхідних для його виготовлення.

Собівартість – це грошове вираження витрат виробничих факторів, необхідних для здійснення підприємством виробничої і комерційної діяльності, пов'язаної з випуском і реалізацією продукції та наданням послуг, тобто все те, у що обходиться підприємству виробництво і реалізація продукту.

Відповідно до визначення собівартості виробництва слід розрізняти собівартість виробництва і реалізації, випуску продукції і продаж. Собівартість випуску (виробництва) продукції характеризує в грошовому вимірі всі матеріальні витрати і витрати на оплату праці, які в тому чи іншому виробництві падають на одиницю і на весь обсяг продукції.

Для цілей формування організацією фінансового результату від звичайних видів діяльності визначається собівартість проданих товарів,



продукції, послуг.

Господарсько-виробнича діяльність на будь-якому підприємстві пов'язана зі споживанням сировини, матеріалів, палива, енергії, з виплатою заробітної плати, відрахуванням платежів на соціальне та пенсійне страхування працівників, нарахуванням амортизації, а також з низкою інших необхідних витрат. За допомогою процесу звернення ці витрати постійно відшкодовуються з виручки підприємства від реалізації продукції (робіт, послуг), що забезпечує безперервність виробничого процесу. Для підрахунку суми всіх витрат підприємства їх приводять до єдиного показника, представляючи їх для цього в грошовому вираженні. Таким показником і є собівартість.

Собівартість продукції (робіт, послуг) є одним з важливих узагальнюючих показників діяльності фірми (підприємства), що відображають ефективність використання ресурсів; результати впровадження нової техніки і прогресивної технології; вдосконалення організації праці, виробництва і управління. Якщо собівартість такого ж або аналогічного продукту конкурентів нижче, то це означає, що виробництво і збут на нашому підприємстві були організовані нераціонально. Отже, необхідно внести зміни. Вирішити, які потрібні зміни, допоможе знову ж таки собівартість, оскільки вона є одним з факторів формування асортименту.

Крім того, собівартість складає частину вартості продукції і показує, у що обходиться виробництво продукції для підприємства (фірми), тому собівартість є основним фактором, що створює ціну. Чим більше собівартість, тим вищою буде ціна за інших рівних умов. Різниця між ціною і собівартістю становить прибуток. Отже, для збільшення прибутку необхідно або підвищити ціну, або понизити собівартість. Знизити її можна шляхом скорочення включених в неї витрат.

Фірми, що займаються виробничою діяльністю, визначають витрати виробництва, а фірми, що здійснюють збутову, постачальницьку, торгово-посередницьку діяльність – витрати обігу. Конкретний склад витрат, які можуть бути віднесені на витрати виробництва та обігу, регулюються законодавчо практично у всіх країнах. Це пов'язано з особливостями податкової системи і необхідністю розрізняти витрати фірми за джерелами їх відшкодування (що включаються до собівартості продукції і, отже, що відшкодовуються за рахунок цін на неї і відшкодовуються з прибутку, що залишається в розпорядженні фірми після сплати податків та інших

обов'язкових платежів), а методи калькулювання визначаються самими підприємствами.

Собівартість продукції представляє виражені в грошовій формі поточні витрати підприємства на виробництво і реалізацію продукції (робіт, послуг).

Собівартість продукції не тільки найважливіша економічна категорія, але й якісний показник, так як характеризує рівень використання всіх ресурсів (змінного і постійного капіталу), що знаходяться в розпорядженні підприємства.

Як економічна категорія собівартість продукції виконує ряд найважливіших функцій:

- облік і контроль всіх витрат на випуск і реалізацію продукції;
- база для формування оптової ціни на продукцію підприємства і визначення прибутку та рентабельності;
- економічне обґрунтування доцільності вкладення реальних інвестицій на реконструкцію, технічне переозброєння і розширення діючого підприємства;
- визначення оптимальних розмірів підприємства;
- економічне обґрунтування і прийняття будь-яких управлінських рішень.

## 2.2 Валовий дохід, прибуток і рентабельність

Основним показником фінансових результатів діяльності фірми є прибуток. Його наявність висловлює успішність роботи підприємства. Він є одним з головних джерел накопичення і утворення фінансових ресурсів держави. Розмір прибутку, в загальному вигляді, залежить від валового доходу та витрат.

1) валовий дохід (ВД) – виручка в результаті продажу продукції.

$$Q * VD = Ц$$

де Ц – ціна;

Q – кількість одиниць продукції.

Крім валового доходу користуються категоріями: граничний і середній дохід.

2) граничний дохід: тобто прирощення валового доходу в результаті збільшення випуску продукції на 1 одиницю виробу.

3) середній дохід – це валовий дохід, отриманий від продажу одиниці виробу, тобто це ціна одиниці продукції:  $C_p D = VD/Q$ ,  $Q/Q = C_c * C_p D = C_c$

У вітчизняній промисловості при аналізі величини прибутку різняться її види:

1. Прибуток від реалізації;
2. Валовий (балансовий) прибуток;
3. Прибуток, оподатковуваний податком;
4. Чистий прибуток, що залишається у підприємства.

Прибуток від реалізації – різниця між виручкою від реалізації і від інших реалізацій в діючих цехах без податку на оборот і витрат на виробництво і реалізацію продукції, а також інших матеріальних цінностей:

$$Pr = P - C$$

Валовий (балансовий) прибуток – це сума прибутку від реалізації продукції, від іншої реалізації і доходів від позареалізаційних операцій, зменшених на суму витрат по цих операціях. До складу доходів і витрат від позареалізаційних операцій включаються доходи, отримані від пайової участі в діяльності інших підприємств, від здачі майна в оренду, дивіденди по цінних паперах, суми, які одержуються і сплачуються у вигляді економічних санкцій з відшкодування збитків, інші доходи та витрати, не пов'язані з виробництвом і реалізацією продукції.

Для обчислення прибутку, оподаткованого податком, валовий прибуток зменшується чи збільшується на суму оплати праці персоналу, зменшується на суму рентних платежів, внесених з прибутку, суму дивідендів по цінних паперах, зменшується на суму доходу, отриманого від пайової участі в діяльності інших підприємств.

Чистий прибуток – різниця між оподатковуваним балансовим прибутком і величиною податку з урахуванням діючих пільг.

Бухгалтерський прибуток – прибуток, тобто валовий дохід за вирахуванням явних зовнішніх витрат.

Економічний прибуток – загальна виручка, тобто валовий дохід за вирахуванням всіх (зовнішніх і внутрішніх) витрат.

Рентабельність у загальному вигляді визначається:

$$100\% * P = \Pi / Z$$

де  $\Pi$  – прибуток (плановий, балансовий);

$Z$  – витрати (середньорічна вартість основних виробничих фондів і нормованих оборотних коштів).

$$100\% * P = \Pi / (\text{Оф} + \text{Ноб ср})$$

Розрахункова рентабельність обчислюється як відношення чистого прибутку до вартості основних виробничих фондів і нормованих оборотних коштів.

Рентабельність виробу:

$$P_{\text{вир}} = \Pi / C = (\text{Ц} - C) / C$$

де  $\Pi$  – прибуток;

$C$  – собівартість.

Рентабельність і прибуток в зарубіжних фірмах оцінюється як рентабельність капіталу і рентабельність обороту:

$$100\% * P_k = \Pi_r / \text{Вкладений капітал}$$

$$100\% * P_o = \Pi_r / \text{Річний обсяг продаж}$$

### 2.3 Економічний ефект і ефективність

Поняття «економічний ефект» і «економічна ефективність» відносяться до числа найважливіших категорій ринкової економіки. Ці поняття тісно пов'язані між собою.

Економічний ефект передбачає будь-який корисний результат, виражений у вартісній оцінці.

Економічна ефективність – це співвідношення між результатами господарської діяльності та витратами живої і матеріалізованої праці, ресурсами.

У показниках виручки (обсязі реалізованої продукції), доходу,

прибутку виражається корисний результат діяльності фірми у вартісній формі. Їх прийнято називати показниками економічного ефекту, який є величиною абсолютною (грн. / од. часу).

На відміну від економічного ефекту економічна ефективність – величина відносна. Визначити її можна лише зіставивши економічний ефект як результат діяльності з витратами, які зумовили цей ефект. Найчастіше економічна ефективність визначається коефіцієнтом економічної ефективності  $E$  в залежності від того, в чому виражений економічний ефект і які витрати враховуються при розрахунку, коефіцієнт економічної ефективності може розраховуватися по-різному, але суть залишається тією ж.

Найпоширенішим коефіцієнтом економічної ефективності є показник рентабельності  $\rho$  (всі його різновиди).

Оцінка економічної ефективності лежить в основі управління інвестиційною діяльністю підприємства, так як вибір інвестиційних проектів здійснюється за критерієм економічної ефективності та показниками її характеризує.

При розрахунку показників економічної ефективності слід розрізняти економічну ефективність короткострокового рішення (разової угоди) і економічну ефективність довгострокового проекту, реалізація якого передбачає кілька років.

### *2.3.1 Особливі вимоги до аналізу й оцінки діяльності організації*

Будь-яка діяльність має певний результат, який людина завжди прагне оцінити. З розвитком виробництва, а особливо його промислового масштабу, ця оцінка, прагнення «одержувати більше взамін на менше або, принаймні, стільки ж» спровокувала появу концепції ефективності виробництва – як окремої серйозної складової вивчення економіки організації. Потрібно розрізняти поняття «ефект» і «ефективність».

Ефект – абсолютний показник результату якої-небудь дії або діяльності. Він може бути як позитивним, так і негативним.

Ефективність – відносний показник результативності і може бути тільки позитивною величиною.

Розрахунок економічної ефективності рекомендується проводити шляхом порівняння витрат з економічним ефектом як грошовим виразом результату за формулою:

$$\text{Ефективність (Э)} = (\text{Результат (Р)} / \text{Витрати (З)}) * 100\%$$

Витрати (З) і результати (Р) можуть зіставлятися між собою різними способами, при цьому одержувані показники мають різний зміст, акцентуючи ту чи іншу сторону категорії «ефективність»:

– показник виду  $P / Z$  характеризує результат, одержаний з одиниці витрат;

– відношення  $Z / P$  означає питому величину витрат, що припадають на одиницю результату, що досягається;

– різниця  $P - Z$  характеризує абсолютну величину перевищення результатів над витратами;

– показник  $P - Z / Z$  дає оптимальну величину ефекту;

– показник  $P - Z / P$  відображає питому величину ефекту, що припадає на одиницю отриманого результату.

В даний час використовуються різні терміни, що по-своєму характеризують співвідношення результату з певними цільовими установками – результативність, доцільність, економічність, продуктивність, дієвість.

Ефективність – характеристика процесів і впливів суто управлінського характеру, що відображає, перш за все ступінь досягнення переслідуваних цілей, тому ефективністю володіє лише цілеспрямована взаємодія.

Під ефективністю також розуміють:

– певний конкретний результат (ефективність дії чого-небудь);

– відповідність результату або процесу максимально можливому, ідеальному чи плановому;

– функціональна різноманітність систем;

– числову характеристику задовільності функціонування;

– ймовірність виконання цільових установок і функцій;

– відношення реального ефекту до необхідного (нормативного) ефекту.

У науці, присвяченій економіці і управлінню, розвиток поняття «ефективність» історично починається з ефективності виробництва підприємства.

Питання ефективності в нашій країні широко висвітлювалися в науковій літературі і детально розглядалися в нормативно-методичних та інструктивних матеріалах відповідних органів управління. Однак в умовах

державної власності і відсутності ринку ресурсів, продукції, капіталу практично всі рішення у відносинах використання ресурсів приймалися централізовано. Відповідно всі зусилля були зосереджені на аналізі, контролі і плануванні, як правило, поточної результативності (ефективності) виробництва підприємства.

У вітчизняній науці та практиці матеріал, присвячений ефективності виробництва, був трьох видів: апробований, що міститься в нормативних актах (методиках, інструкціях і т. п.); той, що висвітлює дискусійні питання, відображені в спеціальній літературі, а також що стосується до кінця не вирішених питань ( питання про єдиний або диференційований коефіцієнти економічної ефективності; про облік чинника часу при визначенні одноразових і поточних витрат, особливо для деяких видів техніки; про методичний підхід до визначення розрахункової та фактичної економічної ефективності автоматизації інформаційних процесів управління виробництвом).

Ефективність виробництва в дореформений період розглядалася в двох аспектах: як макроекономічна категорія (в політекономії), що носила політизований характер, і як розрахункова одиниця (що складається з безлічі показників) в плановій та бухгалтерській звітності підприємств, галузей.

Політекономічний зміст ефективності господарювання визначається як система відносин з приводу кінцевих результатів, які виражають ефективність на всіх стадіях процесу відтворення. Тому ефективність господарювання включає не тільки ефективність управління власне процесом виробництва, але і всіма фазами відтворення і виражає (в порівнянному показнику або групі показників) міру реалізації економічного інтересу.

У зв'язку з цим поняття ефективності виробництва розглядається як одна з форм прояву економічних законів. За цим визначенням, вивчаючи ефективність, галузеві і спеціальні економічні науки тим самим вивчають дію загальних законів у специфічних умовах галузевої структури виробництва, окремих підприємств або інших ланок виробництва, у конкретному прояві, в обумовленому місці і часу.

### *2.3.2 Вимірювання ефективності*

Стосовно проблеми виміру ефективності господарювання будь-якої організації її корисно розглядати за складовими оцінки:

– ключовим принципом оцінки ефективності;

- показником (системою показників) ефективності;
- методикою розрахунку ефективності господарювання;
- організаційно-екологічними заходами щодо введення нової системи оцінки в практику.

Виділимо два результати теоретичних розробок проблем ефективності виробництва, виконаних до початку реформування економіки:

1) визначення сутності та змісту основних видів ефективності:

- економічна, соціальна і соціально-економічна;
- народно-господарська та госпрозрахункова;
- узагальнююча (відтворення, господарства в цілому);
- локальна (окремих регіонів і господарських ланок);
- приватна (окремих факторів виробництва) і окремих фаз (сфер) відтворення;

2) обґрунтування критеріїв та показників ефективності.

Критерії відображають сутність ефективності, показники служать засобом виміру й зіставлення ефективності згідно з її критеріями.

Ефективність характеризує в широкому сенсі якісну сторону розвитку суспільства. Її специфіка полягає в тому, що вона показує, за допомогою комбінації яких ресурсів отриманий кінцевий результат. У загальному вигляді ефективність виражається через співвідношення між результатами, отриманими в процесі виробництва, і витратами суспільної праці, пов'язаними з досягненням цих результатів. Сутність підвищення ефективності виробництва полягає в більш швидкому зростанні результату (ефекту) у порівнянні з витратами, внаслідок чого на одиницю ефекту припадає менше суспільної праці.

Критерій ефективності суспільного виробництва формулюється як досягнення максимуму ефекту з кожної одиниці затрат суспільної праці або мінімуму цих витрат на кожну одиницю ефекту.

Узагальнюючий показник ефективності, сконструйований на підставі даного критерію, однозначно оцінює ефективність виробництва в певний момент часу. У ньому мають бути враховані всі фактори, що впливають на ефективність виробництва, що забезпечує комплексну оцінку. Таким узагальнюючим показником може бути співвідношення продукції з повними витратами (поточними і капітальними), потрібні для її виробництва. Він використовується при визначенні ефективності, як для інтелектуального виробництва, так і його окремих галузей, а також при визначенні ефективності капітальних вкладень і нової техніки.



Показником для ефективності інтелектуального виробництва є співвідношення національного доходу і виробничих фондів; для вимірювання ефективності капітальних вкладень – співвідношення прибутку й обсягу капітальних витрат.

Позитивний економічний ефект – це економія, негативний – збиток.

Одним з видів економічного ефекту (при підвищенні якості та надійності виробів) є відвернений збиток, тобто не виникає негативний економічний ефект (цей ефект іноді помилково називають економією).

Під збитками розуміють, по-перше, зменшення наявного майна, або так званий позитивний збиток (наприклад, втрати через брак). По-друге, збитком називають упущену вигоду, тобто неотримання тих майнових благ, які могли б бути отримані, якщо б не мало місця шкідливе дію.

Таким чином, відвернений збиток, в якому б вигляді він ні виступав, є відповідно до прийнятої нами термінології, економічним ефектом, а не економією.

Економія, під якою розуміється позитивний економічний ефект, – це збережені суспільна праця (жива або минула), ресурси, час при виготовленні та споживанні продукції.

Економічна ефективність найбільш складна і ємна категорія економічної науки. Вона є основою побудови кількісних критеріїв цінності, прийнятих рішень формування матеріально-ресурсної, функціональної та системної характеристики господарської діяльності.

В даний час найбільш повне і послідовне дослідження економічної ефективності господарської діяльності дається в теорії комплексного економічного аналізу, де ефективності присвячені розділи перспективного, поточного та оперативного аналізу, на базі якого оцінюється досягнута ефективність господарської діяльності, виявляються фактори її зміни, невикористані можливості і резерви підвищення.

Аналіз загальної ефективності господарської діяльності підприємства є прерогативою вищої управлінської ланки і пов'язаний з визначенням ціни продукту, розміру партії закупівель сировини або поставок продукції, заміни обладнання або технології. Інші рішення також повинні пройти оцінку з точки зору загального успіху фірми, характеру її економічного зростання та ефективності.

Основні завдання аналізу ефективності: оцінка господарської ситуації, виявлення чинників і причин досягнутого стану; підготовка та обґрунтування прийнятих управлінських рішень, виявлення і мобілізація

резервів підвищення ефективності господарської діяльності.

Один з напрямів аналізу – виявлення екстенсивних та інтенсивних факторів її зміни. Екстенсивні фактори пов'язані зі збільшенням обсягів виробництва за рахунок кількісних факторів економічного зростання: додаткової робочої сили, розширення торговельних площ, будівництва нового об'єкта і т. д. Інтенсивні фактори пов'язані з використанням якісних чинників економічного зростання, характеризуються мірою віддачі кожного з використовуваних ресурсів.

Кількісне співвідношення цих факторів виражається в показниках використання виробничих і фінансових ресурсів.

Обсяг виробництва у вартісному вираженні є функцією або результатом впливу використання всіх видів ресурсів. Оскільки процес виробництва здійснюється лише за наявності всіх елементів процесу праці в їх взаємозв'язку, остільки неможливо виявити окремо вплив на результати виробництва кожного з цієї групи чинників.

Особливістю екстенсивного та інтенсивного використання ресурсів є їх взаємозамінність. Наприклад, недолік у робочій силі можна заповнити підвищенням продуктивності праці. І навпаки, випуск продукції може бути збільшений за рахунок додатково залученої робочої сили.

Кожен показник використання ресурсів, в свою чергу, складається з дії факторів другого і наступних порядків. Наприклад, продуктивність праці залежить від екстенсивної величини, тобто від тривалості робочого часу, а також від інтенсивної величини, тобто від навантаження протягом робочого часу і продуктивної сили праці, яка визначається організаційно-технічної та іншими (природними і соціальними) умовами виробництва.

Значить, кожен якісний показник використання ресурсів лише в загальному відображає інтенсивність його використання.

### *2.3.3 Оцінка ефективності*

Ефективність можна досліджувати з різних сторін: з точки зору формування витрат, планування обсягу виробництва, прибутку, реалізації інвестиційних проектів та ін

Однак аналіз поведінки витрат, методів їх розподілу, складання і контроль виконання кошторисів, калькулювання собівартості виробів і продукту, визначення порогу рентабельності виробництва і реалізації продукції – лише необхідний початковий етап аналізу загальної ефективності діяльності підприємства, що функціонує як єдине ціле. Результати аналізу

дають адміністрації підприємства та іншим користувачам – суб'єктам аналізу необхідну інформацію про стан аналізованих об'єктів.

Цілі суб'єктів аналізу можуть бути різними, але всі вони сходяться в головному – отримання ключових параметрів, що дозволяють дати точну оцінку як поточного стану об'єкта, так і перспектив його розвитку. Якщо інтерес підприємства раніше був визначений питаннями виробництва, то при нових умовах необхідний облік цілей і інтересів різних суб'єктів аналізу, зацікавлених в роботі організації (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Напрямки та цілі аналізу ефективності різних зацікавлених груп

Група	Внесок в організацію	Вид інтересу	Параметри аналізу
Власники	Власний капітал	Дивіденди	Фінансові результати, стійкість положення
Позичальники	Позичений капітал	Проценти	Ліквідність
Адміністрація	Знання, компетентність	Оплата праці Кар'єрний зріст	Всі аспекти діяльності фірми
Персонал	Праця (робота)	Заробітна плата та відрахування на соціальні потреби	Ефективність господарчої діяльності
Постачальники	Поставка товарів	Ціна товару	Фінансовий стан
Покупці	Закупки товару	Ціна товару	Фінансовий стан
Податкові органи	Інфраструктура підприємства	Податки	Фінансові результати

З переходом України до ринкової економіки методики оцінки економічної ефективності, що діяли раніше, за багатьма параметрами змінилися, розробки ж з методичних питань ефективності перехідного періоду від плану до ринку до недавнього часу практично були відсутні. Утворений методичний «вакуум» став заповнюватися консультаціями та посібниками, підготовленими експертами.

Проблеми оцінки ефективності діяльності підприємств аналогічні проблемам оцінки ефективності суспільства в цілому. Основними питаннями є: як виміряти ефективність виробництва і що є критерієм ефективності.

Оцінка діяльності підприємства повинна враховувати результати і витрати виробництва. Однак практика показує, що оцінка виробничих ланок

тільки за допомогою показників результатно-витратного підходу не завжди націлює їх на досягнення високих кінцевих результатів діяльності, вишукування внутрішніх резервів і на ділі не сприяє підвищенню загальної ефективності інтелектуального виробництва (частково винен у даному випадку і жорсткий механізм ціноутворення, що існував раніше).

#### 2.3.4 Система показників ефективності

Аналізуючи систему показників ефективності у вітчизняній науці та практиці, виділимо наступні їх групи (докладніше див табл.2.2.):

- узагальнюючі показники ефективності;
- показники ефективності живої праці (трудовах ресурсів);
- показники ефективності використання основних фондів, оборотних коштів і капітальних вкладень;
- показники ефективності використання матеріальних ресурсів;
- показники економічної ефективності нової техніки (відображення економічної ефективності нової техніки у планових і звітних показниках).

Таблиця 2.2 – Система показників ефективності, застосовувана у вітчизняній практиці управління організацією

Основні групи показників ефективності	Характеристика основних показників
1	2
1. Узагальнюючі показники ефективності	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Зростання виробництва продукції у вартісному вираженні, у т. ч. за рахунок діючих підприємств.</li> <li>2. Виробництво продукції на 1грн. витрат.</li> <li>3. Відносна економія: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Основних виробничих фондів;</li> <li>– Нормованих оборотних коштів;</li> <li>– Матеріальних витрат (без амортизації);</li> <li>– Фонду оплати праці.</li> </ul> </li> <li>4. Рентабельність як прибуток до середньорічної вартості основних виробничих фондів і нормованих оборотних коштів.</li> <li>5. Витрати на 1грн. товарної продукції (робіт з повної собівартості)</li> </ol>
2. Показники ефективності живої праці (трудовах ресурсів)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Продуктивність праці. Виражається співвідношенням виробленої продукції (товарів, послуг) до виробничого (функціонального) персоналу.</li> <li>2. Частка приросту продукції, отриманої за рахунок продуктивності праці.</li> <li>3. Економія живої праці (скорочення працівників за рік).</li> <li>4. Відношення темпу приросту середньої заробітної плати до темпів приросту продуктивності праці</li> </ol>

1	2
3. Показники ефективності використання основних фондів, оборотних коштів і капітальних вкладень	1. Виробництво продукції на 1грн. середньорічної вартості основних виробничих фондів (фондовідача). 2. Виробництво продукції на 1грн. середньорічної вартості нормованих оборотних коштів: чистої продукції; товарної продукції (робіт). 3. Приріст оборотних коштів до приросту товарної продукції. 4. Відношення приросту чистої продукції до викликов, цей приріст капітальних вкладень. 5. Капітальні вкладення питомі: на одиницю введеної виробничої потужності (по найважливіших видах продукції) на 1грн. приросту продукції. 6. Термін окупності капітальних вкладень як відношення капітальних вкладень до суми приросту прибутку, отриманого за рахунок цих капітальних вкладень
4. Показники ефективності використання матеріальних ресурсів	1. Матеріальні витрати без амортизації на 1грн. товарної продукції (робіт) – матеріаломісткість. 2. Витрата найважливіших матеріальних ресурсів у натуральному вираженні на 1грн. товарної продукції (робіт)
5. Показники економічної ефективності нової техніки	1. Зростання продуктивності праці. 2. Відносне вивільнення чисельності працюючих. 3. Відносна економія фонду заробітної плати. 4. Приріст прибутку (економія від зниження собівартості продукції). 5. Відносна економія матеріальних ресурсів

Усі розглянуті варіанти системи показників ефективності не є закритими, утримання їх у значній мірі є однорідним. Ця система доповнюється іншими характеристиками в залежності від цілей, ступеня деталізації і глибини аналізу. Так, є рекомендації розраховувати показники ефективності по відношенню до доданої вартості і по застосуванню цього показника для оцінки ефективності використання капіталу.

В акціонерних товариствах додатково контролюється прибутковість акцій, що відображає інтереси акціонерів і майбутніх інвесторів. При аналізі поточної і стратегічної ефективності використовуються показники, що відображають внутрішню структуру ресурсів і дають додаткову інформацію про ефективність підприємства.

В умовах ринкової економіки обов'язковим є порівняння показників ефективності з аналогічними показниками конкуруючих фірм, а також із середньогалузевим рівнем.

Підприємство як частина соціально-економічної структури суспільства зацікавлене в публікації своїх фінансових звітів з метою використання цієї інформації «зовнішніми» організаціями, зацікавленими в

роботі даного підприємства або забезпечують його кредитними, інвестиційними та іншими ресурсами. Крім цього, кожне підприємство, яке виробляє товари і послуги, ретельно контролює ефективність своєї виробничої діяльності як матеріальної основи бізнесу і головного засобу його стабільного фінансового стану та конкурентоспроможності. Відповідна інформація – методи обліку, аналізу, планування, контролю ефективності використання виробничих ресурсів – призначена для внутрішнього використання, насамперед менеджерами компанії, вона в основному недоступна для «аутсайдерів» підприємства і охороняється законом про комерційну таємницю.

Діюча система показників не забезпечує повною мірою достовірну оцінку соціальної та економічної ефективності. Що ж стосується виміру соціально-економічної ефективності господарювання, то в даний час оцінюється головним чином результат виробництва. Поки відсутній комплекс показників оцінки сфери, обігу та інших підсистем організації, без яких в умовах вільної конкуренції ефективність організації досить умовна.

Більше того, традиційні методи оцінки господарської діяльності об'єднань і підприємств будуються на припущенні, що всі виробничі організації галузі працюють в однакових умовах і засновані на порівнянні фактичних результатів господарської діяльності з середньогалузевими. Насправді умови роботи різні і з урахуванням цього має бути побудована система оцінки діяльності господарських організацій.

Якість показників визначається двома головними факторами:

– перший фактор відноситься до теоретичної обґрунтованості показників і полягає в тому, щоб показники були утворені на основі глибокого аналізу. Він пов'язаний переважно з сутністю, якісною особливістю показників.

– другий фактор відноситься до фактичної бази і полягає в тому, щоб показники були утворені із повної, достовірної, порівнянної і своєчасної інформації. Цей фактор пов'язаний, головним чином, з конкретним кількісним змістом показників.

Система показників повинна об'єктивно відповідати реальним природно-виробничим і соціально-економічним умовам функціонування об'єкту і відображати нову парадигму організації виробництва і управління. На перехідний період вона повинна забезпечити швидку пристосовуваність підприємств до змін, високу гнучкість і адаптивність всіх елементів системи, автономність і економічність

## 2.4 Окупність витрат, термін окупності

Показник відшкодування використаних коштів, що розраховується порівнянням витрат з доходами, одержаними внаслідок цих витрат. Термін окупності витрат коштів розраховують за формулою:

$$T_{ov} = B: (Ц - C),$$

де В – витрати на виробництво продукції,  
Ц – вартість реалізованої продукції в оптових цінах,  
С – собівартість продукції.

Термін окупності (англ. Pay-Back Period) – період часу, необхідний для того, щоб доходи, що генеруються інвестиціями, покрили витрати на інвестиції. Наприклад, якщо проект вимагає інвестицій (вихідний грошовий потік, англ. Cash Flow) в 2000 тис. рублів і ці інвестиції будуть повертатися по 1000 тис. рублів на рік, то можна говорити, що термін окупності проекту становить два роки. При цьому тимчасова цінність грошей (англ. Time Value of Money) не враховується. Цей показник визначають послідовним розрахунком чистого доходу (англ. Present Value) для кожного періоду проекту. Точка, в якій PV прийме позитивне значення, буде точкою окупності. Однак у терміна окупності є недолік, полягає він у тому, що цей показник ігнорує всі надходження грошових коштів після моменту повного відшкодування початкових витрат. При виборі з декількох інвестиційних проектів, якщо виходити тільки з терміну окупності інвестицій, не буде враховуватися обсяг прибутку, створений проектами.

Для позначення дисконтованого терміну окупності проекту можуть використовуватися скорочення DPBP (англ. Discounted Pay-Back Period) або DPB (англ. Discounted Pay-Back).

**PBP Розраховується за формулою = Інвестиції / (Грошовий приплив за 1 період + амортизація)**

Окупність капітальних вкладень, один з показників ефективності капітальних вкладень, відношення капітальних вкладень до економічного ефекту, одержуваного завдяки цим вкладенням.

Мета капітальних вкладень, що спрямовуються на створення нових, розширення і реконструкцію діючих виробництв, підприємств, – збільшення

обсягу виробництва і підвищення продуктивності суспільної праці, що визначають темпи економічного росту. Держава надає первинне значення підвищенню ефективності капітальних вкладень, вибору найбільш вигідних і економічних напрямів капітальних робіт, забезпеченню найбільшого приросту продукції на кожен витрачений гривню капітальних вкладень, скорочення строків їх окупності. У масштабі всього виробництва економічний ефект капітальних вкладень вимірюється зростанням сукупного прибутку – національного доходу. Відношення капітальних вкладень до середньорічного приросту національного доходу, викликаному цими вкладеннями, дорівнює терміну їх окупності, вираженому в роках. Таким чином, загальна формула окупності:

$$K : \Delta D = t ,$$

де  $K$  – капітальні вкладення;

$\Delta D$  – приріст національного доходу, викликаний цими вкладеннями;

$t$  – термін окупності може бути порівняно точно розрахована в цілому за умови, якщо встановлена частина національного доходу, що є результатом даних капітальних вкладень.

Розрахунок окупності капітальних вкладень за галузями господарства дає менш точний результат, оскільки існуючі ціни відхиляються від вартості, отже, і обчислений національний дохід по галузях господарства відхиляється від своєї дійсної величини. По галузях промисловості, окремим підприємствам національний дохід взагалі не обчислюється, і в цих випадках окупності капітальних вкладень по галузях промисловості і окремих підприємствах умовно визначається зіставленням капітальних вкладень із зростанням річного прибутку (або з річною економією на собівартості продукції), отриманим в результаті капітальних вкладень:

$$K : \Delta \Pi = t ,$$

де  $\Delta \Pi$  – приріст прибутку, що дорівнює економії на собівартості. Так як приріст прибутку зазвичай менше приросту чистої продукції, то і термін окупності за рахунок приросту прибутку виходить менше.

Таким чином, окупність капітальних вкладень обчислюється на основі величини абсолютного ефекту у вигляді приросту доходу (чистої



продукції), а також приросту прибутку і зниження поточних витрат.

Окупність капітальних вкладень може бути використана як показник порівняльної ефективності капітальних вкладень при виборі їх оптимального варіанту. Різні варіанти вирішення даної економічної задачі – розвитку галузі, підприємства і т.д. – зазвичай вимагають різних капітальних вкладень і поточних витрат, причому варіанти, що вимагають великих вкладень, мають меншу собівартість (якщо варіант з великими капітальними вкладеннями має і велику собівартість, то він явно не вигідний). Для вибору оптимального варіанту проводиться попарно порівняння варіантів з капітальних вкладеннями і поточних витрат. Визначається із довільно обраної пари кращий варіант, що дає менший термін окупності. Потім «ланцюговим» методом цей кращий варіант зіставляється з будь-яким наступним, знову визначається кращий з двох і т.п., поки не буде знайдений кращий варіант з усіх розглянутих. У результаті такого порівняння встановлюється порівняльна ефективність варіантів по співвідношенню різниці капітальних вкладень і різниці поточних витрат за виразом:

$$\frac{K_2 - K_1}{C_2 - C_1} = t$$

де  $t$  – термін окупності в роках;

$K_1, K_2$  – капітальні вкладення пари порівнюваних варіантів;

$C_1$  і  $C_2$  – поточні витрати. Якщо отриманий термін окупності нижче нормативу  $t_0$ , то варіант  $K_1$  визнається більш ефективним, ніж варіант  $K_2$ .

## 2.5 Контрольні питання до розділу.

1. Дайте визначення собівартості.
2. Що таке валовий (балансовий) прибуток і як він визначається?
3. Яка відмінність економічного ефекту від економічної ефективності.
4. Дайте визначення терміну «окупність витрат».
5. Який формулою визначається окупність капітальних вкладень?

### Тестові завдання

1. Собівіртність це:

- а) виражені в грошовій формі поточні витрати підприємства на виробництво,
- б) виражені в грошовій формі поточні витрати підприємства на реалізацію продукції (робіт, послуг),
- в) виражені в грошовій формі поточні витрати підприємства на виробництво і реалізацію продукції (робіт, послуг).

2. У вітчизняній промисловості при аналізі величини прибутку виділяють такі види прибутку;

- а) прибуток від реалізації;
- б) валовий (балансовий) прибуток;
- в) прибуток, оподатковуваний податком;
- г) чистий прибуток, що залишається у підприємства.

3. Економія це;

- а) збережена суспільна праця (жива або минула),
- б) заощаджені ресурси,
- в) заощаджені час при виготовленні та споживанні продукції,
- г) заощаджена суспільна праця (жива або минула), ресурси, час при виготовленні та споживанні продукції.

4. Окупність капітальних вкладень позначає:

- а) відношення капітальних вкладень до економічного ефекту,
- б) відношення капітальних вкладень до економічної ефективності.

## 3 ТЕХНОЛОГІЯ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

### 3.1 Основні поняття про виріб, виробничий і технологічний процес. Поняття про якість приладів.

#### 3.1.1 Види виробів

Виріб-одиниця промислової продукції, кількість якої може обчислюватися в штуках або екземплярах.

Вироби приладобудівного виробництва залежно від їх призначення, ділять на вироби основного виробництва і допоміжного. До перших належать вироби, призначені для поставки (системи автоматичного управління; прилади та датчики тиску; прилади та датчики лінійних та кутових швидкостей; прилади та датчики вимірювання медико-біологічних параметрів та ін.)

Встановлено такі види виробів:

– деталь – виріб, що виготовляється з однорідного за найменуванням і маркою матеріалу, без застосування складальних операцій (зубчасте колесо відлікового пристрою; корпус редуктора; підкладка мікросхеми; штампована пластина магнітопровода; циліндр рульової машинки тощо);

– складальна одиниця – виріб, складові частини якого підлягають з'єднанню між собою на підприємстві-виробнику складальними операціями (скручуванням, зварюванням, паянням, клепою, склеюванням та ін.)

Наприклад, тахометр, автопілот, потенціометр, мікромодулі, мікросхема, накопичувач на магнітних дисках;

– комплекс – два і більше специфікованих вироби, не з'єднаних на підприємстві-виробнику складальними операціями, але призначених для виконання взаємно пов'язаних експлуатаційних функцій (ракетний комплекс): ракета, пускова установка, засоби управління);

– комплект – два і більше специфікованих вироби, не з'єднаних на підприємстві-виробнику складальними операціями і що представляють собою набір виробів мають загальне експлуатаційне призначення допоміжного характеру (комплект контрольно-вимірювальних пристроїв);

Вироби, в залежності від наявності або відсутності в них складових частин, діляться на:

– не специфіковані (деталі) – не мають складових частин;

– специфіковані (складальні одиниці, комплекси і комплекти) – складаються з двох і більше складових частин.

### *3.1.2. Види конструкторських документів*

До конструкторським документів згідно ДСТУ відносяться:

графічні (креслення деталі, складальне креслення, креслення загального вигляду, монтажний креслення тощо) і текстові документи (пояснювальна записка, технічні умови, патентний формуляр та ін), які окремо або у сукупності визначають склад або пристрій приладу і містять необхідні дані для його розробки або виготовлення, контролю, приймання, експлуатації та ремонту.

Креслення деталі – документ, що містить зображення деталі і інші дані, необхідні для виготовлення і контролю.

Креслення – документ, що містить зображення складальної одиниці та інші дані, необхідні для її складання (виготовлення) і контролю. До складальним кресленням відносять також гідромонтажні, пневмомонтажні та електромонтажні креслення.

Креслення загального вигляду – документ, що визначає конструкцію виробу, взаємодію його складових частин пояснює принцип роботи виробу.

Технічні умови (ТУ) – документ, що містить вимоги (сукупність всіх показників, норм, правил і положень) до виробу, його виготовлення, контролю, приймання, постачання, які доцільно вказувати в інших конструкторських документах.

### *3.1.3 Основні етапи проектування приладів*

Встановлено стадії розробки конструкторської документації на всі види виробів промисловості.

1. Стадія "Технічне завдання" (ТЗ) – розробка НДІ на основі аналізу роботи, експлуатації, вивченні наявних зразків; використовується технічна та наукова література, а також результати розрахунку основних параметрів. ТЗ встановлює основне призначення технічних і тактико-технічних характеристик, показники якості та тактико-економічні вимоги до виробу, виконання певних етапів розробки конструкторської документації та її основ, а також спеціальні вимоги до виробу.

2. Стадії "Технічне пропозиція" (ТП) – розробка технічної пропозиції за результатами аналізу ТЗ, з присвоєнням документації літери "П". Технічна пропозиція-сукупність конструкторських документів, які повинні містити технічне та техніко-економічне обґрунтування доцільності розробки документації виробу на основі аналізу ТЗ замовника і різних варіантів можливих рішень створюваних виробів, порівняльні оцінки з

урахуванням конструктивних і експлуатаційних особливостей розроблюваного та існуючих виробів, а також патентних матеріалів .

3. Стадія "Ескізний проект" (ЕП) – технічна пропозиція після узгодження та затвердження, є підставою для розробки ескізного проекту з присвоєнням документації літери "Е". Ескізний проект – сукупність конструкторських документів, які повинні містити принципові конструктивні рішення, що дають загальне уявлення про пристрій і принцип роботи виробу, а також дані, що визначають назву, основні параметри і габаритні розміри розроблюваного виробу. Ескізний проект після узгодження і затвердження є підставою для розробки технічного проекту або робочої конструкторської документації.

4. Стадія "Технічний проект" (ТП) – на підставі ескізної розробки відпрацьовується концепція для забезпечення найбільш компактній конструкції, раціональної (техніко-економічної) розбивки виробу на складальні одиниці і деталі, виявлення можливості використання нормалізованих і стандартних агрегатів, складальних одиниць деталей. Технічний проект – сукупність конструкторських документів, які повинні містити остаточне технічне рішення, що дає повне уявлення про пристрій розроблюваного виробу і вихідні дані для розробки робочої документації. Технічний проект після узгодження і затвердження є підставою для розробки конструкторської документації. Він складається з креслень загальних видів виробу з присвоєнням літери "Т".

5. Розробка робочої документації – робочі креслення з технічними умовами, що містять всі дані для виготовлення і контролю виробу: складальні креслення, креслення деталей, специфікація деталей, матеріалу.

Встановлюються стадії розробки технічної документації та етапи виконання цих робіт на виробі.

Стадії технологічної підготовки проводять паралельно з етапами конструкторської підготовки. Етапи роботи наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 3.1 Стадії технологічної підготовки

Стадії	Розробки	Стадії технологічної підготовки
Конструкторська документація	Технологічна документація	Стадії технологічної підготовки
1. Технічне завдання і технічна пропозиція		
2. Ескізний і технічний проекти	Попередній проект	Розробка попереднього проекту з присвоєнням літери "П".
3. Розробка робочої документації: а) дослідного зразка б) настановної серії в) серійного або масового виробництва	Робочий технологічний процес дослідженого зразка. Робочий технологічний процес установчої серії. Робочий технологічний процес масового виробництва.	3. Розробка робочої документації: а) дослідного Зразки б) установчої серії в) серійного або масового виробництва Робочий технологічний процес дослідженого Зразки. Робочий технологічний процес настановної серії. Робочий технологічний процес масового виробництва. Розробка технологічної документації для виготовлення та випробування дослідного зразка в масштабі дослідного виробництва. Коригування технологічних документів за результатами коригування конструкторської документації. Присвоєння документації літери "О". Розробка технологічної документації для виготовлення та випробування установчої серії. Коригування технологічних документів за результатами виготовлення та випробування установчої серії. Присвоєння документації літери "А". Розробка технологічної документації для виготовлення та випробування контрольної серії. Коригування технологічних документів за результатами виготовлення та випробування контрольної серії та результатами коригування контрольних документів з присвоєнням літери "Б" технологічним документам, остаточно відпрацьованим і перевіреном в виробництві виготовлених виробів за зафіксованому та повністю оснащеному технологічному процесу.

Попередній проект призначений для перевірки технологічності конструкції виробу на стадіях ескізного та технічного проектів. Він містить переліки спеціальних і типових технологічних процесів, технічних завдань на розробку спеціального технологічного устаткування і оснащення. Попередній проект є підставою для розробки робочої технологічної документації: дослідченого зразка, настановної серії, серійного або масового виробництва.

Таким чином, технологічна підготовка виробництва складається з проектування технологічного процесу, конструювання і виготовлення технологічного оснащення, розробки технології контролю та конструювання засобів для його здійснення, розробки технічних нормативів і специфікацій.

### *3.1.4 Виробничий і технологічний процес. Структура технологічного процесу*

Виробничий процес – сукупність всіх дій людей і знарядь приладобудівного виробництва, необхідних на даному підприємстві для виготовлення приладів, що випускаються і пристроїв. Виробничий процес включає не тільки основні процеси, безпосередньо пов'язані з виготовленням приладів і пристроїв, що підлягають поставці, але всі допоміжні процеси: виготовлення ріжучого і контрольно-вимірювального інструменту, виготовлення і ремонт технологічного оснащення та спеціального обладнання та ін.

Технологічний процес – частина виробничого процесу, що містить цілеспрямовані дії по зміні і (або) визначення стану предмета праці.

З метою забезпечення найбільш раціонального процесу механічної обробки заготовки складається план обробки із зазначенням порядку обробки та способу обробки поверхонь. У зв'язку з цим весь процес механічної обробки розчленовується на складові частини: технологічні операції, установ, позиції, переходи, проходи, прийоми.

Технологічна операція – закінчена частина технологічного процесу, виконувана на одному робочому місці (токарно-револьверна операція, шліфувальна операція, операція напилення шару мікросхеми та ін.)

Технологічна операція складається з елементів: установка технологічного переходу, допоміжного переходу, робочого ходу, допоміжного ходу і позиції.

Робоче місце – це зона, в якій здійснюється трудова діяльність виконавця або групи виконавців за ДСТУ і оснащена необхідними

технологічними засобами,

Встанов – частина технологічної операції, виконувана при незмінному закріпленні оброблюваних заготовок або збирається складальної одиниці.

Технологічний перехід – закінчена частина технологічної операції, виконувана тими самими засобами технологічного оснащення при постійних технологічних режимах і установці.

Допоміжний перехід – закінчена частина технологічної операції, що складається з дії людини і (або) обладнання, які не супроводжуються зміною властивостей предметів праці, але необхідні для виконання технологічного переходу. Прикладами допоміжних переходів є установка заготовки, зміна інструменту і т.д.

Робочий хід – закінчена частина технологічного переходу, яка складається з однократного переміщення інструмента щодо заготовки, що супроводжується зміною форми, розмірів, чистоти поверхні або властивостей заготовки.

Допоміжний хід – закінчена частина технологічного переходу, яка складається з однократного переміщення інструмента щодо заготовки, необхідного для виконання робочого ходу.

Позиція – фіксоване положення, займане незмінно закріпленою оброблюваною заготовкою або збирається складальної одиницею спільно з пристосуванням щодо інструменту або нерухомої частини устаткування для виконання певної частини операції.

Приєм – закінчена сукупність дій людини, застосовуваних при виконанні переходу чи його частини й об'єднаних одним цільовим призначенням.

### *3.1.5 Типи виробництва*

Тип виробництва – класифікаційна категорія виробництва, яка виділяється за ознаками широти номенклатури, регулярності, стабільності й обсягу випущених виробів. Розрізняють типи виробництва: одиничне, серійне і масове. Однією з основних характеристик типу виробництва є коефіцієнт закріплення операцій.

Коефіцієнт закріплення операцій – відношення числа всіх різних технологічних операцій, які виконуються або підлягають виконанню протягом місяця, до числа робочих місць.

Одиничне виробництво – виробництво, характеризується широкою



номенклатурою виробів, що виготовляються і малим обсягом випуску виробів.

Серійне виробництво – виробництво, характеризується обмеженою номенклатурою виробів, що виготовляються або ремонтуються періодично повторюваними партіями і порівняно великим обсягом випуску. Залежно від кількості виробів у партії чи серії і значення коефіцієнта закріплення операцій розрізняють дрібносерійне, середньосерійне і великосерійне виробництво. Коефіцієнт закріплення операцій відповідно до ДСТУ приймають рівним:

- для дрібносерійного виробництва – понад 20 до 40 включно;
- для середньосерійного виробництва – понад 10 до 20 включно;
- для великосерійного виробництва – понад 1 до 10 включно.

Масове виробництво – виробництво, що характеризується вузькою номенклатурою і великим обсягом випуску виробів, безперервно виготовляються або ремонтуються протягом тривалого часу. Коефіцієнт закріплення операцій відповідно до ДСТУ для масового виробництва приймають рівним 1.

Вид виробництва – класифікаційна категорія виробництва, яка виділяється за ознакою застосовуваного методу виготовлення деталі. Прикладами видів виробництва є ливарне, зварювальне і т.д.

### *3.1.6 Види технологічних процесів*

Одиничний технологічний процес застосовується для виготовлення виробів одного найменування, типорозміру і виконання незалежного від типу виробництва.

Типовий технологічний процес застосовується:

- а) як інформаційна основа при розробці робочого технологічного процесу;
- б) як робочий технологічний процес при наявності всієї необхідної інформації для виготовлення деталі, база для розробки стандарту на типові технологічні процеси.

Кожен вид технологічних процесів характеризується наступними ознаками:

- а) основним призначенням процесу:
  - робітник,
  - перспективний;
- б) ступенем деталізації змісту процесу:

- маршрутний,
- операційний,
- маршрутно-операційний.

Робочий технологічний процес застосовується для виготовлення конкретного виробу відповідно до вимог робочої технічної документації.

Перспективний технологічний процес розробляється як інформаційна основа для розробки робочих технологічних процесів при технічному та організаційному переозброєння виробництва. Він розрахований на застосування більш досконалих способів обробки, більш продуктивних і економічно ефективних засобів технологічного оснащення і зміни принципів організації виробництва.

ДСТУ встановлює наступні найменування технологічних процесів.

Проектний технологічний процес – технологічний процес, що виконується за попереднім проектом технологічної документації.

Робочий технологічний процес – технологічний процес, що виконується за робочої технічної та (або) конструкторської документації.

Одиничний технологічний процес – технологічний процес, що відноситься до виробів одного найменування, типорозміру і виконання, незалежно від типу виробництва.

Типовий технологічний процес – технологічний процес, що характеризується єдністю змісту і послідовності більшості технологічних операцій і переходів для групи виробів із загальними конструктивними ознаками.

Стандартний технологічний процес – технологічний процес, встановлений стандартом.

Тимчасовий технологічний процес – технологічний процес, який застосовується на підприємстві протягом обмеженого періоду часу через відсутність належного обладнання або у зв'язку з аварією до заміни на більш сучасний.

Перспективний технологічний процес – технологічний процес, відповідний сучасним досягненням науки і техніки, методи та засоби реалізації якого повністю або частково належить освоїти на підприємстві.

Маршрутний технологічний процес – технологічний процес, що виконується за документацією, в якій зміст операцій викладається без вказівки переходів і режимів обробки.

Операційний технологічний процес – технологічний процес, що

виконується за документацією, в якій зміст операцій викладається із зазначенням переходів і режимів обробки.

Машинно-операційний технологічний процес – технологічний процес, що виконується за документацією, в якій зміст окремих операцій викладається без вказівок переходів і режимів обробки.

### *3.1.7 Основні методи організації технологічних процесів*

ДСТУ встановлює дві форми організації технологічних процесів:

- групова;
- потокова.

Групова форма організації технологічних процесів характеризується однорідністю конструктивно-технологічних ознак виробів, єдністю засобів технологічного оснащення однієї або декількох технологічних операцій та спеціалізації робочих місць.

Потокова форма організації технологічних процесів характеризується:

- спеціалізацією кожного робочого місця на певній операції;
- узгодженим і ритмічним виконанням всіх операцій технологічного процесу на основі сталості такту випуску;
- розміщенням робочих місць в послідовності, суворо відповідної технологічному процесу.

Фактори, що визначають форму організації технологічного процесу, і відповідні їй характеристики слід вибирати в наступному порядку:

- визначають види виробів;
- групують вироби за спільністю конструкторсько-технологічних ознак;
- встановлюють тип виробництва виробів і їх складових частин;
- враховують програму випуску кожного виробу і календарні терміни їх випуску;
- визначають тривалість виробничих процесів і наладок технологічного обладнання;
- визначають потрібну кількість обладнання та коефіцієнти його завантаження;
- визначають показник відносної трудомісткості.

Основою при груповій формі організації технологічних процесів є групування виробів за конструктивно-технологічними ознаками.

Групи виробів для обробки в певному структурному підрозділі

(цеху, дільниці тощо) встановлюються з урахуванням трудомісткості обробки та обсягу випуску.

За результатами аналізу класифікаційних груп виробів і показників відносної трудомісткості слід встановлювати профіль спеціалізації кожного структурного підрозділу (цеху, дільниці тощо), відбирати і закріплювати вироби за підрозділами.

Потокову форму організації технологічних процесів в залежності від номенклатури одночасно оброблюваних виробів поділяють на:

- однономенклатурну потокову лінію;
- багатноменклатурну потокову лінію.

Одне номенклатурна потокова лінія характеризується обробкою виробу одного найменування за закріпленому технологічному процесу протягом тривалого періоду часу.

Одне номенклатурну потокову лінію в залежності від кількості одночасно оброблюваних об'єктів одного найменування поділяють на:

- однопоточні,
- багатопотокове.

Однопоточному лінія характеризується обробкою на кожній операції одного об'єкта одного найменування.

Багаторівнева лінія характеризується одночасною обробкою на кожній операції двох і більше об'єктів одного найменування, причому виконання операцій дублюється для кожного об'єкта.

Багатноменклатурних потокова лінія характеризується послідовною обробкою груп виробів двох і більше найменувань за типовим технологічним процесом.

Залежно від характеру руху виробів по операціях розрізняють поточкові лінії:

- перериваним;
- безперервні.

### *3.1.8 Поняття про якість приладів. Основні групи показників якості*

Згідно ДСТУ під якістю приладів розуміється сукупність властивостей продукції (приладу), які обумовлюють їх придатність задовольняти певні потреби відповідно до її призначення.

Властивість приладу – це об'єктивна особливість продукції приладобудівного виробництва, що виявляється при її створенні і експлуатації. До властивостей приладів можна віднести точність,

стабільність, економічність, надійність роботи виробу і ін

Кількісною характеристикою властивостей приладів, що входять до складу її якості (стосовно до певних умов її створення та експлуатації) є показник якості приладів.

Одиничний показник якості – це показник якості приладу, що відноситься тільки до одного з його властивостей. Наприклад, одиничним показником якості підсилювачів низької частоти будуть: коефіцієнт нелінійних спотворень, виражений у відсотках; нерівномірність частотної характеристики і динамічний діапазон, виражені в децибелах і ін

Комплексним показником якості продукції називається такий показник якості продукції, який відноситься до декількох її властивостям. За допомогою даного показника можна в цілому охарактеризувати якість того чи іншого приладу. Різновидом комплексного показника якості, який дозволяє з економічної точки зору визначити оптимальну сукупність властивостей виробу, є інтегральний показник якості. Це комплексний показник якості, який відображає співвідношення корисного сумарного ефекту від експлуатації та сумарних витрат на створення і експлуатацію приладу.

Відносною характеристикою якості приладу, служить базовий показник якості, прийнятий за початковий при порівняльних оцінках якості.

Відносною характеристикою якості продукції заснованої на порівнянні сукупності показників її якості з відповідною сукупністю базових показників, є рівень якості приладів.

Якість продукції не є результатом лише виробничого процесу, вона формується на всіх етапах створення та споживання виробу – проектування, виготовлення і експлуатації.

Оскільки якість розглядається як ступінь відповідності властивостей виробу вимогам споживача, то вона визначається на всіх етапах, де враховуються потреби споживача, визначаються і реалізуються властивості виробу.

В даний час показники якості рекомендується класифікувати за наступними восьми групах:

1. Показники призначення, які визначають корисний ефект від використання приладу за призначенням і область його застосування. До них відносяться показники, які використовуються для класифікації за призначенням.

Вони характеризують конструкцію приладу, його технічна

досконалість, склад, структуру, транспортабельність (наприклад: точність, коефіцієнт нелінійних спотворень, динамічний діапазон, смуга відтворюваних частот, вихідна потужність, к.к.д., маса, габаритні розміри і т.п.).

2. Показники надійності і довговічності, які характеризують безвідмовність, ремонтпридатність, сохрняємость і довговічність приладу.

3. Показники технологічності, що характеризують ефективність конструктивно-технологічних рішень для забезпечення високої продуктивності праці при виготовленні і ремонті приладу. До цих показників відносяться: коефіцієнт сборности виробів, коефіцієнт раціонального використання матеріалів, а також питомі показники трудомісткості виробництва.

4. Ергономічні показники, що характеризують систему «людина-виріб-середовище». Для багатьох приладів такі показники є одними з основних.

Ергономічні показники можна класифікувати наступним чином:

а) гігієнічні показники – рівні оснащеності, температури, вологості, тиску, напруженості магнітного та електричного полів, запиленості, випромінювання, шуму, вібрації та перевантаження;

б) антропометричні показники – відповідність конструкції виробу розмірам тіла людини і його окремих частин, розподіл ваги людини;

в) фізіологічні і психофізіологічні показники – відповідність конструкції виробу силовим можливостям людини, швидкісним можливостям, зоровим, психофізіологічним, слуховим і відчутних);

г) психологічні показники – відповідність виробу можливостям сприйняття і переробки інформації, що закріплюється і знову формованим навичок людини при користуванні виробом.

5. Естетичні показники, що характеризують художність, виразність і оригінальність форми виробу, гармонійність і цілісність конструкції виробу середовищі і стилю, колірне і декоративне рішення виробу, художнє рішення упаковки і т.п.

Основний закон художнього конструювання можна сформулювати наступним чином: нерозривний зв'язок функції, конструкції і форми, або інакше єдність функціонального, конструктивного і естетичного.

6. Показники стандартизації і уніфікації характеризують ступінь використання в конкретному виробі стандартизованих деталей, складальних одиниць, блоків і рівень уніфікації складників виробу. Для його оцінки

використовуються такі характеристики, як коефіцієнт уніфікації, коефіцієнт застосованості, коефіцієнт повторюваності та ін

7. Патентно-правові показники, що характеризують ступінь патентного захисту і патентної чистоти виробів.

При визначенні даних показників, враховуються наявність у виробі вітчизняних винаходів, захищених авторськими свідоцтвами і патентами за кордоном і наявності реєстрації промислового зразка і товарного в нашій країні та країнах передбачуваного експорту.

8. Економічні показники характеризують витрати на проведення науково-технічних і дослідно-конструкторських робіт, пов'язаних з розробкою даного виробу, а також економічну ефективність експлуатації.

Це особливий вид показників, що оцінюють ремонтпридатність продукції, її технологічність, рівень стандартизації і уніфікації і патентну чистоту.

9. Точність – це ступінь відповідності виготовленого параметра виробу заданому параметру. Розрізняють задану, отриману і очікувану точність. Також розрізняють способи отримання необхідної точності:

- 1 – послідовного отримання на заготівлі заданої точності;
- 2 – автоматичного отримання заданої точності.

### **3.2 Контрольні питання до розділу**

1. Як діляться виробу приладобудівного виробництва залежно від їх призначення?

2. Назвіть види конструкторських документів.
3. Назвіть основні етапи проектування приладів.
4. Які типи виробництва Ви знаєте?
5. Назвіть види технологічних процесів.
6. Які методи організації технологічних процесів Ви знаєте?
7. Дати визначення, що розуміється під якістю приладу.

### Тестові завдання.

1. Вироби, в залежності від наявності або відсутності в них складових частин, діляться на:

- а) не специфіковані (деталі) – не мають складових частин;
- б) специфіковані (складальні одиниці, комплекси і комплекти) – складаються з двох і більше складових частин;
- в) комплекси.

2. Процес механічної обробки розчленовується на складові частини:

- а) технологічні операції;
- б) встановити;
- в) позиції;
- г) переходи і проходи, прийоми;
- д) технологічні операції, встановивши, позиції, переходи, проходи,

прийоми.

3. Серійне виробництво це виробництво:

а) яке характеризується обмеженою номенклатурою виробів, що виготовляються або ремонтуються періодично повторюваними партіями і порівняно великим обсягом випуску;

б) яке характеризується широкою номенклатурою виробів, що виготовляються і малим обсягом випуску виробів.

4. Потокова форма організації технологічних процесів характеризується:

- а) спеціалізацією кожного робочого місця на певній операції;
- б) узгодженим і ритмічним виконанням всіх операцій технологічного процесу на основі сталості такту випуску;
- в) однорідністю конструктивно-технологічних ознак виробів;
- г) розміщенням робочих місць в послідовності, суворо відповідної технологічного процесу.

4. Відносною характеристикою якості продукції є:

- а) рівень якості приладів;
- б) інтегральний показник якості;
- в) базовий показник якості.



## 4 ЗМІСТ ЕКОНОМІЧНОГО АНАЛІЗУ Й РОЗРАХУНКІВ НА РІЗНИХ СТАДІЯХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ВИРОБУ

### 4.1 Необхідність і зміст економічного аналізу й розрахунків на різних стадіях розробки нового приладу

Завдання економічного аналізу й розрахунків при створенні нових типів приладів (систем). При проведенні розробок нових приладів (систем) економічний аналіз і розрахунки дозволяють дати узагальнену оцінку в грошовому вираженні різноманітних достоїнств і недоліків приладу нового типу, досліджувати різні варіанти конструкції й економічно оцінити кожен нову ідею. Економічні показники дають узагальнену оцінку конструкції нового приладу. Вони допомагають перейти від численних окремих технічних параметрів до оцінки конструкції в цілому.

Значення дуже багатьох технічних параметрів виражається одним або декількома узагальнюючими економічними показниками, які дозволяють порівнювати різні технічні параметри. Вартісні критерії є важливими, а часто – найважливішими параметрами розробки нових приладів. Кожний проект приладу або системи завершується обґрунтуванням економічної ефективності впровадження, а всі прийняті в проєкті принципи технічні рішення повинні бути обґрунтовані. Відсутність економічних обґрунтувань і розрахунків приводить до помилок у проєктуванні, до створення неефективних конструкцій.

Економічний аналіз і розрахунки показують ті напрямки, по яких потрібно йти, щоб домогтися створення високоефективних конструкцій. Економічні розрахунки, пов'язані зі створенням нових типів приладів, необхідні й для:

- вибору найбільш ефективних напрямків проведення розробок;
- прогнозування й планування розвитку приладобудівної техніки;
- оцінки результатів роботи галузевих приладобудівних науково-дослідних інститутів (НДІ) й конструкторських бюро (КБ), їхніх відділів, лабораторій і окремих дослідників і розроблювачів;
- оцінки технічного рівня приладів (систем) у різні періоди їхнього створення й експлуатації;
- рішення питання про доцільність модернізації приладів, що перебувають в експлуатації (систем) і заміні їх новітніми, а також для рішення багатьох інших завдань.

Характерні риси економічного аналізу й розрахунків створюваного приладу (системи). Технічні розрахунки й аналіз дозволяють перевірити саму можливість створення нового приладу (системи), його працездатність. Ціль технічних розрахунків – упевнитися в тім, що новий прилад вийде, що його можна створити, що він буде працювати так, як це очікується. Технічні розрахунки тому здійснюються аж до окремих елементів цього приладу і їхніх взаємозв'язків один з одним.

Економічний аналіз і розрахунки дають можливість оцінювати нові прилади з погляду економіки країни в цілому, а також розуміння потреб споживачів. Вони змушують дослідника й розроблювача вийти за рамки окремих частин створюваного приладу і їхньої взаємодії й розглядати цей прилад у тісному зв'язку з тими системами, у які він повинен вбудовуватися. Економічний аналіз дозволяє виявити всі галузі, на яких відіб'ється впровадження цього приладу й не тільки зараз, але й у майбутньому, коли ці зв'язки зміняться, розкрити ті нові проблеми, які даний прилад (система) ставить перед виготовлювачами й споживачами (наприклад, чи доцільно прилад продавати або краще здавати його напрокат, тобто в оренду).

Першорядне значення має якісний економічний аналіз. Саме він дозволяє врахувати все те, що ще не піддається кількісному розрахунку, наприклад, виявити, як відіб'ється знову створований прилад (система) на полегшенні праці й підвищенні техніки безпеки.

Для економічного аналізу й розрахунків недостатньо знати тільки сьогоденні економічні співвідношення й характеристики. Вони безупинно міняються в міру прогресу техніки.

Економічний аналіз і розрахунки динамічні. Вони передбачають безперервну зміну вихідних величин, які кладуть в основу економічного розрахунку.

Необхідність економічного аналізу й розрахунків на всіх стадіях розробки нового приладу (системи). Економічний аналіз повинен здійснюватися на всіх стадіях проведення розробок. Це обумовлено тим, що на кожній наступній стадії проектування уточнюються й розширюються данні про створюваний прилад, його параметрах, елементах, з яких він складається, і роботі. У міру уточнення на наступних стадіях проектування чисельних значень окремих параметрів вносяться відповідні виправлення й у раніше зроблені економічні розрахунки, тому що результат розрахунку економічної ефективності впровадження нового приладу визначається насамперед саме чисельним значенням його технічних параметрів.

Крім того, у міру розширення на наступних стадіях проектування самого кола розроблювальних питань з'являється необхідність економічних обґрунтувань прийнятих більше приватних технічних рішень (наприклад, економічне обґрунтування вибору роду матеріалів для виготовлення окремих деталей приладу, конструктивного оформлення окремих елементів і ін.).

На початкових етапах розробки розрахунок економічних показників буває дуже наближеним і ґрунтується на попередній інформації з багатьма допущеннями. У міру подальшого проведення розробки початкова невизначеність зменшується. Коли розробка вимальовується вже ясніше, стає доступною більше певна інформація. Тоді з'являється можливість заміни багатьох раніше зроблених допущень відомими факторами або більше обґрунтованими припущеннями. На завершальній стадії розробки, коли проведені випробування нового приладу, усе раніше зроблені припущення й оцінки замінюються даними фактичних вимірів, відповідно уточнюється й раніше зроблений економічний розрахунок.

Використання новітніх математичних методів для економічних розрахунків при проектуванні приладів і систем. Останнім часом до економічного аналізу створюваних приладів і систем залучаються новітні математичні методи: лінійне програмування, метод Монте-Карло, динамічне програмування, теорія масового обслуговування, теорія інформації, теорія ігор. Для дослідження економічних завдань будуються математичні моделі, що дозволяють представити явище у вигляді рівнянь. У рівняння підставляють значення величин, які отримані в результаті спостережень. Якщо поведіння моделі відповідає дійсності, то деякими обмеженнями будують прогноз на майбутнє.

Ряд залежностей можна приблизно представити системою лінійних рівнянь і нерівностей з використанням лінійного програмування. Метод Монте-Карло дає можливість вести випробування в абстрактних ситуаціях. Теорія ігор розглядає проблему вибору стратегії, що дозволяє учасникові конфлікту одержати найбільший вигравш.

Економічний аналіз створюваного приладу (системи) з використанням правильних моделей має велике значення. При моделюванні реальна ситуація замінюється ідеалізованою системою, у яку входить кілька визначальних факторів. Математичні моделі імітують витрати, ефект і ефективність.

Елементи, виключені з моделі, не відкидаються зовсім, а відкладаються до пізнішого розгляду. Одним з найважливіших завдань

аналізу і є виявлення істотних факторів. При створенні моделі її спочатку описують спрощено, а потім більш детально.

У ряді випадків математична модель створює гарну основу для обмірковування й обговорення проблеми, а також для проведення подальших теоретичних і експериментальних досліджень.

Однак не завжди вдається одержати повне аналітичне подання про розглянуті економічні завдання. Головну увагу варто приділяти виявленню й обґрунтуванню тих факторів, які необхідно враховувати при рішенні розглянутого завдання, а також непередбаченим факторам, що впливають на оцінку економічної ефективності створюваного приладу. Нова ідея, що з'явилася в процесі цього аналізу, може мати величезне практичне значення.

Деякі змінні буває важко виразити в чисельній формі, тому що вони або не піддаються кількісній оцінці, або не існує відповідної шкали виміру. Важливо, щоб ці змінні не загубилися серед безлічі кількісних співвідношень.

Точність і досконалість математичних методів повинні бути порівнянні з точністю вихідних передумов. Для багатьох видів приладів і систем ще немає деяких даних і інформації такого виду, які необхідні. У цьому випадку при проведенні економічного аналізу створюваних приладів (систем) не застосовуються ускладнені математичні моделі, лінійне програмування й інші новітні математичні методи. Вірогідність результату не може бути вище вірогідності моделі, з якої працює комп'ютер [2].

#### **4.2 Зміст економічної частини проекту приладу (системи)**

В економічній частині проекту приладу приводяться:

- вибір об'єктів для порівняння й оцінка технічного рівня спроектованої конструкції;
- виявлення галузі, у якій може використовуватися новий прилад і прогноз очікуваного на нього попиту;
- розрахунок і зіставлення річної продуктивності приладів по порівнюваних варіантах;
- розрахунок і прогноз зниження собівартості й оптової ціни знову створеного приладу в різні роки його випуску;
- розрахунок і зіставлення капітальних вкладень по порівнюваних варіантах;

- розрахунок і зіставлення експлуатаційних витрат по порівнюваних варіантах;
- розрахунок економії наведених річних витрат від впровадження нового приладу;
- розрахунок узагальнюючих грошових показників економічної ефективності впровадження знову створеного приладу;
- підсумкова оцінка економічної ефективності впровадження спроектованого приладу з урахуванням значення також того якісно нового технічного (експлуатаційного) ефекту, що він дає;
- дослідження залежності економічної ефективності знову створеного приладу від різних факторів;
- розрахунок грошового економічного потенціалу розробки цього приладу;
- оцінка загального економічного потенціалу всієї розробки з обліком всіх якісних складових ефекту, одержуваного від її впровадження.

Збір і систематизація вихідної інформації, необхідної для економічного аналізу й розрахунків при проектуванні приладу. Якість розробки економічної частини проекту визначається тим, наскільки повно зібрані дані, необхідні для економічного аналізу й розрахунків.

Необхідно, насамперед, зібрати всі техніко-економічні показники по вітчизняним і закордонним приладам – аналогам, а також іншим конкуруючим розробкам, якими в проекті буде зіставлятися створений пристрій; техніко-економічні показники, що приводяться в Державному стандарті України (ДСТУ) на подібні прилади; вивчити рекламції споживачів на прилад-аналог, що надійшли на завод-виготовлювач; познайомитися із проведеними на заводі заходами щодо подальшого підвищення надійності і якості, а також зниженню собівартості й ціни приладу-аналога; одержати останню калькуляцію собівартості й оптової ціни приладу-аналога; зібрати й проаналізувати дані про зміну в різні роки кількості приладів, що випускаються, собівартості й оптової ціни приладу-аналога; одержати необхідні для розрахунку собівартості створюваного приладу чисельні значення коефіцієнтів, що характеризують відношення цехових витрат по різних цехах і загальнозаводських витратах до основної виробничої заробітної плати; чисельне значення коефіцієнта, що характеризує відношення над виробничих витрат до заводської собівартості; рівень рентабельності, прийнятий при розрахунку оптової ціни приладу в різні періоди його випуску.

На підприємствах (в організаціях), що експлуатують подібні прилади, треба зібрати й вивчити дані про склад витрат по експлуатації таких приладів; числі годин у зміну, змін у добу й днів у році, протягом яких використовуються такі прилади; вартовий і річної продуктивності подібних приладів; кількості й кваліфікації персоналу, що обслуговує цей прилад; чисельних значеннях окремих елементів експлуатаційних витрат; недоліках цих приладів, що виявляються при експлуатації й ремонті; частоті й вартості їхніх ремонтів.

Економічна частина проекту оформляється у вигляді самостійного розділу. Крім того, у відповідних інших розділах проекту повинні приводитися необхідні техніко-економічні обґрунтування принципових технічних рішень, що були прийняті в процесі розробки нового приладу.

### **4.3 Поняття технічного рівня приладу**

Найважливішою характеристикою нових розробок, приладів, що випускаються підприємствами, є технічний рівень, що показує, чи відповідають параметри створеного вітчизняного приладу кращим сучасним світовим зразкам і тим моделям, які з'являться до початку його промислового випуску. Технічний рівень характеризує фізичні властивості й можливості приладу, ступінь його технічної новизни, він є основою якості приладу.

Технічний рівень приладу (системи) лежить в основі економічної ефективності його використання. Щоб підвищувати економічну ефективність приладів, необхідно усе більше вдосконалювати їхні технічні параметри.

Виникає питання, для чого треба визначати технічний рівень приладу? Чому недостатньо розрахувати тільки економічну ефективність його впровадження? Деякі автори думають, що оскільки економічною ефективністю оцінюється все, те немає потреби визначати ще й технічний рівень приладу. Однак дане питання є набагато складніше.

Аналіз технічного рівня й розрахунки економічної ефективності впровадження нових типів приладів (систем) не виключають, а доповнюють один одного. Як правило, оцінка технічного рівня створюваного приладу передує розрахунку його економічної ефективності. Вона дає можливість судити про прогресивність параметрів створюваного приладу, що визначають його економічну ефективність. Особливо важлива така оцінка при створенні приладів (систем), за допомогою яких досягаються нові цілі, які іншими

шляхами досягти поки не можна. Ефективність таких приладів далеко не завжди вдається підрахувати на основі одних тільки грошових показників.

Значення високого технічного рівня приладу для продажу ліцензій на нього іноземним фірмам. Якщо технічний рівень знову створених вітчизняних приладів випереджає світовий, то Україна може продати ліцензії на них іноземним фірмам, а також експортувати ці вироби в інші країни. Завдання полягає в тому, щоб усе більше вітчизняних прикладних досліджень і розробок нових приладів виконувалося на рівні відкриттів і винаходів, які можна було б використовувати в нашій країні, а також продати по ліцензіях закордонним фірмам.

Продаж ліцензій є дуже важливим показником при оцінці результатів роботи галузевих приладобудівних НДІ й КБ, доказом того, що новий прилад, що створив, НДІ (КБ) перебуває в даній області на передовому рівні світової науки й техніки.

Для того, щоб продати ліцензії, кожний НДІ повинен ретельно вивчати патентоспроможність проведених розробок. Оформляючи заявку на захист своїх винаходів, вони не тільки забезпечують можливість продажу ліцензій на них, але й захищають експорт вітчизняних приладів.

Виріб (матеріал, технологічний процес), сутність якого розкрита, не може бути запатентовано. Будь-яка іноземна фірма може тоді копіювати його. Тому на нові типи виробів, виконані на рівні кращих світових досягнень, а тим більше переважаючі їх, повинні вчасно оформлятися патенти.

По ліцензії звичайно передається не тільки технічна документація на нові прилади, але й знання, дослід, а також те, що прийнято називати секретами виробництва. Вартість ліцензії – це плата за право використання патентних прав на винахід і одержання необхідної технічної документації (пояснювальних записок, інструкцій, специфікацій) і інших відомостей, що стосується нової конструкції виробу, матеріалу або технологічного процесу.

Вартість ліцензії визначається багатьма факторами: цінністю винаходу, тобто величиною одержуваного від нього економічного ефекту; новизною фізичних принципів, на яких засноване цей винахід; витратами й тривалістю проведення прикладних досліджень і розробок по створенню цього виробу: тривалістю часу завершення розробок нових типів даних виробів в інших країнах або інших фірмах; очікуваним обсягом випуску продукції по ліцензії протягом усього строку її дії; галуззю господарства, до якої ставиться ліцензія; територією, на якій ліцензія надає право

виробництва, використання й продажі даних виробів; чи продається дана ліцензія тільки цій фірмі або ще й іншим фірмам; наявністю патентного захисту винаходу; обсягом переданої документації.

Вартість ліцензії звичайно визначається як:

$$S_{\mathcal{L}} = S_{\mathcal{I}} + \sum_{i=T_{\mathcal{L}}}^{T_{\mathcal{D}}} S_{\Gamma i}, \quad (4.1)$$

де  $S_{\mathcal{L}}$  – загальна вартість ліцензії, в одиницях валюти;

$S_{\mathcal{I}}$  – первісна плата за право користування винаходом;

$S_{\Gamma i}$  – виплати, вироблені вигодою  $i$  –м дії даної ліцензійної угоди;

$T_{\mathcal{L}}$  – рік освоєння нового виробу покупцем ліцензії;

$T_{\mathcal{D}}$  – термін дії ліцензійної угоди (звичайно 10 років).

Щорічні платежі  $S_{\Gamma i}$  часто визначають у вигляді частки від обсягу продажів приладів, виготовлених за даною ліцензією:

$$S_{\Gamma i} = \delta_{\mathcal{L}} Q_{P.\Gamma.i}, \quad (4.2)$$

де  $\delta_{\mathcal{L}}$  – частка від виторгу покупця ліцензії за виготовлену по ній продукцію, передана у вигляді щорічної плати за ліцензію;

$Q_{P.\Gamma.i}$  – очікуваний обсяг продажу продукції, виготовленої за цією ліцензією в  $i$  –м році, в одиницях валюти.

Наприклад, за придбання ліцензії з докладними технологічними інструкціями на виробництво великих інтегральних схем за технологією американської фірми «Техас інструменти» японські фірми виплачують їй щорічно по  $\delta_{\mathcal{L}} = 3,55\%$  обсягу їхнього продажу.



Величина  $Q_{P.G.i}$  визначається як

$$Q_{P.G.i} = z_M Q_{Gi}, \quad (4.3)$$

де  $z_M$  – очікувана середня ціна на світовому ринку одного приладу, що випускається за цією ліцензією, в одиницях валюти;

$Q_{Gi}$  – очікуваний середньорічний випуск цих приладів тією фірмою, що здобуває ліцензію, шт./рік.

Продаж ліцензій звичайно супроводжується поставками покупцеві необхідного йому технологічного устаткування на самому початку організації нового виробництва. У деяких випадках покупцеві ліцензії поставляються певні деталі й вузли в процесі подальшого використання ліцензії. Продажу ліцензії передують складання рекламно-технічного опису, а також розрахунок економічної ефективності застосування цього винаходу. Реклама гарантує як технічні параметри, надійність і якість виробу, так і досягаються з його допомогою економічні показники. Якого року відповідає технічний рівень створюваного приладу? Якщо його технічний рівень випереджає сучасний світовий, то визначається число років – випередження:

$$T_{П.О} = T_{В.З} - T_{В.О} \text{ років}, \quad (4.4)$$

де  $T_{П.О}$  – число років, на яке новий вітчизняний прилад випереджає кращі закордонні;

$T_{В.З}$  – календарний рік, у якому вперше очікується впровадження подібних приладів за рубежом;

$T_{В.О}$  – календарний рік, у якому буде впроваджений створюваний зараз вітчизняний прилад.

Якщо ж технічний рівень приладу відстає від світового, то визначають число років  $T_{О.О}$  його відставання:

$$T_{O.O} = T_{B.O} - T_{П.З} \text{ років,} \quad (4.5)$$

де  $T_{O.O}$  – число років, на яке технічний рівень вітчизняного приладу відстає від світового рівня;

$T_{П.З}$  – календарний рік, у якому подібні прилади вперше з'явилися за кордоном.

Не завжди параметри створюваного вітчизняного приладу, що відповідають вимогам ДСТУ, свідчать про те, що прилад перебуває на передовому рівні світової науки й техніки. Бувають випадки, коли сам ДСТУ вже відстав від передового рівня світової науки й техніки й вимагає найшвидшого перегляду.

#### **4.4 Основні етапи розробки й впровадження нового приладу (системи)**

Поява нового технічного виробу – складний і суперечливий процес. Особливо це стосується радіоелектронних виробів, функціонування яких засноване на широкому спектрі фізичних, хімічних і інших явищ. Нова техніка, втілюючи результати останніх науково-технічних досягнень, сприяє розвитку продуктивних сил суспільства й задоволенню його потреб у продукції більше високої якості. Найважливішим питанням у сфері виробництва нової техніки є прогнозування. Визначення головних напрямів досліджень і розробок проводиться в ході науково-дослідницьких робіт (НДР) і дослідно-конструкторських робіт (ДКР).

Створення нових типів приладів і систем здійснюється за допомогою розробок. Кожна розробка являє собою планомірне проведення науково-дослідних (НДР) і дослідно-конструкторських робіт (ДКР). НДР закінчуються створенням макета (часто діючого) або моделі нового приладу. ДКР завершуються виготовленням дослідницького зразка нового приладу. Після цього здійснюється освоєння серійного або масового виробництва створеного приладу промисловістю. Потім він впроваджується в експлуатацію (рис. 4.1).

Розробку нових приладів і систем роблять галузеві науково-дослідні інститути (НДІ) і конструкторські бюро (КБ). У НДІ звичайно бувають

більше розвинені дослідницькі підрозділи, а в КБ – конструкторські. Для виготовлення й випробування дослідницьких зразків НДІ (КБ) має дослідницький завод або дослідницьке виробництво.

НДІ (КБ) прагнуть поєднуватися із приладобудівними заводами, створюючи в такий спосіб науково-виробничі об'єднання або фірми. Це дозволяє зблизити науку з виробництвом і тим самим швидше використовувати результати наукових досліджень і розробок, скорочувати шлях від зародження науково-технічної ідеї до її практичної реалізації.

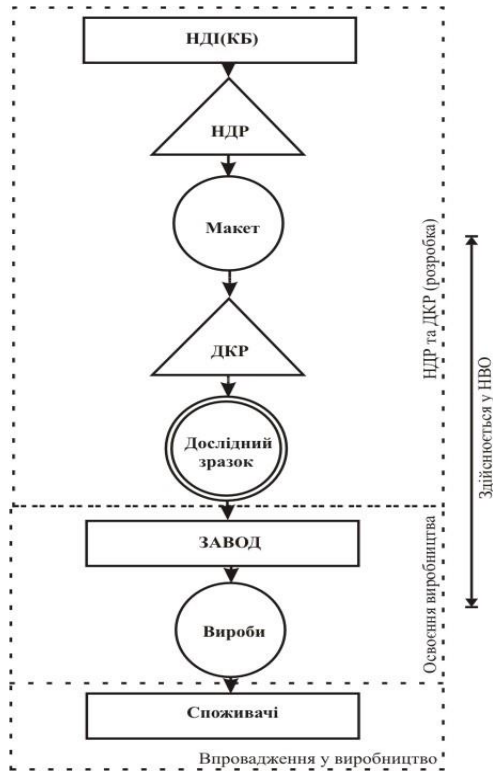


Рисунок 4.1 – Схема розробки, освоєння випуску й впровадження нового приладу (системи)

Створення науково-виробничих об'єднань, сприяє посиленню зв'язків НДІ (КБ) і заводів – виготовлювачів приладів. Включення НДІ (КБ) до складу науково-виробничих об'єднань підвищує їхню відповідальність за якість відпрацювання переданої приладобудівним заводам технічної

документації; найшвидше освоєння приладобудівними заводами серійного випуску нових моделей приладів; відповідність технічного рівня і якості приладів, що випускаються, сучасному передовому рівню науки й техніки. Основна мета створення науково-виробничих об'єднань (НВО) – забезпечити максимальну турботу розроблювачів і виготовлювачів нових типів приладів про їхніх споживачів. НВО повинні давати споживачам прилади найвищого технічного рівня і якості, що забезпечують їм максимальний економічний ефект в експлуатації. У складі кращих сучасних приладобудівних НВО створюються нові служби (служби по задачі в оренду або напрокат, технічному обслуговуванню й ремонту приладів, що випускаються, а також консультації споживачів про можливості найкращого використання цих приладів), ціль – як можна краще обслуговування споживачів.

Структуризація завдань НДР та ДКР і освоєння виробництва нових виробів представлена на рис. 4.2.

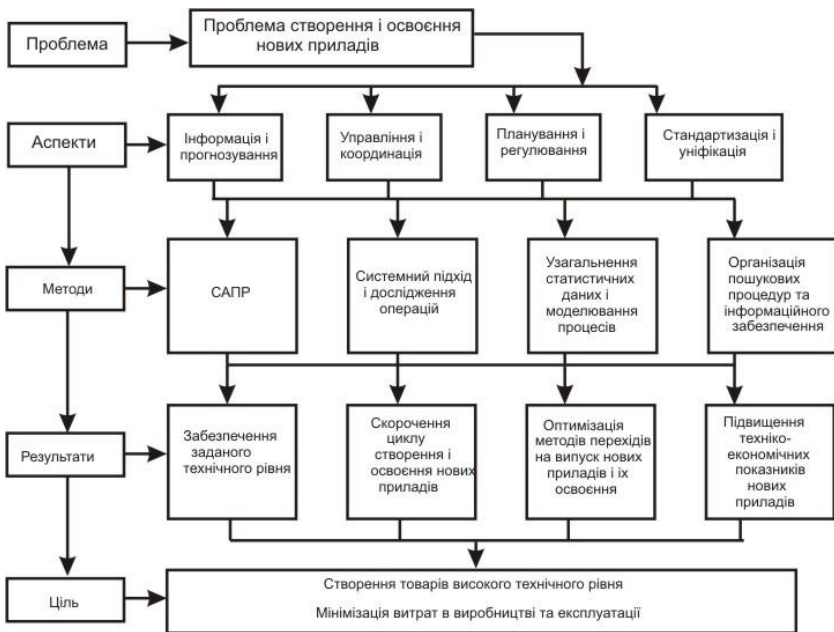


Рисунок 4.2 – Зразкова структуризація проблеми створення й освоєння нових виробів

Розробка й організація виробництва нового виробу вимагає витрат часу й великих фінансових вкладень. Величина цих витрат залежить від

рівня новизни продукції й частоти зміни моделей. Витрати на виготовлення виробу в перший рік його випуску можуть у кілька разів перевищувати витрати наступного років. Це знижує рівень ефективності виробництва нової техніки, а іноді приводить до великих збитків.

Життєвий цикл виробів. Швидкі темпи технічного прогресу вимагають такого періоду зміни моделей продукції (життєвого циклу продукції), при якому сумарні витрати на розробку й впровадження нових моделей, а також втрати від морального зношування були б мінімальні, а рівень економічної ефективності був би максимальним.

У життєвому циклі виробу можна виділити два періоди. Перший – протягом якого здійснюється розробка нової продукції. Другий – протягом якого нова продукція освоюється, виробляється й реалізується до припинення випуску й утилізації.

У перший період життєвого циклу виробу входить повний комплекс робіт зі створення нової техніки:

1) науково-дослідна розробка (НДР). На цій стадії проходять перевірку нові ідеї й винаходи. Теоретичні передумови рішення наукових проблем перевіряються в ході дослідно-експериментальних робіт.

2) дослідно-конструкторська розробка (ДКР). На цій стадії ідеї й рішення, що виникають у процесі НДР, реалізуються в технічній документації й дослідницьких зразках.

3) конструкторська підготовка виробництва (КПВ). Здійснюється проектування нового виробу, розробляються робочі креслення й технічна документація.

4) технологічна підготовка виробництва (ТПВ). Розробляються й перевіряються нові технологічні процеси, проектується й виготовляється технологічне оснащення для виробництва виробу.

5) організаційна підготовка виробництва (ОПВ). На цій стадії вибираються методи переходу на випуск нової продукції, проводяться розрахунки потреби в матеріалах і комплектуючих виробах, визначаються тривалість виробничого циклу виготовлення виробу, розміри партій, та ін.

6) відпрацювання виробу в дослідницькому виробництві (ДВ). Освоюється випуск дослідницького зразка (дослідницької партії), проводиться налагодження нових технологічних процесів.

У другий період життєвого циклу включається освоєння виробу в промисловому виробництві (ПВ). Практика показує, що на цій стадії виникають і конструкторські зміни, і зміни в технологічних процесах, і зміни

рівня оснащення виробництва спеціальними видами оснащення й устаткування. Точне дотримання технологічного процесу – одне з найважливіших організаційних умов підвищення ефективності випуску нового виробу, включаючи високу якість продукції й високі техніко - економічні показники виробництва.

Завершальним етапом життєвого циклу є експлуатація нової продукції, коли продукція використовується відповідно до її призначення й приносить економічний ефект. Підприємству було б вигідно продовжити другий період життєвого циклу виробу на максимальний строк, однак цей період має свою межу. Нова продукція з моменту її появи забезпечує соціально-економічний ефект до певного часу, після якого вона морально старіє.

Державна стандартизація. Розробка й постановка продукції на виробництво, безвідносно до її призначення, регламентується комплексом стандартів.

Порядок розробки й постановки на виробництво продукції загально технічного призначення встановлюється Державним стандартом. Стандарт установлює основні положення по розробці технічного завдання (ТЗ), конструкторської й технологічної документації, прийманню результатів розробки, підготовці й освоєнню виробництва, випробуванням дослідницьких зразків продукції, а також по підтвердженню їхньої відповідності обов'язковим вимогам державних стандартів. Вимоги стандарту допускається конкретизувати в методичних документах. Розглядаються наступні стадії й види робіт життєвого циклу продукції:

– стадія “Розробка”, вид робіт “Дослідно-конструкторська робота з розробки продукції”;

– частина стадії “Виробництво”, вид робіт “Постановка на виробництво”.

Існує також Державний стандарт, який установлює порядок розробки, узгодження й затвердження технічного завдання, технічної документації, порядок виготовлення, контролю, монтажу, приймання й здачі в експлуатацію виробів одиничного й дрібносерійного виробництва і їхніх складових частин, остаточне складання, налагодження, випробування й доведення яких можуть бути проведені на місці експлуатації в складі конкретного виробничого об'єкта. Розширення зв'язків з іноземними фірмами викликало появу Державного стандарту, який установлює основні положення постановки на виробництво серійної продукції по робочій

технічній документації іноземних фірм і поширюється на продукцію, призначену цілком або частково до реалізації в країні. Продукція повинна відповідати вимогам, що забезпечують безпеку для життя й здоров'я населення, охорону навколишнього середовища, і бути придатною до спільного застосування з вітчизняною продукцією.

Головні етапи робіт. Залежно від призначення виробів, передісторії даного виду РЕА, технічних заділів розроблювача, можливостей виробництва, обсягу ринку, і інших досить численних факторів, включаючи фінансові, конкретні етапи робіт при розробці виробів, так само як і їхній зміст, можуть істотно змінюватися. Коротко відзначимо три стадії робіт, які звичайно утримуються в розробках виробів на основі принципово нових технічних рішень:

- технічна пропозиція (аванпроект);
- ескізний проект (ЕП);
- технічний проект (ТП).

Основою для розробки є технічне завдання. У ТЗ викладаються призначення й галузь застосування розроблювальної РЕА, технічні, конструктивні, експлуатаційні й економічні вимоги, умови зберігання й транспортування, вимоги по надійності, правила проведення випробувань і приймання зразків у виробництві.

На стадії технічних пропозицій проводиться аналіз існуючих технічних рішень, патентні дослідження, пророблення можливих варіантів створення РЕА, вибір оптимального рішення, макетування окремих вузлів РЕА, виробіток вимог для наступних етапів розробки.

На стадії ескізного проектування здійснюють пророблення обраного варіанта реалізації РЕА. Виготовляється діючий зразок, проводяться випробування в обсязі, достатньому для підтвердження заданих у ТЗ технічних і експлуатаційних параметрів, організується розробка необхідної конструкторської документації, який привласнюється літера «Е». Проробляються основні питання технології виготовлення, налагодження й випробування елементів, вузлів, пристроїв і РЕА в цілому.

На стадії технічного проекту приймаються остаточні рішення про конструктивне оформлення РЕА й складових її вузлів, розробляється повний комплект конструкторської й технологічної документації, який привласнюється літера «Т», виготовляється дослідницький зразок (зразки) РЕА, проводяться випробування на відповідність ТЗ.

Надалі здійснюється технологічна підготовка виробництва, випуск

настановної серії й організація серійного (масового) випуску РЕА.

Стадії розробки ТЗ, технічних пропозицій і ЕП включаються, як правило, у науково-дослідну роботу, а стадії розробки технічного проекту й технологічної підготовки виробництва – у дослідно-конструкторську розробку.

Для виробів, не потребуючі проведення НДР, розробка й постановка продукції на виробництво в загальному випадку передбачає:

1) розробку ТЗ на дослідно-конструкторську роботу;

2) проведення ДКР, що включає:

– розробку конструкторської (КД) і технологічної (ТД) документації,

– виготовлення й випробування дослідницьких зразків,

– приймання результатів ДКР, затвердження розробленої документації й технічних умов (ТУ) на виготовлення настановної (дослідницької) партії виробів.

3) постановку виробів на виробництво, що включає:

– підготовку виробництва,

– виготовлення настановної серії й кваліфікаційні випробування.

При розробці РЕА випускають значну кількість технічної документації (конструкторської, технологічної, програмної), склад якої визначається Державними стандартами України.

Державні стандарти встановлюють кілька етапів розробки конструкторської документації з відповідними вимогами до їхнього змісту й виконання. Однак твердої номенклатури етапів, загальної й обов'язкової для розробки виробів, існувати не може. Багато в чому це залежить від виду виробів і їхньої складності, передісторії розвитку даного напряму техніки, що існують аналогів, і т.п., включаючи гостроту потреби у виробі й перспективи забезпечення конкурентоспроможності на ринках збуту.



#### 4.5 Контрольні питання до розділу

1. Для чого необхідні економічні розрахунки при створенні нового виробу?
2. Які характерні риси економічного аналізу й розрахунків створюваного приладу (системи)?
3. Чим обумовлена необхідність економічного аналізу й розрахунків на всіх стадіях розробки нового приладу (системи)?
4. Які математичні методи застосовуються для економічних розрахунків при проектуванні приладів і систем?
5. Зміст економічної частини проекту приладу (системи).
6. Як здійснюється збір і систематизація вихідної інформації, необхідної для економічного аналізу й розрахунків при проектуванні приладу?
7. Поняття технічного рівня приладу.
8. Назвіть основні етапи розробки, освоєння випуску й впровадження нового приладу (системи).
9. Приведіть структуру життєвого циклу виробу.
10. Чим регламентується розробка й постановка продукції на виробництво?

## 5 ОРГАНІЗАЦІЯ Й ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ НДР

### 5.1 Види НДР і їхні основні етапи

Науково-дослідна розробка – це комплекс теоретичних і експериментальних досліджень, проведених з метою одержання вихідних даних, вишукування принципів і шляхів створення або модернізації продукції, якщо таких немає або вони недостатні безпосередньо для успішної розробки виробу. Наукові дослідження залежно від змісту й характеру одержуваних результатів підрозділяються на фундаментальні, пошукові й прикладні (табл. 5.1).

Таблиця 5.1– Види науково-дослідних робіт

Види досліджень	Результати досліджень
Фундаментальні НДР	Розширення теоретичних знань. Одержання нових наукових даних про процеси, явища, закономірності, що існують у досліджуваній галузі; наукові основи, методи й принципи досліджень
Пошукові НДР	Збільшення обсягу знань для більш глибокого розуміння досліджуваного предмета. Розробка прогнозів розвитку науки й техніки; відкриття шляхів застосування нових явищ і закономірностей
Прикладні НДР	Дозвіл конкретних наукових проблем для створення нових виробів. Одержання рекомендацій, інструкцій, розрахунково-технічних матеріалів, методик. Визначення можливості проведення ДКР по тематиці НДР

Фундаментальні й розшукові роботи в життєвий цикл виробу, як правило, не включаються. Однак на їхній основі здійснюється генерація ідей, які можуть трансформуватися в проекти НДР та ДКР.

Прикладні НДР є однією зі стадій життєвого циклу виробу. Їхнє завдання – дати відповідь на питання: чи можливо створення нового виду продукції й з якими характеристиками? Порядок проведення НДР регламентується Державним стандартом. Конкретний склад етапів і характер виконуваних у їхніх рамках робіт визначаються специфікою НДР.

Рекомендуються наступні основні етапи НДР:

- 1) розробка технічного завдання (ТЗ) на НДР;
- 2) вибір напрямів дослідження;
- 3) теоретичні й експериментальні дослідження;
- 4) узагальнення й оцінка результатів досліджень.

Зразковий перелік робіт на етапах НДР наведений у таблиці 4.2.

Таблиця 5.2 – Етапи НДР і склад робіт на них

Етапи НДР	Склад робіт
Розробка ТЗ на НДР	Наукове прогнозування. Аналіз результатів фундаментальних і пошукових досліджень. Вивчення патентної документації. Облік вимог замовників.
Вибір напрямку дослідження	ЗБІР і вивчення науково-технічної інформації. Складання аналітичного огляду. Проведення патентних досліджень. Формулювання можливих напрямів рішення завдань, поставлених у ТЗ НДР, і їхня порівняльна оцінка. Вибір і обґрунтування прийнятого напрямку досліджень і способів рішення завдань. Зіставлення очікуваних показників нової продукції після впровадження результатів НДР з існуючими показниками виробів-аналогів. Оцінка орієнтовної економічної ефективності нової продукції. Розробка загальної методики проведення досліджень. Складання проміжного звіту.
Теоретичні й експериментальні дослідження	Розробка робочих гіпотез, побудова моделей об'єкта досліджень, обґрунтування допущень. Виявлення необхідності проведення експериментів для підтвердження окремих положень теоретичних досліджень або для одержання конкретних значень параметрів, необхідних для проведення розрахунків. Розробка методики експериментальних досліджень, підготовка моделей (макетів, експериментальних зразків), а також іспитового устаткування. Проведення експериментів, обробка отриманих даних. Зіставлення результатів експерименту з теоретичними дослідженнями. Коректування теоретичних моделей об'єкта. Проведення при необхідності додаткових експериментів. Проведення техніко-економічних досліджень. Складання проміжного звіту.
Узагальнення й оцінка результатів досліджень	Узагальнення результатів попередніх етапів робіт. Оцінка повноти рішення завдань. Розробка рекомендацій з подальших досліджень і проведення ДКР. Розробка проекту ТЗ на ДКР. Складання підсумкового звіту. Приймання НДР комісією.

Метою фундаментальних досліджень є відкриття нових явищ, закономірностей і принципів, які можуть бути використані при створенні нової техніки або технології. Результати фундаментальних досліджень, як правило, є основою для проведення пошукових і прикладних досліджень при створенні нових видів виробів, матеріалів, засобів і способів виробництва.

Пошукові наукові дослідження спрямовані на вивчення конкретних проблем, наприклад, можливостей створення нових матеріалів, техніки, технології, підвищення продуктивності праці і якості продукції й т.п. Результатами пошукових досліджень є науково-технічна інформація, що може мати матеріально - технічне втілення. При позитивних результатах висновки розшукових робіт видаються у вигляді звітів, технічної документації, макетів, експериментальних зразків.

Підставою для виконання НДР служить договір із замовником або наказ по організації про початок фінансування проекту ініціативної НДР та ДКР. Виконання науково-дослідних робіт може бути передбачено й у договорі із замовником на виконання НДР та ДКР виробу. Процес виконання НДР у загальному випадку складається з наступних етапів:

- результатів фундаментальних і пошукових досліджень, вивчення патентної документації, аналіз вимог замовників. На основі отриманої інформації складається аналітичний огляд, і висуваються гіпотези. Вибираються напрями роботи й шляхи реалізації вимог, яким повинне задовольняти виріб. Визначаються необхідні виконавці, підготовляється й видається технічне завдання.

- вибір напрямку досліджень. Проводиться для визначення оптимального варіанта напрямку досліджень на основі аналізу досліджуваної й аналогічної проблем і оцінки варіантів можливих рішень. Включає збір і вивчення науково-технічної інформації, проведення патентних досліджень, виявлення можливих напрямів рішення завдань і їхня порівняльна оцінка, вибір і обґрунтування напрямку досліджень і способів рішення завдань, прогноз показників нової продукції й зіставлення з показниками виробів-аналогів, оцінку економічної ефективності нової продукції, розробку загальної методики проведення досліджень.

- теоретичні й експериментальні дослідження. Проводять із метою одержання необхідних і достатніх теоретичних і експериментальних результатів досліджень для рішення поставлених перед НДР завдань. Включає розробку робочих гіпотез і побудову моделей об'єкта досліджень, виявлення необхідності проведення експериментів для підтвердження

окремих положень теоретичних досліджень або для одержання конкретних значень параметрів для проведення розрахунків, розробку методики експериментальних досліджень, підготовку моделей (макетів, експериментальних зразків) і іспитового устаткування, проведення експериментів і обробку отриманих даних, зіставлення результатів експерименту з теоретичними дослідженнями, коректування теоретичних моделей об'єкта, проведення при необхідності додаткових експериментів, проведення техніко-економічних досліджень. Якщо приватні технічні рішення мають новизну, то вони оформляються через патентну службу незалежно від закінчення складання всієї технічної документації.

– узагальнення й оцінка результатів досліджень у науково-технічному звіті по НДР, випуск звітної науково-технічної документації (ЗНТД). Дається аналіз проведених досліджень із оцінкою повноти рішення поставлених завдань, оцінюється ефективність отриманих результатів у порівнянні із сучасним науково-технічним рівнем і можливість створення конкурентоспроможної продукції. Приводяться висновки про нові принципи побудови виробу й підходи до реалізації цих принципів, розробляються рекомендації з подальших досліджень і проведення ДКР, складається проект ТЗ на ДКР.

– пред'явлення роботи до приймання і її приймання.

Етап вибору напряму досліджень має вирішальне значення для виконання НДР, наступного проведення ДКР і запуску у виробництво конкурентоспроможних виробів з досить більшим життєвим циклом. Для сучасної РЕА "досить більшим" життєвим циклом вважається 3-5 років випуску приладів до "морального старіння". Строк експлуатації апаратури може бути й більше, якщо вона мало позначається на економічній ефективності виробництва, у якому використовується, але для радіоелектронних приладів розширення технічних, методичних і метрологічних можливостей нової апаратури, як правило, приводить до досить швидкого витиснення з експлуатації апаратури старих випусків. З урахуванням цих факторів велике значення, тим більше в умовах відкритого ринку продукції, мають патентні дослідження.

Патентні дослідження в повному обсязі відповідно до Державного стандарту проводять на початковій стадії НДР. Надалі на всіх стадіях НДР і ДКР, пов'язаних зі створенням, виробництвом, реалізацією, удосконалюванням і використанням РЕА виробничого призначення, рекомендується доповнювати дослідження вивченням всіх нових матеріалів.

Це визначається тим, що об'єктами патентного захисту можуть бути як самі вироби у всіх аспектах їхнього виконання (схеми, конструкції, технології виготовлення й т.п.), так і методи (способи) використання при експлуатації (способи вимірів, реєстрації й обробки інформації, і т.п.). Відповідно, при рішенні питань правової охорони об'єктів промислової й інтелектуальної власності патентні дослідження повинні проводити як виконавці НДР та ДКР, так і виготовлювачі й споживачі продукції, тобто виконавці будь-яких програм розвитку виробництва й використання об'єктів техніки.

При виконанні НДР патентні дослідження рекомендується передбачати в ТЗ, у тому числі відносно результатів патентних досліджень, умов конфіденційності, а також відповідальності сторін за наслідки, викликані виконанням їх в обмеженому обсязі або відмовою від використання їхніх результатів. Необхідність проведення патентних досліджень при виконанні складових частин робіт або при розробці комплектуючих виробів, матеріалів, технології, здійснюваних по вихідному технічному завданню, визначає головний виконавець роботи.

Результати патентних досліджень знаходяться у технічних умовах і стандартах на розроблену продукцію, у документації, пов'язаній з оцінкою технічного рівня і якості продукції, у документації, пов'язаній із забезпеченням охорони об'єктів промислової власності в країні й за кордоном (винаходи, корисні моделі, промислові зразки, товарні знаки). Результати патентних досліджень не підлягають передачі за кордон у складі комплектів документації, якщо це не застережено в угоді (контракті).

Зміст патентних досліджень. Патентними дослідженнями, як правило, повинне передбачатися:

- дослідження напрямів науково-дослідної й виробничої діяльності організацій і фірм, які діють на ринку продукції;
- обґрунтування вимог по вдосконалюванню й створенню нової продукції й технології, по забезпеченню ефективності застосування й конкурентоспроможності продукції й послуг;
- обґрунтування пропозицій про доцільність розробки нових об'єктів промислової власності для використання в об'єктах техніки, що забезпечують досягнення технічних показників, передбачених у технічному завданні;
- виявлення технічних, художньо-конструкторських, програмних і інших рішень, створених у процесі виконання НДР і ДКР, з метою віднесення їх до обороноздатних об'єктів промислової й інтелектуальної власності;

– обґрунтування доцільності правової охорони об'єктів інтелектуальної й промислової власності в країні й за рубежом, вибір країн патентування;

– експертиза об'єктів техніки на патентну чистоту, обґрунтування мер по забезпеченню їхньої патентної чистоти й безперешкодному виробництву й реалізації об'єктів техніки в країні й за рубежом;

Конкретний зміст патентних досліджень визначають залежно від характеру проведеної роботи й стадій життєвого циклу об'єкта техніки.

Порядок проведення патентних досліджень включає: визначення завдань і розробку завдання на проведення патентних досліджень; визначення вимог до пошуку патентної й іншої документації; пошук і відбір патентної й іншої документації й оформлення звіту про пошук; систематизацію й аналіз відібраної документації, підготовку висновків і рекомендацій; оформлення результатів досліджень у вигляді звіту.

Звіт про патентні дослідження повинен містити загальні дані про об'єкт досліджень, основну (аналітичну) частину, висновок і додатки.

Аналітична частина звіту в загальному випадку включає розділи: технічний рівень і тенденції розвитку об'єкта; використання об'єктів промислової (інтелектуальної) власності і їхня правова охорона; дослідження патентної чистоти об'єкта техніки. Включення конкретних розділів в аналітичну частину звіту визначається завданням на проведення досліджень.

У висновку приводять: узагальнені висновки за результатами проведених патентних досліджень; пропозиції по використанню результатів патентних досліджень для вдосконалювання науково-технічної й виробничої продукції. У додатки до звіту включають: завдання на проведення досліджень, регламент пошуку, звіт про пошук, опису винаходів, анотації документів і інші довідкові матеріали, відібрані при проведенні пошуку.

Виконання НДР. Для експериментальної перевірки можливості створення продукції, визначення її технічних характеристик, перевірки правильності результатів теоретичних досліджень і вибору оптимального технічного й конструкторсько - технологічного рішення в процесі виконання НДР створюють макети, моделі, експериментальні зразки.

У НДР на РЕА повинні бути оцінені можливості використання в продукції запозичених складових частин, блочно-модульного принципу конструювання, використання зразка продукції і його складових частин у якості базових для створення їхніх модифікацій, а також розроблені пропозиції по створенню параметричних і типорозмірних рядів складових

частин, по використанню в конструкції виробу уніфікованих конструктивних елементів, що комплектують виробів, матеріалів і сировини, по застосуванню типових конструктивно-технологічних рішень і прогресивних технологій.

Проробляються також питання метрологічного забезпечення випуску й експлуатації виробів відповідно до вимог стандартів забезпечення єдності вимірів.

У процесі НДР і по її результатах передбачається розробка проекту технічного завдання на ДКР, яким установлюється основне призначення, тактико-технічні характеристики, показники якості й техніко-економічні вимоги, пропоновані до розроблювального виробу. Якщо розробка ТЗ не передбачена завданням, то у звіті по НДР повинне бути представлено технічна пропозиція (ТП) – сукупність конструкторських документів, що містять технічне й техніко-економічне обґрунтування доцільності розробки виробу. ТП виконується на підставі аналізу різних варіантів можливої реалізації виробу, порівняльної оцінки рішень із обліком конструктивних і експлуатаційних особливостей розроблювального й існуючого виробів, а також патентних матеріалів. Варто враховувати, що НДР може дати й негативний результат, що показує, що на сучасному рівні розвитку науки й техніки реалізація поставленого завдання в повному її обсязі неможлива або передчасна. У цьому випадку в пропозиції можуть бути сформульовані рекомендації з обмеження поставлених завдань або проведенню подальших досліджень і їхніх напрямів.

Інформаційне забезпечення прикладного НДР. На стадії розробки технічного завдання на НДР використовуються наступні види інформації:

- об'єкт дослідження;
- опис вимог до об'єкта дослідження;
- перелік функцій об'єкта дослідження загально технічного характеру;
- перелік фізичних і інших ефектів, закономірностей і теорій, які можуть бути основою принципу дії виробу;
- технічні рішення (у прогнозних дослідженнях);
- відомості про науково-технічний потенціал виконавця НДР;
- відомості про виробничі ресурси (стосовно до об'єкта досліджень);
- відомості про матеріальні ресурси;
- маркетингові відомості;
- дані про очікуваний економічний ефект.



Додатково використовується наступна інформація:

- методи рішення окремих завдань і обробки інформації;
- загально технічні вимоги (стандарты, обмеження шкідливих впливів, вимоги по надійності, ремонтпридатності, ергономіці й так далі);
- проєктовані строки відновлення продукції;
- пропозиції ліцензій і "ноу-хау" по об'єкті досліджень.

На наступних етапах НДР як база в основному використовується перерахована вище інформація.

Додатково використовуються:

- відомості про нові принципи дії, нових гіпотезах, теоріях, результатах НДР;
- дані економічної оцінки, моделювання основних процесів, оптимізації багатокритеріальних завдань, макетування, типових розрахунків, обмежень;
- вимоги до інформації, що вводиться в інформаційні системи й т.д.

## **5.2 Методи оцінки науково-технічної результативності НДР**

Результатом НДР є досягнення наукового, науково-технічного, економічного й соціального ефектів. Науковий ефект характеризується одержанням нових наукових знань і відбиває приріст інформації, призначеної для "внутрішнього наукового" споживання. Науково-технічний ефект характеризує можливість використання результатів виконуваних досліджень в інших НДР та ДКР і забезпечує одержання інформації, необхідної для створення нової продукції. Економічний ефект характеризує комерційний ефект, отриманий при використанні результатів прикладних НДР. Соціальний ефект проявляється в поліпшенні умов праці, підвищенні економічних характеристик, розвитку культури, охорони здоров'я, науки, утворення.

Наукова діяльність носить багатоаспектний характер, її результати, як правило, можуть використовуватися в багатьох сферах економіки протягом тривалого часу.

Оцінка наукової й науково-технічної результативності НДР виробляється за допомогою системи зважених бальних оцінок. Для фундаментальних НДР розраховується тільки коефіцієнт наукової результативності (табл. 5.3), а для розшукових робіт і коефіцієнт науково-

технічної результативності (табл. 5.4). Оцінки коефіцієнтів можуть бути встановлені тільки на основі досліду й знань науковців, які використовуються як експерти. Оцінка науково-технічної результативності прикладних НДР виробляється на основі зіставлення досягнутих у результаті виконання НДР технічних параметрів з базовими (які можна було реалізувати до виконання НДР).

Таблиця 5.3 – Характеристики факторів і ознак наукової результативності НДР

Фактор наукової результативності	Коеф. значимості фактора	Якість фактора	Характеристика фактора	Коеф. досягнуто го рівня
Новизна отриманих результатів	0,5	Висока	Принципово нові результати, нова теорія, відкриття нової закономірності	1,0
		Середня	Деякі загальні закономірності, методи, способи, що дозволяють створити принципово нову продукцію	0,7
		Недостатня	Позитивне рішення на основі простих узагальнень, аналізу зв'язків факторів, поширення відомих принципів на нові об'єкти	0,3
		Тривіальна	Опис окремих факторів, поширення раніше отриманих результатів, реферативні огляди	0,1
Глибина наукового пророблення	0,35	Висока	Виконання складних теоретичних розрахунків, перевірка на великому обсязі експериментальних даних	1,0
		Середня	Невисока складність розрахунків, перевірка на невеликому обсязі експериментальних даних	0,6
		Недостатня	Теоретичні розрахунки прості, експеримент не проводиться	0,1
Ступінь імовірності успіху	0,15	Більша		1,0
		Помірна		0,6
		Мала		0,1

Таблиця 5.4 – Характеристики факторів і ознак науково-технічної результативності НДР

Фактор науково-технічної результативності	Коеф. значимості фактора	Якість фактора	Характеристика фактора	Коеф. досягнутого рівня
Перспективність використання результатів	0,5	Першорядна	Результати можуть знайти застосування в багатьох наукових напрямках	1,0
		Важлива	Результати будуть використані при розробці нових технічних рішень	0,8
		Корисна	Результати будуть використані при наступних НДР і розробках	0,5
Масштаб реалізації результатів	0,3	Національна економіка	Час реалізації: до 3 років, до 5 років, до 10 років, понад 10 років	1,0 0,8 0,6 0,4
		Галузь	Час реалізації: до 3 років, до 5 років, до 10 років, понад 10 років	0,8 0,7 0,5 0,3
		окремі фірми й підприємства	Час реалізації: до 3 років, до 5 років, до 10 років, понад 10 років	0,4 0,3 0,2 0,1
Завершеність результатів	0,2	Висока	Технічне завдання на ДКР	1
		Середня	Рекомендації, розгорнутий аналіз, пропозиції	0,6
		Недостатня	Огляд, інформація	0,4

У цьому випадку коефіцієнт науково-технічної результативності визначається по формулі:

$$K_{Tp} = \sum_{i=1}^k K_{BЛi} K_{Пi} , \quad (5.1)$$

де  $k$  – число оцінюваних параметрів;

$K_{ВЛi}$  – коефіцієнт впливу  $i$ -го параметра на науково-технічну результативність;

$K_{Pi}$  – коефіцієнт відносного підвищення  $i$ -го параметра в порівнянні з базовим значенням.

Для зручності виконання розрахунків дані зводяться в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Оцінка науково-технічної результативності прикладних НДР

Параметр	Одиниця виміру	Коеф. впливу	Значення параметрів		$K_{Pi}$	$K_{ВЛi} K_{Pi}$
			досягнуті	базові		
		$K_{ВЛi}$				
						Сума

Після завершення НДР, її результати й розроблена ОНТД повинні бути розглянуті на науково-технічній раді (НТР) виконавця НДР за участю замовника, головного НДІ по виду техніки й інших зацікавлених організацій. Перед розглядом ОНТД може бути спрямована на рецензію. Необхідність рецензування й організація-рецензент устанавлюються в ТЗ або контракті на виконання НДР.

Приймання НДР здійснюють постійно діючої або спеціально створюваною комісією. При прийманні оцінюють науково-технічний рівень досліджень, обґрунтованість пропонованих рішень (рекомендацій) по реалізації й використанню результатів НДР для створення конкурентоспроможної продукції. За результатами приймання НДР комісія оформляє акт приймання, підписаний головою й всіма членами комісії. Акт затверджує керівництво виконавця НДР або замовника.

### 5.3 Контрольні питання до розділу

1. Назвіть види науково-дослідних робіт.
2. Етапи НДР і состав робіт на них.
3. Що є метою фундаментальних досліджень?
4. З якою метою проводять пошукові дослідження?
5. Чим регламентується порядок виконання НДР?
6. З якою метою проводяться патентні дослідження?
7. Порядок проведення патентних досліджень.
8. Які види інформації використовуються на стадії розробки технічного завдання на НДР ?
9. Які застосовуються методи оцінки науково-технічної результативності НДР?
10. Охарактеризуйте фактори й ознаки наукової результативності НДР.
11. Охарактеризуйте фактори й ознаки науково-технічної результативності НДР

## 6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ Й ЕФЕКТИВНІСТЬ ДКР

### 6.1 Основні завдання й етапи ДКР

Після завершення прикладних НДР за умови позитивних результатів економічного аналізу, що задовольняє фірму з погляду її цілей, ресурсів і ринкових умов, приступають до виконання дослідно-конструкторських робіт (ДКР). ДКР – найважливіша ланка матеріалізації результатів попередніх НДР. Її основне завдання – створення комплексу конструкторської документації для серійного виробництва.

Основні етапи ДКР :

- 1) розробка ТЗ на ДКР;
  - 2) технічна пропозиція;
  - 3) ескізне проектування;
  - 4) технічне проектування;
  - 5) розробка робочої документації для виготовлення й випробувань дослідженого зразка;
  - 6) попередні випробування дослідженого зразка;
  - 7) державні (відомчі) випробування дослідженого зразка;
  - 8) відпрацювання документації за результатами випробувань.
- Перелік робіт на етапах ДКР відбитий у табл. 6.1.

Таблиця 6.1– Зразковий перелік робіт на етапах ДКР

Етапи ДКР	Основні завдання й состав робіт
1	2
Розробка ТЗ на ДКР	Складання проекту ТЗ замовником. Пророблення проекту ТЗ виконавцем. Установлення переліку контрагентів і узгодження з ними часток ТЗ. Узгодження й твердження ТЗ.
Технічна пропозиція (є підставою для коректування ТЗ і виконання ескізного проекту)	Виявлення додаткових або уточнених вимог до виробу, його технічним характеристикам і показникам якості, які не можуть бути зазначені в ТЗ: – пророблення результатів НДР; – пророблення результатів прогнозування; – вивчення науково-технічної інформації; – попередні розрахунки й уточнення вимог ТЗ.

1	2
Ескізне проектування (служить підставою для технічного проектування)	Розробка принципових технічних рішень: <ul style="list-style-type: none"> <li>– виконання робіт з етапу технічної пропозиції, якщо цей етап не проводиться;</li> <li>– вибір елементної бази розробки;</li> <li>– вибір основних технічних рішень;</li> <li>– розробка структурних і функціональних схем виробу;</li> <li>– вибір основних конструктивних елементів;</li> <li>– метрологічна експертиза проекту;</li> <li>– розробка й випробування макетів.</li> </ul>
Технічне проектування	Остаточний вибір технічних рішень по виробу в цілому і його складових частинам: <ul style="list-style-type: none"> <li>– розробка принципових електричних, кінематичних, гідравлічних і інших схем;</li> <li>– уточнення основних параметрів виробу;</li> <li>– проведення конструктивного компоновання виробу й видача даних для його розміщення на об'єкті;</li> <li>– розробка проектів ТУ на поставку й виготовлення виробу;</li> <li>– випробування макетів основних приладів виробу в натурних умовах.</li> </ul>
Розробка робочої документації для виготовлення й випробування дослідницького зразка	Формування комплексу конструкторських документів: <ul style="list-style-type: none"> <li>– розробка повного комплексу робочої документації;</li> <li>– узгодження її із замовником і заводом-виготовлювачем серійної продукції;</li> <li>– перевірка конструкторської документації на уніфікацію й стандартизацію;</li> <li>– виготовлення в дослідницькому виробництві дослідницького зразка;</li> <li>– настроювання й комплексне регулювання дослідницького зразка.</li> </ul>
Попередні випробування	Перевірка відповідності дослідницького зразка вимогам ТЗ і визначення можливості його пред'явлення на державні (відомчі) випробування: <ul style="list-style-type: none"> <li>– стендові випробування;</li> <li>– попередні випробування на об'єкті;</li> <li>– випробування на надійність.</li> </ul>
Державні (відомчі) випробування	Оцінка відповідності вимогам ТЗ і можливості організації серійного виробництва.
Відпрацьовування документації результатами випробувань за	Внесення необхідних уточнень і змін у документацію. Присвоєння документації літери "О <sub>1</sub> ". Передача документації заводу-виготовлювачеві.

Якщо наявні в розпорядженні розроблювача науково-технічні матеріали не вимагають проведення НДР, підставою для виконання ДКР є ТЗ, затверджене замовником. У випадку ініціативної розробки ДКР базуються, як правило, на результатах дослідження ринку продукції й патентних досліджень. У ТЗ рекомендується вказувати техніко-економічні вимоги до продукції, що визначають її споживчі властивості й ефективність застосування, перелік документів, що вимагають спільного розгляду, порядок здачі й приймання результатів розробки.

На етапі ДКР на перший план виступають економічні завдання, тому що саме тут формуються основні параметри виробу, що впливають як на його вартість, так і на тривалість і вартість його розробки. Під час виконання ДКР виробляється теоретичне й експериментальне дослідження реалізованих у виробі ідей. ДКР закінчується випуском повного комплексу технічної документації на виріб, виготовленням і випробуванням його дослідницького зразка (або дослідницької партії).

Проектування – комплекс заходів, що забезпечують пошук технічних рішень, що задовольняють заданим вимогам, їхню оптимізацію й реалізацію у вигляді комплексу конструкторських документів і дослідницького зразка (зразків), що піддається циклу випробувань на відповідність вимогам технічного завдання. Існує комплекс певних етапів ДКР, що забезпечує глибоке пророблення й високу якість проектування виробів.

Етап 1 – підготовчий. На цьому етапі виробляються завдання, для рішення яких призначене даний виріб, і аналіз аналогічних існуючих конструкцій виробів, досягнень у суміжних галузях науки й техніки й нові принципи, які можуть бути закладені у виріб. Виконується техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) доцільності створення нового виробу й передачі його в серійне виробництво. При цьому обґрунтовуються можливості рішення завдань, варіанти конструкторських і технологічних рішень. Складається перелік робіт, що підлягають виконанню, уточнюється загальний обсяг робіт, витрати й строки виконання, визначаються співвиконавці. Наводяться дані, що характеризують експлуатаційну надійність виробу, ступінь уніфікації й стандартизації, відповідність його технічного рівня вітчизняним і закордонним досягненням науки й техніки. Визначається орієнтовна вартість дослідницького й серійного зразків, сума витрат на організацію виробництва й експлуатацію цієї техніки, орієнтовний строк початку поставки замовникові. Такий аналіз дозволяє орієнтовно



визначити можливі технічні характеристики виробу й необхідність проведення яких-небудь НДР. Виконання першого етапу звичайно проводить ініціатор ДКР.

Етап 2 – розробка ТЗ і договору на ДКР. ТЗ повинне містити основне призначення, технічні й тактико-технічні характеристики виробу, показники якості й техніко-економічні вимоги, склад конструкторської документації, а також спеціальні, конструктивні, технологічні, експлуатаційні вимоги, вимоги по надійності й метрологічному забезпеченні при виготовленні й в експлуатації. Розробка ТЗ у випадку відсутності НДР звичайно ведеться замовником разом з розроблювачем. При попереднім проведенні НДР за основу розробки ТЗ приймається проект ТЗ або технічні пропозиції з науково-технічного звіту по НДР. Якщо для розробки виробу в ТЗ передбачається розробка яких-небудь частин, матеріалів і комплектуючих співвиконавців, то на основі головного ТЗ виконується розробка часток ТЗ для співвиконавців.

У ТЗ указують передбачену законодавством форму підтвердження відповідності продукції обов'язковим вимогам. Рекомендується передбачати врахування інтересів всіх можливих споживачів і наступні положення:

- прогноз розвитку вимог на дану продукцію;
- рекомендуються етапи, що, розвитку (модернізації) продукції;
- відповідність вимогам країн передбачуваного експорту;
- характеристики ремонтпридатності;
- можливість заміни запасних частин без застосування промислової технології.

Для ремонтпридатної продукції в ТЗ на ДКР доцільно передбачати розробку ремонтної документації, призначеної для підготовки виробництва, ремонту й контролю продукції після ремонту.

ТЗ затверджують у порядку, установленому замовником і розроблювачем. Для підтвердження окремих вимог до продукції, у тому числі вимог безпеки, охорони здоров'я й навколишнього середовища, а також оцінки технічного рівня продукції, ТЗ може бути спрямоване на експертизу в сторонні організації. Рішення за отриманими висновками приймають розроблювач і замовник до затвердження ТЗ.

Етапи ДКР, а також порядок їхнього приймання, повинні бути визначені в договорі на її виконання. На всіх етапах ДКР і при постановці продукції на виробництво виконавці забезпечують виконання обов'язкових вимог вітчизняних і міжнародних технічних регламентів. Досягнуті

показники, відповідність їхнім вимогам ТЗ оцінюють при прийманні етапів і відбивають у протоколах (актах) випробувань дослідницьких зразків продукції й актах приймання етапів ДКР.

Взаємини розроблювача (виготовлювача) з органами державного нагляду визначає чинне законодавство. В органи державного нагляду відповідно до їх правил представляють документи підтвердження відповідності обов'язковим вимогам. Склад зазначених документів установлює відповідний орган державного нагляду.

Взаємини між замовником і розроблювачем ДКР на різних етапах розробки регламентуються договором. У договорі визначаються взаємні зобов'язання сторін, їхня відповідальність у випадку порушення окремих його пунктів, строки виконання робіт і джерела фінансування. Крім ТЗ до договору додають кошторисну калькуляцію виконання робіт. У договорі вказуються обсяг і строки виконання кожного з етапів робіт, за які розроблювач звітує перед замовником. Всі спірні питання, що виникають між розроблювачем і замовником, дозволяються Державною арбітражною комісією.

Узгодження ТЗ може знадобитися при розробці ТЗ замовником без участі виконавця й виконується після того, як визначився конкретний виконавець. Процес узгодження полягає в тому, що виконавець після одержання проекту ТЗ досліджує можливість його реалізації як з технічної точки зору, так і в зазначеним замовником термін. При цьому виконавець узагальнює дослід попередніх розробок, а також дослід родинних організацій, оцінює можливості свого підприємства, проводить підбір і вивчення вітчизняної й іноземної науково-технічної літератури, патентів і авторських посвідчень.

Поряд із цим виконавець попередньо проробляє побудову блоків і вузлів виробу й робить висновок про принципову можливість виконання ТЗ. У процесі попереднього пророблення замовникові від розроблювача може бути виданий ряд зауважень по окремих пунктах технічних вимог або запропоновані свої формулювання цих пунктів. Якщо після прийняття відповідних уточнень і змін договірні сторони приходять до єдиної думки про практичну виконуємость вимог, зазначених у ТЗ, узгодження вважається закінченим.

Затвердження ТЗ відбувається після його узгодження. При затвердженні ТЗ підписують представники й керівники організацій замовника й розроблювача. Після підписання ТЗ стає офіційним документом,

відповідно до якого виконується розробка виробу.

У процесі виконання ДКР і розроблювач, і замовник можуть вносити зміни в ТЗ, які, як правило, документуються в актах приймання окремих етапів ДКР. Коректування проводиться по взаємному узгодженню між замовником і виконавцем.

Етап 3 – аванпроект або технічна пропозиція. Розробляється сукупність конструкторських документів, у яких відображаються різні варіанти конструктивної й схемної побудови розроблювального виробу й дається порівняльна оцінка цих варіантів між собою й з аналогами. Етап рекомендується виконувати при можливості виконання ДКР по декількох приблизно рівноцінних варіантах і досить широкому колі споживачів продукції, які запрошуються на приймання етапу й обговорення пропозицій.

На цьому ж етапі рекомендується робити вибір основних комплектуючих виробів, елементної бази, носіїв інформації, обсяги оперативної й зовнішньої пам'яті й т.д. При розробці РЕА велику увагу на стадії технічної пропозиції приділяють аналізу програмного забезпечення системи. Всім конструкторським документам, що випускається на стадії технічної пропозиції, привласнюється літера «П».

Етап 4 – ескізне проектування. На цьому етапі, що звичайно проводиться тільки для досить складних виробів, приймаються принципові конструктивні й технічні рішення з детальним проробленням пристроїв відповідно до ТЗ.

На стадії ескізного проектування проводяться вибір основних технічних рішень і елементної бази виробу, вибір основних конструктивних елементів, розробка структурних і функціональних схем виробу, розробка спеціальних схем приватного застосування (наприклад, для керування запам'ятовувальним пристроєм, пристроєм уведення–виводу й т. ін.), випробування розроблених схем, розрахунок і перевірка робочих режимів комплектуючих елементів, виконується попередній розрахунок надійності як окремих вузлів і блоків, так і виробу в цілому. У процесі пророблення ескізного проекту, як правило, виробляється макетування окремих найбільш складних вузлів і операційних блоків, а іноді й повністю цілих пристроїв. Виконується також метрологічна експертиза проекту.

Всім конструкторським документам, що випускається на стадії ескізного проектування, привласнюється літера «Е». По завершенні ескізного проектування розроблювач захищає ескізний проект перед замовником. З ініціативи замовника або розроблювача на захист можуть запрошуватися

представники інших зацікавлених організацій і органів держнадзору.

Етап 5 – технічне проектування. На етапі виробляється остаточний вибір технічних рішень по виробі в цілому і його складових частинам, спрацьовуються схемні й конструкторські рішення, уточнюються основні технічні параметри виробу, випускаються креслення на всі елементи, вузли, блоки й пристрої виробу, проробляються питання захисту від механічних, кліматичних і радіаційних впливів, доступу при ремонті й контролі, прив'язки до об'єкта установки й т.д., уточнюються питання технології й вартості, особливості виробництва на планованому підприємстві-виготовлювачі продукції. Розробляється проєкт ТУ на виготовлення й поставку виробу.

У процесі виконання технічного проєкту макетують як окремі вузли й пристрої, так і виріб у цілому. Необхідність виготовлення й випробування макетів (моделей) і експериментальних зразків продукції, їхній перелік і кількість визначають у договорі на ДКР. Це не виключає можливості проведення таких робіт розроблювачем, якщо виявиться їхня необхідність, при цьому в договір при згоді замовника вносять відповідні зміни.

У процесі розробки документації на вибір і перевірку нових технічних рішень, що забезпечують досягнення основних споживчих властивостей продукції, можуть бути проведені лабораторні, дослідницькі, стендові й інші випробування, а також випробування експериментальних зразків продукції в умовах, що імітують реальні умови експлуатації, при цьому проробляються патентно-правові аспекти господарського використання цих технічних рішень. Для окремих видів продукції або її складових частин випробування можуть бути проведені в умовах експлуатації, у тому числі на підприємствах - споживачах продукції.

Обсяг і зміст випробувань, необхідних для запобігання постановки на виробництво невідпрацьованої продукції, визначає розроблювач із урахуванням вимог замовника, новизни, складності, особливостей виробництва й застосування продукції. При цьому повинні бути проведені випробування на відповідність всім обов'язковим вимогам технічних регламентів. Вимоги до процедур контролю й випробувань устанавлюють відповідно до Державного стандарту.

Основної конструкторської документації привласнюється літера «Т». До конструкторської документації відносять: складальні креслення всіх пристроїв з пояснювальною запискою, повний комплект електричних схем, інструкції для експлуатації, технічний звіт. У звіті приводяться основні

механічні й електричні розрахунки, результати досліджень і випробувань. За результатами технічного проектування може бути проведене коректування ТЗ за узгодженням із замовником.

Методика розгляду й захисту технічного проекту аналогічна ескізному проекту й проводиться, як правило, спеціальною комісією, створюваної замовником за узгодженням з розроблювачем.

Етап 6 – розробка робочої документації для виготовлення й випробувань дослідницьких зразків продукції після позитивного рішення за результатами технічного проекту (затвердження акт комісії замовником). Розроблювач робить остаточне коректування функціональних і електричних схем, виконує розробку повного комплексу конструкторської документації, який привласнюється літера «ПРО», проводить перевірку конструкторської документації на уніфікацію й стандартизацію, проводить узгодження документації із замовником і заводом-виготовлювачем серійної продукції.

Етап 7 – виготовлення й настроювання дослідчених зразків. Для підтвердження відповідності розробленої технічної документації вихідним вимогам виготовляють дослідницькі зразки (дослідницькі партії) продукції, якщо продукція передбачається до серійного виготовлення. Для несерійного виробництва продукції виготовляють головні зразки. При створенні одиничної продукції головні зразки продукції, як правило, підлягають реалізації їхньому замовникові.

Етап 8 – випробування дослідчених зразків. Для оцінки й контролю якості результатів, отриманих при ДКР, дослідницькі зразки, дослідницьку партію, головні зразки продукції піддають контрольним випробуванням по наступних категоріях:

1) попередні випробування (організує виконавець ДКР), проведені з метою попередньої оцінки відповідності дослідницького зразка продукції вимогам ТЗ, а також для визначення готовності дослідницького зразка до приймальних випробувань. Випробування рекомендується проводити представникам відділу технічного контролю (ОТК) на відповідність проектам технічних умов (ТУ), які складаються розроблювачем на вузли, блоки й виріб у цілому на основі вимог ТЗ. Попередні випробування можуть містити в собі стендові випробування, випробування на об'єкті в типових умовах експлуатації, випробування на надійність.

2) приймальні випробування, проведені з метою оцінки всіх певних ТЗ характеристик продукції, перевірки й підтвердження відповідності дослідницького зразка продукції вимогам ТЗ в умовах, максимально

наближених до умов реальної експлуатації продукції, а також для прийняття рішень про можливість промислового виробництва й реалізації продукції.

Якщо до продукції пред'являються обов'язкові вимоги, що підлягають надалі підтвердженню відповідності (сертифікації), результати випробувань продукції в частині обов'язкових вимог технічних регламентів, проведених у лабораторіях (центрах), акредитованих у встановленому порядку, можуть бути використані для одержання сертифікатів або документів відповідності за встановленими правилами.

Місце проведення випробувань дослідницьких зразків продукції у випадку, якщо немає певних умов проведення випробувань, установлених органами державного нагляду, визначає розроблювач разом з виготовлювачем продукції.

Попередні й приймальні випробування проводять по відповідних програмах і методикам випробувань, розроблювальним і затверджуваним стороною, що несе відповідальність за проведення цих випробувань. Програми випробувань розробляють на основі вимог ТЗ і конструкторської документації з використанням при необхідності типових програм, стандартизованих методик випробувань і інших нормативних документів у частині організації й проведення випробувань.

У програми випробувань включають: об'єкт випробувань; ціль, обсяг, умови й порядок проведення випробувань; матеріально-технічне й метрологічне забезпечення випробувань, форми звітності по випробуваннях.

У програмах вказуються переліки конкретних перевірок (розв'язуваних завдань, оцінок), які варто проводити при випробуваннях для підтвердження виконання вимог ТЗ, з посиланнями на відповідні методики випробувань. Програма й методика приймальних випробувань дослідницьких зразків продукції повинні, крім того, містити перевірку якості робочої конструкторської й експлуатаційної документації (включаючи проект технічних умов для виробництва продукції) для ухвалення рішення про придатність документації в промисловому виробництві.

У методику випробувань включають: оцінювані характеристики продукції; умови й порядок проведення випробувань; способи обробки, аналізу й оцінки результатів випробувань; використовувані засоби випробувань, контролю й вимірів.

Методики випробувань, застосовувані для визначення відповідності продукції обов'язковим вимогам, якщо вони не є типовими стандартизованими методиками, повинні бути атестовані у встановленому

порядку й погоджені з відповідними органами державного нагляду.

Випробування проводять після перевірки готовності місць проведення випробувань (лабораторій, іспитових центрів і т.п.) до забезпечення технічних вимог, вимог безпеки, і після призначення відповідальних фахівців із всіх робіт при підготовці й проведенні випробувань, оцінці характеристик продукції із установленою точністю вимірів, а також реєстрації їхніх результатів.

До початку проведення випробувань повинні бути завершені заходи щодо їхньої підготовки, що передбачають:

- наявність, придатність і готовність на місці проведення випробувань засобів матеріально-технічного й метрологічного забезпечення, відповідно до програми випробувань;

- навчання й при необхідності атестацію персоналу, що допускається до випробувань;

- призначення комісії або відповідних служб (якщо комісія не призначається);

- своєчасне подання до місця випробувань дослідницького зразка продукції з комплектом конструкторської, нормативної, довідкової й іншої документації, передбаченою програмою випробувань.

Задані й фактичні дані, отримані при випробуваннях, відбивають у протоколах. Випробування вважають закінченими, якщо їхні результати оформлені актом, що підтверджує виконання програми випробувань і містять оцінку результатів випробувань із конкретними формулюваннями, що відбивають відповідність випробуваного дослідницького зразка продукції вимогам ТЗ.

Етап 9 – приймання результатів ДКР. Приймання результатів розробки продукції проводить державна або приймальна комісія в процесі проведення приймальних випробувань дослідницьких зразків виробів. При створенні продукції по держзамовленню проводять державні приймальні випробування, по договорах із замовниками й в ініціативному порядку – приймальні випробування. Головні зразки несерійної продукції піддають приймальним випробуванням з метою рішення питання про допустимість їхнього використання по призначенню, а для повторюваної несерійної продукції – для рішення питання про доцільність постановки продукції на несерійне виробництво.

При наявності замовника головою комісії призначають його представника. Склад комісії формує й затверджує замовник або, при згоді

замовника, розроблювач. До складу комісії включаються представники розроблювача, замовника, виготовлювача дослідницьких зразків, виготовлювача майбутньої серійної продукції й інших зацікавлених організацій. У роботі комісії можуть брати участь експерти сторонніх організацій. Всі органи державного нагляду, певні чинним законодавством для даної продукції, або беруть участь у приймальних випробуваннях, або дають висновок за результатами випробувань, і повинні бути інформовані про майбутні випробування за один місяць до їхнього початку. При відсутності представника органа державного нагляду або його висновок вважають, що орган державного нагляду згодний на приймання розробки або не зацікавлений у ній.

Державні приймальні випробування продукції організує державний замовник. Приймальні випробування продукції за участю зацікавлених органів і організацій організує розроблювач. Для складових частин продукції, розроблювальних по ТЗ головного виконавця ДКР, самостійні приймальні випробування проводять за участю зацікавлених організацій. На вимогу замовника або відповідно до правил оцінки відповідності обов'язковим вимогам технічних регламентів проведення випробувань може бути доручено спеціалізованої іспитової організації (іспитовому центру) або виготовлювачеві дослідчених зразків, якщо це застережено в ТЗ на виконання ДКР або в договорі.

Приймальна комісія проводить приймальні випробування дослідницьких зразків продукції, контролює повноту, вірогідність і об'єктивність результатів випробувань, а також повноту інформації, дотримання строків випробувань і документальне оформлення їхніх результатів. Органи державного нагляду визначають при приймальних випробуваннях ступінь відповідності продукції обов'язковим вимогам і видають за результатами випробувань остаточний висновок, що відбивається в акті або в окремому документально оформленому висновок.

Розроблювач представляє приймальній комісії ТЗ на виконання ДКР, проект технічних умов (ТУ) або стандарту технічних умов (якщо їхня розробка передбачена), конструкторські й технологічні документи, що вимагають спільного розгляду, звіт про патентні дослідження, інші технічні документи й матеріали, необхідні по законодавству, що підтверджують відповідність розробленої продукції ТЗ і договору й засвідчують її технічний рівень і конкурентоспроможність.

За результатами проведення приймальних випробувань і розгляду



представлених матеріалів комісія складає акт, у якому вказує:

- 1) відповідність зразків продукції заданим у ТЗ вимогам, допустимість її виробництва й здачі споживачеві;
- 2) результати оцінки технічного рівня й конкурентоспроможності продукції, у тому числі в патентно-правовому аспекті;
- 3) результати оцінки розробленої технічної документації й проекту ТУ;
- 4) рекомендації про можливість подальшого використання дослідчених зразків продукції;
- 5) рекомендації з виготовлення настановної серії і її обсязі (при постановці продукції на виробництво);
- 6) зауваження й пропозиції по доробці продукції й документації;
- 7) інші рекомендації, зауваження й пропозиції приймальної комісії.

Акт приймальної комісії затверджує замовник. Затвердження акту приймальної комісії означає закінчення розробки, узгодження представлених ТУ й технічної документації. За результатами державних або приймальних випробувань проводиться остаточне коректування документації із присвоєнням літери "О<sub>1</sub>".

Етап 10 – постановка продукції на виробництво. Відкоректована технічна документація з літерою «О<sub>1</sub>», передається підприємством-розроблювачем виготовлювачу-підприємству-виготовлювачеві для випуску настановної серії виробів і запуску в серійне (масове) виробництво. До моменту постановки продукції на виробництво результати приймальних випробувань повинні бути визнані органами державного нагляду.

Взаємини між розроблювачем і заводом-виготовлювачем регламентуються договором, що полягає на період освоєння виробів у серійному виробництві. Розроблювач при цьому зобов'язується передати заводу-виготовлювачеві кілька комплектів копій конструкторської й технологічної документації, навчити представників заводу процесам налагодження й регулювання, новим технологічним процесам і т.д. Виготовлювач приймає від розроблювача продукції:

- комплект КД і ТД літери "О<sub>1</sub>" або більше високої;
- спеціальні засоби контролю й випробувань;
- дослідницький зразок продукції (при необхідності) відповідно до умов використання науково-технічної продукції, застереженими в договорі на ДКР;
- документи про узгодження застосування комплектуючих виробів

відповідно до Державного стандарту;

- висновок по проведених експертизах (у тому числі метрологічної, екологічної й ін.);
- копію акту приймальних випробувань;
- документи, що підтверджують відповідність розробленої продукції обов'язковим вимогам.

На етапі підготовки виробництва виготовлювач повинен виконати роботи, що забезпечують технологічну готовність підприємства до виготовлення продукції відповідно до вимог КД, а також наступної основної роботи:

- розробку ТД (або коректування отриманої ТД) на виготовлення продукції для поставки, контролю й випробувань;
- відпрацьовування конструкції на технологічність із урахуванням відповідних Державних стандартів;
- висновок договорів з постачальниками комплектуючих виробів і матеріалів і ліцензійних угод із правовласниками на використання об'єктів промислової й інтелектуальної власності.

У період постановки продукції на виробництво виготовлювач проводить всі необхідні роботи для наступної обов'язкової по законодавству сертифікації продукції.

Підготовку виробництва вважають закінченою, коли виготовлювачем продукції отримана вся необхідна документація, розроблена (відпрацьована) ТД на виготовлення продукції, випробувані й налагоджені засоби технологічного оснащення й технологічні процеси, підготовлений персонал, зайнятий при виготовленні, випробуваннях і контролі продукції.

Етап 11 – освоєння виробництва виробів. На етапі освоєння виробництва виконують:

- виготовлення встановленого договором або іншим документом кількості одиниць продукції настановної серії відповідно до вимог КД, доробку розробленого технологічного процесу для виробництва продукції по ТД;
- кваліфікаційні випробування;
- подальше відпрацьовування (при необхідності) конструкції на технологічність;
- затвердження КД і ТД із присвоєнням літери А.

З метою демонстрації готовності підприємства до випуску продукції, що відповідає вимогам КД, перевірки розробленого технологічного процесу,

що забезпечує стабільність характеристик продукції, і для оцінки готовності підприємства до випуску продукції проводять кваліфікаційні випробування по програмі, розробленої виготовлювачем за участю розроблювача продукції й погодженої із замовником. У програмі вказують:

- кількість одиниць продукції, що піддаються випробуванням і перевіркам, виходячи з їхньої складності, вартості, надійності й інших факторів, необхідних для достовірних оцінок;

- всі види випробувань, що відповідають періодичним випробуванням, зазначеним у ТУ, а також інші випробування й перевірки, що дозволяють досягти мети кваліфікаційних випробувань;

Кваліфікаційні випробування забезпечує виготовлювач продукції. Проводить випробування комісія, до складу якої входять представники виготовлювача, розроблювача продукції, розроблювачів і постачальників комплектуючих виробів і, при необхідності, органів державного нагляду й інших зацікавлених сторін. Результати кваліфікаційних випробувань уважають позитивними, якщо продукція витримала випробування по всіх пунктах програми випробувань, позитивно оцінена технологічна оснащеність виробництва й стабільність технологічного процесу виготовлення для можливості випуску в продукції заданих обсягах.

Одиниці продукції настановної серії не відносять до товарної продукції, внаслідок чого відділ технічного контролю (ВТК) здійснює тільки їхній контроль, а приймання для поставки – тільки на прохання споживача.

Після випуску й позитивних випробувань настановної партії виробів (або головного зразка одиничного виробництва) освоєння виробництва вважається закінченим і розроблювач передає всі оригінали технічної документації заводу-виготовлювачеві, що при необхідності перевипускає її, привласнюючи літеру «А».

У процесі експлуатації й ремонту виробів, виготовлених у серійному (масовому) виробництві, може виникнути необхідність у коректуванні функціональних, принципівих, монтажних і інших схем, конструкторської й технологічної документації, виявлена досить довгостроковою експлуатацією виробів або зміною комплектуючих виробів, що поставляються, і матеріалів.

Ці зміни вносяться в КД у встановленому порядку, по відкоректованій документації виробляється виготовлення дослідницького зразка і його випробування в повному обсязі. У випадку позитивних результатів коректується документація на заводі-виготовлювачі.

Проектування – комплекс заходів, що забезпечують пошук

технічних рішень, що задовольняють заданим вимогам, їхню оптимізацію й реалізацію у вигляді комплексу конструкторських документів і дослідченого зразка (зразків), що піддається циклу випробувань на відповідність вимогам технічного завдання.

Будь-який сучасний складний технічний пристрій є результат комплексного знання. Проектувальник повинен знати маркетинг, економіку країни й миру, фізикові явищ, численні технічні дисципліни (радіотехнікові, обчислювальну техніку, математику, машинобудування, метрологію, організацію й технологію виробництва й т.д.), умови експлуатації виробу, що керують технічні документи й стандарти.

Крім того, варто враховувати: особливості й вимоги реального життя, колективу, чужий досвід, уміння одержувати й оцінювати інформацію.

Не останньою вимогою до проектувальника є комплексність мислення, уміння працювати з більшим числом організацій. Особливо це вміння необхідно розроблювачеві виробу, що входить у більше складний комплекс (наприклад, радіостанції для судна, літака) або пов'язаного з іншими системами (по видачі даних, живленню, керуванню й т.д.).

Як ілюстрацію розглянемо типовий порядок розробки й освоєння нової техніки в інтересах конкретного відомства (Міністерство промислової політики, Національне космічне агентство України і т.д.), див. табл. 6.2:

Таблиця 6.2 – Порядок розробки й освоєння нової техніки

Виконавці	Роботи
1	2
Академічний НДІ Головний НДІ галузі	Пошукова НДР, проблема
НДІ, головний НДІ галузі, КБ	Прикладна НДР (дослідження можливості створення виробу)
Виконавець НДР НДІ замовника	Розробка ТЗ на ДКР
НДІ, КБ	Технічна пропозиція (визначення можливості одержання характеристик по ТЗ)
НДІ замовника НДІ, КБ	Уточнення ТЗ

Продовження табл. 6.2

1	2
НДІ, КБ приймання замовника	Ескізний проект (визначення основних технічних рішень, можливих варіантів виконання)
НДІ, КБ приймання замовника	Технічний проект (визначення основного варіанта розробки, основних технічних рішень)
НДІ, КБ приймання замовника	Робочий проект (розробка документації дослідного зразка)
НДІ, КБ, дослідницький завод	Виготовлення дослідного зразка
НДІ, КБ	Попередні (стендові) випробування дослідного зразка
НДІ, КБ, дослідницький завод, виготовлювач об'єкта	Установка дослідного зразка на об'єкті-носії
НДІ, КБ	Попередні випробування дослідного зразка на об'єкті
Держкомісія замовника за участю НДІ, КБ	Державні випробування
НДІ, КБ	Відпрацювання документації за результатами випробувань
НДІ, КБ	Передача документації заводу-виготовлювачеві серії
Завод, НДІ, КБ	Підготовка виробництва на серійному заводі
Завод	Випуск дослідної партії
Завод, НДІ, КБ	Коректування документації за результатами випуску дослідної партії
Завод	Випуск настановної серії
Завод	Стале серійне виробництво

І розроблювач (НДІ, КБ), і завод-виготовлювач безупинно вдосконалюють виріб у міру нагромадження досліду його експлуатації.

Логічна модель прийняття рішень розроблювачем може бути викладена в такий спосіб. Безліч технічних рішень, що задовольняють  $i$ -му обмеженню, позначимо  $A_i$ . Тоді безліч припустимих по  $n$  обмеженнях

технічних рішень визначиться як перетинання множин  $\bigcap_{i=1}^n A_i$ . Насамперед

розроблювач повинен з'ясувати, що остання безліч непустиє  $\left( \bigcap_{i=1}^n A_i \neq \emptyset \right)$ .

Далі із цієї безлічі виявляються рішення, елементи  $X$  яких задовольняють всім критеріям  $f_k(x)$ , заданим у технічному завданні:

$$E \left\{ X \in \bigcap_{i=1}^n A_i \mid f_k(x) \geq a_k \right\} \quad (6.1)$$

При проектуванні будь-якої системи можна встановити її вхідні й вихідні сигнали (в інформаційному змісті), зовнішні умови й критерії успішності рішення. У загальному значенні вхід системи – реакція середовища на систему, а вихід – реакція системи на середовище. Зовнішні умови можуть проявлятися у двох аспектах: обмеження при проектуванні й набір ситуацій, у яких повинна діяти система.

Найбільш складною й найменш розробленим завданням є згортка безлічі критеріїв у єдину цільову функцію. Вибір конкретних технічних рішень математично представляє завдання оптимізації, для рішення якої можуть використовуватися відомі методи теорії операцій (пряме обчислення, класичний метод диференціювання, метод множників Лагранжа, варіаційне обчислення, чисельні методи пошуку, лінійне й нелінійне програмування, принцип максимуму Понтрягіна).

## 6.2 Інтегральний технічний показник якості виробу

Необхідність зіставлення з декількома кращими вітчизняними й закордонними моделями. Зіставляти параметри створюваного приладу необхідно з декількома кращими конкуруючими моделями, що визначають передовий рівень науки й техніки в даній області. Недостатньо обмежитися зіставленням тільки з яким-небудь одним вітчизняним і закордонним зразком. Це обумовлюється тим, що світовий рівень звичайно визначає сукупність декількох кращих зразків, кожен з яких має якісь свої істотні достоїнства, що висувають його в категорію найбільш зроблених.

Адже багато параметрів приладу взаємозалежні. Часто можна,

зменшивши значення одного показника, домогтися збільшення іншого. Тому в процесі розробки нового приладу доводиться йти на цілий ряд компромісів. Наприклад, розроблювачеві цифрової схеми доводиться відшукувати компроміси між такими взаємозалежними змінними, як навантажувальні коефіцієнти по входу й виходу, швидкодія, граничні значення, спрямованість, розв'язка, відновлення форми сигналу, відхилення від номіналів, стійкість, розсіювання потужності й ін.

Потужні високочастотні (ВЧ) і надвисокочастотні (НВЧ) транзистори, крім великої віддаваної потужності і високої робочої частоти, повинні мати високі значення коефіцієнта корисної дії і коефіцієнта підсилення потужності, низьку вхідну добротність і гарну стійкість до неузгодженості навантаження. У різних моделях розглянутого приладу, що перебувають на передовому рівні, може бути властиве кожної з них сполучення чисельних значень окремих параметрів. При цьому жоден з параметрів не опускається нижче певного рівня для кращих зразків цих приладів.

Досліджувані параметри приладу (системи) і зведення їх у групи. Розрізняють дві групи параметрів, що характеризують їхній технічний рівень: загальні для всіх видів приладів і специфічним, властивим тільки певним видам приладів.

До параметрів, загальним для різних видів приладів, відносять: надійність; габарити й вага; ступінь стандартизації й уніфікації; терміни служби (до першого капітального ремонту, до повного фізичного зношування, з урахуванням морального зношування); безпека роботи; легкість обслуговування; безшумність роботи; показники технічної естетики.

Специфічні параметри різні для різних видів приладів. Наприклад, для ЕОМ – це насамперед їхня швидкодія, для електровимірвальних приладів – точність (або зворотна величина – погрішність). До числа специфічних параметрів потужних ВЧ– і НВЧ–транзисторів ставляться: робоча частота; потужність, що віддається на робочій частоті; посилення потужності; к. п. буд.; тип корпусу; напруга, на яке розрахований прилад; вхідна добротність.

Поряд з параметрами самих приладів (систем), для характеристики їхнього технічного рівня доцільно використовувати показники якості виготовленої з їхньою допомогою продукції. Це дає можливість найбільше об'єктивно й повно оцінювати його.

Чисельні значення параметрів приладу залежать від тої області, у

якій він повинен використовуватися. Тому при оцінці технічного рівня створюваного вітчизняного приладу його параметри треба зіставляти тільки з тими конструкціями аналогічних приладів, які призначені для використання в даній області. Конструкція приладу може й не вимагати найбільш високих значень яких-небудь параметрів. Вони повинні відповідати сучасному світовому рівню.

Показники продуктивності приладів. До числа найважливіших показників технічного рівня приладів (систем) ставиться їхня продуктивність.

Г о д и н н а продуктивність приладу  $q_{\text{ч}}$  визначається як:

$$q_{\text{ч}} = \frac{60}{t_{\text{И}}} \text{ змін/год} \quad (6.2)$$

де  $t_{\text{И}}$  – час, необхідний на один вимір, хв/вимір.

Р і ч н а продуктивність приладу  $q_{\text{Г}}$  розраховується як:

$$q_{\text{Г}} = q_{\text{ч}} T_{\text{ПОЛ}} \text{ вимірів/рік} \quad (6.3)$$

де  $T_{\text{ПОЛ}}$  – корисний річний фонд часу використання цього приладу.

Величина характеризує ту кількість годин у рік, протягом  $T_{\text{ПОЛ}}$  якого розглянутий прилад продуктивно використовується. Вона розраховується по формулі

$$T_{\text{ПОЛ}} = \left(1 - \frac{\beta_{\text{Р}}}{100}\right) t_{\text{ч}} \varphi_{\text{С}} n_{\text{Д}} \text{ год/рік} \quad (6.4)$$

де  $t_{\text{ч}}$  – число годин роботи цього приладу в зміні;

$\varphi_{\text{С}}$  – кількість змін його роботи в добу;

$n_{\text{Д}}$  – кількість днів його роботи протягом року;

$\beta_{\text{Р}}$  – простої даного приладу (системи) у планово-



попереджувальних ремонтах, налагодженнях і підналагодженнях (у відсотках від загального фонду часу його роботи).

Для таких високопродуктивних пристроїв, як сучасні комп'ютери, визначають ще і їхню секундну продуктивність –  $q_C$ . Нею вимірюють кількістю операцій у секунду й звичайно називають швидкодією машини.

На швидкодію ЕОМ впливають час вибірки з пам'яті, час виконання команд, довжина машинного слова, паралельна передача інформації, пряма вибірка з пам'яті, час переривання, швидкодія пристроїв вводу-виводу.

При розрахунку питомих вимірників витрат для вибору кращого із уже наявних приладів ураховують не розрахункову максимальну річну продуктивність цього приладу  $q_T$  а лише ту його продуктивність  $q'_T$  яка реально необхідна в розглянутій області застосування.

Показники безвідмовності приладів і систем. До числа основних загальних показників, що враховуються при оцінці технічного рівня і якості всіх сучасних приладів, ставиться їхня безвідмовність. Показником безвідмовності для приладу, що піддається ремонтам у процесі експлуатації, служить його наробіток на відмову

$$T_{H.O} = \frac{T_H}{n_O} \text{ год/відмова,} \quad (6.5)$$

де  $T_{H.O}$  – наробіток на відмову за період, протягом якого оцінюється безвідмовність приладу, год/відмова;

$T_H$  – сумарний наробіток одного або багатьох приладів за певний період часу, год;

$n_O$  – кількість раптових відмов одного або багатьох приладів за цей час.

Споживачі приладів жадають від заводів-виготовлювачів кількісної оцінки безвідмовності. Тому в паспорті приладу тепер стали вказувати гарантійний наробіток на відмову  $T_{H.O.G}$ , тобто наробіток, що завод-виготовлювач гарантує при дотриманні споживачем правил експлуатації, зберігання й транспортування приладу. Протягом цього строку завод-виготовлювач приймає на себе всі витрати з ремонту у випадку виходу

приладу з ладу. З огляду на вимоги споживачів, приладобудівні заводи усе більше збільшують гарантійні строки.

Якщо відомо наробіток на відмову  $T_{H.O}$ , то ймовірність  $P$  безвідмовної роботи приладу (системи) для заданого періоду роботи  $T_H$  можна розрахувати, використовуючи експонентну формулу математичної статистики:

$$P = e^{-\lambda T_H} = e^{-\frac{T_H}{T_{H.O}}} \quad , \quad (6.6)$$

де  $P$  – імовірність безвідмовної роботи приладу за час  $T_H$ ,  $e = 2,718$  – підстава натуральних логарифма;  $\lambda$  – інтенсивність відмов в одиницю часу, 1/год,  $T_H$  – час, протягом якого цей прилад повинен справно працювати, год.

Для приладів, які не піддаються ремонту, їхню безвідмовність характеризують наробітком  $T_{H.O}$  до відмови

$$T_{H.O} = T_{C.F} \quad , \quad (6.7)$$

де  $T_{C.F}$  – довговічність приладу, що не піддається ремонту, тобто строк його служби по фізичному зношуванню.

У цьому випадку збігаються безвідмовність пристрою і його довговічність.

На основі даних про наробіток  $T_{H.O}$  до відмови обчислюють інтенсивність відмов  $\lambda$  не ремонтованих або замінних після першої відмови приладів і пристроїв. Інтенсивність відмов є величина, зворотна наробітку до відмови

$$\lambda = \frac{1}{T_{H.O}} \text{ відмов/год} \quad (6.8)$$

або

$$\lambda = \frac{100}{T_{H.O}} \% \text{ відмов/год.} \quad (6.9)$$

Інтенсивність відмов не ремонтованих приладів і пристроїв часто

виражають у вигляді % відмов на 1000 год роботи. Тоді вона показує, яка частка (у відсотках) від загальної кількості приладів, що перебувають в експлуатації (пристроїв) виходить із ладу за 1000 год їхні роботи.

Узагальнюючі характеристики надійності приладу. Як узагальнююча характеристика надійності приладу використовують коефіцієнти його готовності й технічного використання.

Коефіцієнт г о т о в н о с т і приладу  $a_G$  визначається як:

$$a_G = \frac{T_{H.O}}{T_{H.O} + T_{П.H}}, \quad (6.10)$$

де  $T_{H.O}$  – наробіток приладу на відмову; середнє  $T_{П.H}$  – час змушеного позапланового простою, обумовленого відшукуванням і усуненням однієї відмови.

Коефіцієнт т е х н і ч н о г о в и к о р и с т а н н я приладу  $\alpha_{T.H}$  визначається як

$$\alpha_{T.H} = \frac{T_{H.C}}{T_{H.C} + T_{П.H.C} + T_{T.C}}, \quad (6.11)$$

де  $T_{H.C}$  – загальний час сумарного наробітку приладу;

$T_{П.H.C}$  – сумарні простой приладу в ремонтах протягом розглянутого проміжку часу;  $T_{T.C}$  – сумарні простой приладу для технічного обслуговування протягом цього проміжку часу.

Час  $T_{П.H.C}$  залежить не тільки від конструкції приладу, але й від забезпеченості запасними частинами, наявності необхідного інструмента й кваліфікації працівників.

Стосовно до деяких приладів (системам) визначають надійність  $a_{H.З}$  виконання ними завдань

$$a_{H.З} = \frac{n_Y}{n_O}, \quad (6.12)$$

де  $n_y$  – кількість успішно виконуваних завдань;

$n_o$  – загальна кількість виконуваних завдань.

Відомість технічних параметрів приладу в групі. При оцінці технічного рівня приладу доводиться зіставляти багато технічних параметрів. Для полегшення аналізу доцільно зводити їх у групи, що поєднують родинні параметри.

Після зведення в групи оцінюють рівень параметрів кожної такої групи з виділенням у ній найбільш важливих на даному рівні техніки параметрів, подальше вдосконалювання яких має першорядне значення.

Стандарт ІСО як метод оцінки якості нового виробу рекомендує порівняння його характеристик з відповідними характеристиками аналога. Природно, валідність оцінки залежить від правильності вибору аналога. Насамперед, варто вибрати аналог, найбільш близький по функціональному призначенню, присутній на ринку збуту зі стійкою ринковою ціною й відомими техніко-економічними характеристиками. Якщо проєктований виріб по своєму функціональному призначенню заміняє кілька існуючих виробів, то як аналог використовується їхня сукупність. Оцінка рівня якості розроблювальних виробів виробляється на основі порівняння основних груп техніко-експлуатаційних параметрів: призначення, надійності, технологічності, уніфікації, ергономічності, патентно-правових і екологічних. Вибір номенклатури показників виробляється відповідно до наявних матеріалів (стандартами, галузевими матеріалами й т.д.) або виробляється самим розроблювачем. Обґрунтування такого вибору повинне втримуватися у звітних матеріалах ДКР. Наприклад, для різних груп радіоелектронної апаратури рекомендуються різні показники функціонального призначення (табл.6.3).

Таблиця 6.3 – Склад показників функціонального призначення для різних груп радіоелектронної апаратури (РЕА)

Показники	Види РЕА					
	Радіоприймач	Радіопередавач	Радіовімір-рювальна техніка	РЛС	ЕОМ	Тв-приймач
Чутливість	+		+			+
Частотний діапазон	+	+	+			+
Дальність дії	+	+		+		

Дозвіл по дальності	+	+		+		
Дозвіл по куті				+		
Випромінювана потужність		+		+		
Швидкодія процесів					+	
Обсяг пам'яті					+	
Час перебудови		+	+			
ККД по живленню		+				
Час обробки інформації			+		+	
Перешкодозахищеність	+		+	+		
Яскравість						+
Контрастність						+
Нелінійні перекручування	+	+				+

Кожному з обраних показників для порівняння експертним шляхом повинен бути визначений коефіцієнт його вагомості (важливості).

Як уже вказувалося, форма подання комплексного показника якості не може бути однозначно обґрунтована. Тому варто використовувати вимоги нормативних документів або обґрунтувати свій варіант вибору.

### **6.3 Методи оцінки технічного рівня створюваного приладу**

Метод оцінки технічного рівня приладу, не пов'язаний з розрахунком якого-небудь одного узагальнюючого показника його. Відповістити на запитання про те, яка з моделей приладу, що зіставляються, перебуває на найбільш високому технічному рівні, можна без допомоги якого-небудь одного узагальнюючого показника. Для цього основні параметри приладу розташовують у порядку їхньої значимості. Це зовсім не легке завдання. Як установити, який параметр на якому місці перебуває? Для цього доцільно використовувати наступний шлях. Із всіх параметрів приладу спочатку вибирається один найважливіший. Йому привласнюється № 1. Далі розглядаються всі параметри, що залишилися. З них вибирається один найважливіший, йому привласнюється № 2. Аналогічним шляхом привласнюються номери всім іншим параметрам.

Чим визначається важливість, а отже, перше місце параметра? Насамперед треба встановити, чи не дозволить цей прилад задовольнити якісно нову потребу суспільства. Параметр, що забезпечує задоволення якісно нової потреби суспільства, повинен посісти перше місце. На друге місце треба поставити той параметр, що має найбільше значення для досягнення економії витрат.

Так, при оцінці технічного рівня інтегральних схем на перше місце варто поміщати рівень їхньої інтеграції, тобто кількість елементів в одній схемі, а при оцінці технічного рівня багатьох приладів, апаратів і систем на перше місце необхідно ставити рівень використання при їхньому створенні інтегральних схем і в тому числі окремо – схем з високим рівнем інтеграції.

При оцінці технічного рівня сучасних потужних НВЧ–транзисторів на перші два місця поміщають їхню робочу частоту й потужність, що віддається в навантаження. Узагальнюючу характеристику цим двом параметрам дають у вигляді їхнього добутку. Потім розташовують інші параметри цих приладів: безвідмовність, широкополосність, коефіцієнт корисної дії та ін.

Відносне місце різних параметрів при оцінці технічного рівня нових конструкцій приладів істотно залежить від того, для яких умов експлуатації вони призначені.

Порядкове місце параметрів змінюється із часом разом із прогресом техніки. Наприклад, у міру того як застосування лазерних приладів здобуває промисловий характер, збільшується значення їхньої надійності й стабільності. Однак і зараз ще основними для споживачів є такі параметри цих приладів, як потужність, енергія й термін служби.

Тому потрібно встановлювати прогнози очікуваної зміни відносного місця різних параметрів при оцінці технічного рівня даного приладу (системи).

Потім виявляють відносну величину переваги  $\Delta_{iII}$  або відставання  $\Delta_{iO}$  кожного  $i$ -го параметра приладу в порівнянні із кращими закордонними й вітчизняними конструкціями:

$$\Delta_{iII} = \frac{\Delta p_{iII}}{P_{iI}} \cdot 100 = \frac{P_{iH} - P_{iL}}{P_{iL}} \cdot 100\% \quad (6.13)$$

$$\Delta_{iO} = \frac{\Delta p_{iO}}{P_{iI}} \cdot 100 = \frac{P_{iI} - P_{iH}}{P_{iI}} \cdot 100\% , \quad (6.14)$$

де  $\Delta_{iH}$  й  $\Delta_{iO}$  – відносне перевищення або відставання  $i$  параметра в новому приладі в порівнянні з розглянутою кращою вітчизняною або закордонною моделлю;

$\Delta_{iH}$  і  $\Delta_{iO}$  – абсолютна величина перевищення або відставання  $t$ -го параметра в новому приладі в порівнянні з розглянутою кращою вітчизняною або закордонною моделлю;

$P_{iH}$  і  $P_{iI}$  – чисельне значення  $i$ -го параметра в новій ( $P_{iH}$ ) і розглянутої кращої вітчизняної або закордонної ( $P_{iI}$ ) моделі цього приладу.

Висновок про перевагу або відставання нової вітчизняної конструкції робиться на основі зіставлення найважливіших параметрів, розташованих у порядку їхньої значимості. У висновку вказується величина відносної переваги  $\Delta_{iH}$  або відставання  $\Delta_{iO}$  по кожному з найголовніших параметрів. Перевага або відставання створюваного приладу тут не характеризують яким-небудь одним числом.

Основні труднощі при оцінці технічного рівня розробки нового приладу нерідко полягають у тім, що багато даних про новітні тільки що ще з'явилися приладах (наприклад, про їхню безвідмовність) і особливо про конкуруючі розробки бувають невідомі. Тому оцінювати технічний рівень знову створюваного приладу часто доводиться в умовах часткової інформації. Саме через цього розглянуте завдання не вдається вирішити за допомогою комп'ютера. Аналогічні труднощі виникають і при рішенні багатьох інших складних комплексних техніко-економічних завдань.

Особливістю розглянутого методу є те, що поряд з параметрами, на основі яких виробляється висновок про технічний рівень приладу, ураховуються й всі відомі економічні характеристики (ціна приладу, витрати по його експлуатації). Ці показники узагальнюють дуже багато технічних параметрів приладу.

Сукупність технічних параметрів приладу може бути прогресивною тільки в сполученні з досить низькою ціною. Однак низька ціна приладу не завжди є вирішальним чинником (наприклад, низька ціна при незадовільній надійності).

Конструктор повинен знаходити компроміс між ціною, схемою й характеристиками апаратури. Але ціни новітніх типів приладів не завжди публікуються в каталогах іноземних фірм. Тоді їх розраховують за допомогою наближеного розрахунку на основі принципової схеми приладу. Такі розрахунки досить трудомісткі, а при відсутності досить докладної принципової схеми закордонної моделі приладу – неможливі.

Важливою узагальнюючою характеристикою технічного рівня нової розробки приладу може служити її патентоспроможність. Бувають випадки, коли нова вітчизняна розробка приладу є кроком уперед у порівнянні з колишньої й тому представляється до одержання на неї авторського посвідчення. Однак треба враховувати, що за рубежом можливо вже випускається аналогічний прилад, але більше зроблений, заснований на принципово іншому, набагато більше прогресивному фізичному принципі. Тому вирішальне значення для оцінки технічного рівня приладу в цьому випадку має його відставання від новітніх закордонних моделей, а не перевага над колишньою вітчизняною конструкцією.

Якщо створюваний новий прилад краще вітчизняних і закордонних конструкцій по всіх відомих показниках, то звичайно можна зробити висновок про перевагу його технічного рівня, не прибігаючи до якогось-небудь одному числу. Немає потреби використовувати для оцінки технічного рівня знову створюваного приладу яке-небудь одне число й у тих випадках, коли він краще закордонних по всіх найголовніших параметрах, а гірше тільки по яким-небудь другорядним.

Останнім часом ведеться пошук шляхів оцінки технічного рівня приладів за допомогою одного числа. Є два методи узагальнюючої оцінки технічного рівня приладу за допомогою одного числа: на базі обліку ваг окремих параметрів; за допомогою бальної оцінки параметрів приладу. Застосування обох цих методів зв'язано зі значними труднощами, тому що вони ще мало розроблені. Питання застосування того або іншого методу визначається звичайно тим, який з них виявляється більше простим для працівників, що здійснюють оцінку технічного рівня.

Узагальнююча оцінка технічного рівня приладу за допомогою використання вагових коефіцієнтів відносної значимості окремих параметрів. Цей метод базується на визначенні вагових коефіцієнтів відносної значимості окремих його параметрів:



$$\beta_{T.Y} = \sum_i \alpha_{Bi} p_i, \quad (6.15)$$

де  $\beta_{T.Y}$  – узагальнююча кількісна характеристика технічного рівня приладу;

$p_i$  – чисельне значення  $i$ -го параметра цього приладу;

$\alpha_{Bi}$  – ваговий коефіцієнт, що характеризує відносну значимість  $i$ -го параметра приладу на даному рівні техніки й для розглянутих умов його експлуатації.

Найбільш високим вважається технічний рівень того приладу, у якого

$$\beta_{T.Y} = \max. \quad (6.16)$$

Робота з визначення технічного рівня знову створюваного вітчизняного приладу починається при цьому зі складання таблиці ваг  $\alpha_{Bi}$  окремих його параметрів.

Перевищення технічного рівня  $\Delta\beta_{T.Y}$  створюваної вітчизняної моделі приладу над якою-небудь із кращих закордонних, з якої виробляється зіставлення, визначають як

$$\Delta\beta_{T.Y} = \sum_i \alpha_{Bi} \Delta p_i, \quad (6.17)$$

де  $\Delta p_i$  – різниця чисельних значень  $i$  параметра в моделях приладів, що зіставляються.

Найбільші труднощі виникають із установленням ваг  $\alpha_{Bi}$ . Оскільки  $p_i$  – величини, що мають кожна своя розмірність, те й величини  $\alpha_{Bi}$  теж мають свої розмірності. Наприклад, якщо  $p_1$  – маса приладу, (у кг) то  $\alpha_{B1}$  має розмірність 1/кг. Або, якщо  $p_2$  – споживана потужність (у Вт), то  $\alpha_{B2}$  має розмірність 1/Вт. Тільки при цій умові добутку  $\alpha_{Bi} p_i$  можуть

складатися.

Метод, що враховує ваги різних параметрів, звичайно використовується в тих випадках, коли для оцінки технічного рівня приладу вдається опитати декількох фахівців-експертів, які уявляють собі значення цих ваг. Тоді з названих ними оцінок ваг виводять середнє значення ваги  $p_i$  кожного  $i$  параметра приладу (системи). Ці середні значення й приймають за основу для оцінки технічного рівня приладу.

Метод бальної оцінки технічного рівня приладу. Інший метод оцінки технічного рівня приладу за допомогою одного числа – бальна оцінка його параметрів

$$\beta'_{T.Y} = B_C = \sum_i B_i, \quad (6.18)$$

де  $\beta'_{T.Y}$  – узагальнюючий показник технічного рівня приладу; сумарний бал,  $B_C$  – оцінюючий технічний рівень приладу;  $B_i$  – значення бала, виставленого за рівень  $i$  –го параметра цього приладу.

Кожний  $i$  –й параметр приладу оцінюється найчастіше по стобальній системі.

Метод бальної оцінки застосовується в тих випадках, коли представляється більше простим оцінити кожний параметр відповідним балом.

Кращою вважається та з вітчизняних і закордонних моделей даного приладу, у якої

$$B_C = \max . \quad (6.19)$$

Однак бальній оцінці технічного рівня приладів властиві свої недоліки. Розглянемо найпростіший чисельний приклад (табл. 6.4), коли оцінюється всього три параметри.

Таблиця 6.4 – Приклад розрахунку за 3-ма параметрами

Параметри приладу	Чисельне значення балів	
	1-ї конструкції	2-ї конструкції
Надійність	90	60
Споживана потужність	75	90
Габарити	50	75
Сумарний бал $B_C$	$B_{C1}=215$	$B_{C2}=225$

Відповідно до бальної оцінки другий варіант конструкції краще першого, тому що  $B_{C2}=225 > B_{C1}=215$ . Таким чином, якщо для розглянутого приладу параметр надійності стоїть зараз на першому місці, то поліпшенням інших параметрів не можна виправдати його погіршення в другому варіанті конструкції. Бальна ж оцінка цього не враховує. Але цей недолік бальної оцінки, може бути в якомусь ступені зменшений, якщо разом з позитивними використовувати також негативні й нульові бали.

Позитивні бали повинні виставлятися для оцінки досягнень в області окремих параметрів, негативні – за погіршення яких–небудь важливих параметрів приладу. При підсумовуванні негативні бали віднімаються із загального підсумку.

Нульові бали виставляються за такі значення параметрів, які, будучи припустимими, у той же час не можуть оцінюватися як досягнення. Такі бали нічого не додають при загальному підсумовуванні.

Весь діапазон позитивних і негативних балів треба використовувати не для всіх параметрів, а тільки для найбільш важливих. Для менш важливих параметрів варто використовувати більше вузький діапазон оцінок, наприклад, від +25 до –25.

Стосовно до різних видів приладів треба скласти насамперед переліки їхніх параметрів. Так, при бальній оцінці технічного рівня створюваної світло модульованої електронної променевої трубки виробляється оцінка п'ятнадцяти її показників. До їхнього числа відносять: шкалу сірих тонів; колір; яскравість зображення; розв'язну здатність; змінність післясвітіння; тривалість запам'ятовування зображення; вибірне стирання; відтворення рухливих покажчиків; довговічність; стандартність оптичної системи; стандартність технології; простота технології мішені; оптична вісь; регулювання; допоміжне устаткування.

Проти кожного параметра варто приводити ті позитивні, негативні й нульові бали, якими повинні оцінюватися різні його значення. Це –

необхідна підготовча робота до бальної оцінки технічного рівня. Вона встановлює, які бали повинні виставлятися за відповідні значення різних параметрів (табл. 6.5).

У табл. 6.6 наведені значення балів, що виставляються за значення окремих параметрів при оцінці технічного рівня світло модульованої електроннолучевих трубок. На підставі таблиці можна оцінити кількість балів, одержуваних конструкцією приладу за чисельне значення кожного її параметра. Потім під-зчитується загальна кількість балів по кожній конструкції.

Таблиця 6.5 – Значення різних параметрів

Параметр виробу $l$	Значення параметра $p_i$	Бал, що $B_i$ виставляється за відповідне значення параметра
1	$p_{\max 1}$	$B_{\max 1}$
	$p_{\min 1}$	$B_{\min 1}$
2	$p_{\max 2}$	$B_{\max 2}$
	$p_{\min 2}$	$B_{\min 2}$

Таблиця 6.6 – Значення балів

У якому ступені значення параметра задовольняє пропонувані до нього вимоги	Значення балу $B_i$
Задовольняє без яких-небудь застережень ....	+50
Задовольняє з деякими застереженнями . . .	+30
Є всього 50%–на ймовірність, яка відповідає цій вимозі	+10
Задоволення цій вимозі можна вважати малоімовірним	–20
Дана вимога розглянутим технологічним методом може бути здійснена лише у випадку корінного вдосконалення, що не можна передбачати в цей момент .....	–50

Сума максимально можливих позитивних балів, які можуть бути отримані за найвищі значення всіх параметрів, характеризує ідеальну конструкцію такого приладу на даному рівні техніки:

$$B_{C.II} = \sum_i B_{\max i}, \quad (6.20)$$

де  $B_{C.II}$  – сумарний максимальний позитивний бал, яким оцінюється ідеальна конструкція такого приладу;

$B_{\max i}$  – значення максимального позитивного бала, яким оцінюється найбільш високе. На даному рівні техніки значення  $i$ -го параметра розглянутого приладу.

Визначення конструкції, технічний рівень якої є найбільш високим, виробляється на основі зіставлення суми балів, отриманих окремими моделями розглянутого приладу:

$$B_{C1} = \sum_i B_{i1} \diamond B_{C2} = \sum_i B_{i2}, \quad (6.21)$$

де  $B_{C2}$  й  $B_{C1}$  – сума балів, отриманих першою й другою конструкцією (моделлю) даного приладу;

$B_{i1}$  і  $B_{i2}$  – бал, виставлений за  $i$ -й параметр першої й другої конструкції (моделі) даного приладу.

Великий інтерес представляє також визначення відносини сумарного бала  $B_{ch}$ , яким оцінена  $i$ -я конструкція приладу, до максимального бала, яким оцінена ідеальна на даному рівні техніки конструкція такого приладу:

$$\alpha_h = \frac{B_{ch}}{B_{C.II}} = \frac{B_{ch}}{\sum_i B_{\max i}}. \quad (6.22)$$

Величина  $(1 - \alpha_h)$  показує, якими резервами розташовує  $h$ -я модель розглянутого приладу для підвищення його технічного рівня в порівнянні з ідеальною на даному рівні техніки конструкцією. Чим нижче сумарний бал, отриманий  $h$ -ою конструкцією, тим більше величина резервів  $(1 - \alpha_h)$ , які є для подальшого підвищення її технічного рівня.

У цей час ведуться суперечки про можливість використання

бального методу для оцінки технічного рівня приладів. Великі заперечення викликає саме підсумовування бальних оцінок, установлених для різних параметрів приладу. Найбільше важко таким методом оцінити технічний рівень близьких приладів. У той же час, коли зіставляють прилади, що перебувають на різному технічному рівні, бальна оцінка може принести деяку користь.

Найбільше широко використовуються дві основні форми інтегрального показника якості:

1) адитивна

$$I_T = \sum_{i=1}^n g_i A_i, \quad (6.23)$$

де  $g_i$  – коефіцієнт вагомості  $i$ -го параметра;  $A_i$  – показник якості по  $i$ -му параметрі;  $n$  – число параметрів, по яких виробляється порівняння;

2) мультиплікативна

$$I_T = \prod_{i=1}^n A_i^{g_i}. \quad (6.24)$$

Адитивна форма (середньозважене підсумовування) найпоширеніша, але її недоліком є можливість "компенсації" рівня якості по одним параметрах за рахунок інших. Крім того, вона допускає ситуацію значимості інтегрального показника якості при нульовому значенні одного або декількох параметрів. У цьому змісті мультиплікативна форма подання переважніше, хоча слід зазначити, що мультиплікативна форма легко перетвориться в адитивну простим логарифмуванням.

При порівнянні проєктованого виробу з аналогом виникає ще одна проблема – приведення порівнюваних варіантів до порівнянного виду. Порівнянність повинна забезпечуватися:

- по сферах і умовам експлуатації;
- по нормативній базі для розрахунку витрат і корисного результату;
- по кінцевому корисному результаті.

Порівнянність по сферах і умовам експлуатації забезпечується за рахунок вибору аналога.

Порівнянність по корисному результату необхідна при

розходженнях у використуваних техніко-експлуатаційних параметрах. Звичайно, використовується приведення до порівнянності за допомогою коефіцієнтів приведення. По суті, вони забезпечують порівнянність по деяких обраних опорних параметрах (енергетиці, числу параметрів і режимів, точності й т.д.). Таким чином, вони свідчать, наприклад, про те, що при комплексному зіставленні випромінюваної потужності РЛС і її надійності для останнього параметра варто використовувати потік відмов, а не ймовірність безвідмовної роботи. Це пов'язане з тим, що й випромінювана потужність, і потік відмов корелюють із апаратурними витратами однонаправлено й приблизно рівною мірою.

Коефіцієнти приведення до порівнянного виду відображені в табл. 6.7.

Таблиця 6.7 – Коефіцієнти приведення для різних параметрів РЕА

Параметр	Формула розрахунку	Умовні позначки
Продуктивність	$\alpha_1 = \frac{B_2}{B_1}$	$B_1, B_2$ – річний обсяг роботи аналога й нового виробу
Універсальність	$\alpha_2 = \frac{N_1}{N_2} = \frac{n_2}{n_1}$	$N_1, N_2$ – кількість об'єктів аналога й нового виробу, необхідне для одночасного одержання інформації від певної кількості пунктів $n_1, n_2$ – число робочих каналів
Точність вимірів	$\alpha_3 = \frac{\ln(1 - Q_2)}{\ln(1 - Q_1)}$	$Q_1, Q_2$ – імовірність одержання результату із заданою межею припустимої помилки аналогом і новим виробом
Дальність зв'язку	$\alpha_4 = \frac{L_2^2}{L_1^2}$	$L_1, L_2$ – дальності дії аналога й нового виробу
Надійність	$\alpha_5 = \frac{\ln(1 - Q_2)}{\ln(1 - Q_1)}$	$Q_1, Q_2$ – імовірності безвідмовної роботи аналога й нового приладу
Чутливість приймача	$\alpha_6 = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$	$m_1, m_2$ – чутливість аналога й нового виробу

Випромінювана потужність	$\alpha_6 = \sqrt{\frac{w_2}{w_1}}$	$w_1, w_2$ – випромінювані потужності аналога й нового виробу
--------------------------	-------------------------------------	---

Методи прогнозування очікуваних значень найважливіших параметрів вітчизняних і закордонних приладів (систем). При оцінці технічного рівня створюваного приладу далеко не завжди бувають відомі всі параметри тих приладів, з якими вони повинні рівнятися. Часто доводиться оцінювати технічний рівень при наявності лише часткової інформації. Крім того, порівняння повинне вироблятися не тільки із уже наявними вітчизняними й закордонними конструкціями приладів, але й з тими новітніми конкуруючими розробками, які ведуться в цей час.

Багато фірм, прагнучи випередити своїх конкурентів, роблять прилад «закритим» до випробування дослідченої партії його.

Але це не означає, що фірми взагалі не публікують даних про розроблювальні прилади й системи. Для того щоб підготувати ринок збуту для своїх нових виробів, вони змушені рекламувати їх у пресі, завчасно повідомляти про їхній випуск.

У тих випадках, коли в літературі не вдається знайти даних про параметри розроблювальних за рубежом приладів (систем), обов'язково дається прогноз їхніх очікуваних значень.

Прогнозування розвитку техніки – це пророкування очікуваних темпів удосконалювання окремих параметрів виробів, а також найбільш імовірних винаходів, відкриттів і наукових досягнень в області техніки. Це – пророкування створення нових типів приладів, а також нових застосувань уже наявних видів приладів. Прогноз – це специфічно аргументована інформація про майбутнє.

Прогнози дозволяють пророчити, який буде техніка через 5, 10, 15 і більше років. Картина майбутнього, намальована прогнозом розвитку техніки, стимулює активну діяльність НДІ, КБ і заводів по подальшому вдосконалюванню приладів і систем. Прогнози дозволяють установити, які параметри створюваного приладу (системи) повинні бути забезпечені на розглянутий термін для того, щоб він перебував на передовому рівні світової науки й техніки. Таким чином, прогнози розвитку техніки необхідні не тільки для оцінки технічного рівня створюваних приладів, але й насамперед для самої можливості правильно видати завдання галузевому НДІ (КБ) на розробку нової моделі приладу.



Прогнозування розвитку техніки є основою й для розробки прогнозів зміни галузевої структури промисловості. Воно усуває небезпеку зосередити всі зусилля на старих, що стали вже другорядними галузях промисловості, дозволяючи вчасно, без запізнення створювати й розвивати всі перспективні, економічно найбільш ефективні нові галузі промисловості.

Вихідні дані для прогнозування очікуваних значень параметрів кращих вітчизняних і закордонних приладів. Прогнозування ґрунтується на знанні сучасного стану науки й техніки й обговоренні найбільш імовірних тенденцій їхнього розвитку. Прогнози покликані виявити ті можливості розвинена техніки, імовірність яких більше інших. Тим самим прогнозування вчить виявляти альтернативи й закладати основи майбутнього прогресу.

При плануванні розвитку техніки необхідно враховувати можливості зовсім несподіваних відкриттів, які повинні бути невідкладно використані. Однак це не применшує ролі кваліфікованих прогнозів.

Для прогнозування велике значення мають:

- знання стану теорії й виявлення можливостей, що відкриваються нею, для нових рішень в області розглянутих приладів;
- знання патентів, тобто винаходів у цій області;
- розуміння значення для виробництва подальшого вдосконалювання різних параметрів цих приладів;
- своєчасне вловлювання нових вимог, які життя висуває до цих приладів;
- подання про ті технічні труднощі, які має бути перебороти при практичній реалізації розглянутих удосконалень, відкриттів або винаходів;
- прогнози очікуваної появи нових матеріалів і компонентів, які можна буде використовувати для створення новітніх типів розглянутих приладів.

Насамперед, необхідно виявити, які принципово нові шляхи розвитку розглянутих приладів відкривають останні досягнення в області теорії. Дуже корисно знати міркування самих теоретиків по цьому питанню. Наукові заділи завжди містять великий елемент обґрунтованого очікування й передбачення. Опираючись на наявні досягнення теорії, можна прогнозувати подальший розвиток техніки на багато років уперед. Це обумовлено тим, що створення нових типів приладів є інженерним втіленням того, що зроблено в науці. Так, нові ідеї, що виникають при дослідженні непояснених ефектів у твердому тілі, істотно поліпшуючи подання про поведіння електронів у кристалах, приводять до створення цілих поколінь нових електронних

приладів. Якби, наприклад, не був відкритий ефект Ганна, то арсенід галію так і продовжував би залишатися лабораторною дивиною – дорогим і досить нестабільним матеріалом, властивості якого досить важко контролювати.

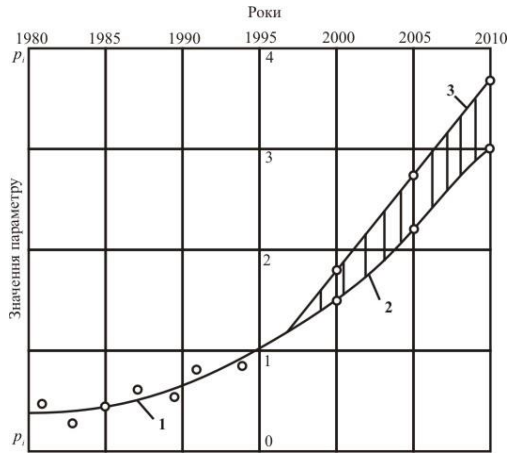
Нові напрями розвитку техніки значною мірою сховані в патентах. Вивчення їх дозволяє виявити, які якісно нові зміни можна чекати в розглянутій області.

У процесі прогнозування необхідно вчасно вловлювати всі нові вимоги, які життя висуває до приладів. Удосконалювання різних видів техніки приводить до створення усе більше точних і продуктивних приладів.

Строки створення нових типів приладів у великому ступені залежать від того, коли з'являться нові матеріали й компоненти. Проблеми й перспективи розвитку різних видів приладів і систем обговорюються звичайно на більших форумах фахівців.

Прогнозування шляхом екстраполяції очікуваних чисельних значень окремих параметрів приладів (систем). При прогнозуванні широко використовується екстраполяція темпів зміни відповідного параметра приладу, які мали місце в попередні роки.

Прогноз зміни найголовніших параметрів приладу можна зобразити графічно. На осі абсцис (рис. 6.1) відкладається час: окремі роки (для оперативного прогнозу), або десятиріччя (для перспективного прогнозу). У центрі осі часу звичайно вказується рік, коли здійснюється прогноз. Ліворуч від нього відкладається попередній період, а праворуч – прогнозований відрізок часу. При цьому прагнуть, щоб ліва й права частини графіка були по можливості однаковими. У таких випадках рік прогнозування (наприклад, 1970 р.) ділить графік на дві однакові частини: ліворуч перебуває минулий період (наприклад, 1965–1969 рр.), а праворуч – прогнозовані роки (наприклад, 1971–1975 рр.). На осі ординат графіка відкладають чисельне значення розглянутого параметра.

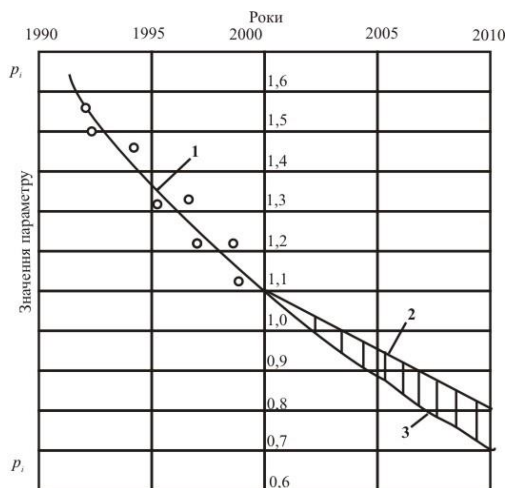


1—фактичний дані за 1980–1997р.р., 2—мінімальний прогноз на 1997–2010р.р.,  
3—максимальна гіпотеза 1997–2010р.р.

Рисунок 6.1— Приклад оформлення у відносних одиницях графіка фактичного росту певного параметра приладу за 1980–1997р.р. і прогнозованої області його подальшого збільшення 2005–2010р.р.

Графіки стають особливо наочними, якщо зміна розглянутого параметра показується у відносних одиницях. У цьому випадку фактичне значення параметра в році, у якому складається прогноз, приймається рівним одиниці. Якщо чисельне значення параметра в аналізованому періоді збільшується, то нагору відкладається число раз його зростання: 2, 3, 4. Якщо ж даний параметр зменшується, то долілиць від його сучасного значення, прийнятого за одиницю, відкладається: 0,9; 0,8; 0,7; 0,6 (рис. 6.2).

На кожному такому графіку показують зміну якого–небудь одного параметра приладу, наприклад, точності, швидкодії, надійності, ваги. Динаміка фактичної зміни параметра в лівій частині графіка показується суцільною лінією. Прогнозована ж зміна параметра правої частини графіка наноситься пунктиром. При цьому звичайно показують область очікуваних значень розглянутого параметра.



1–фактор дані за 1991–2001рр., 2–мінімальний прогноз на 2001–2010рр.,  
3–максимальна гіпотеза на 2001–2010рр.

Рисунок 6.2 – Приклад оформлення у відносних одиницях графіка фактичного зменшення певного параметра приладу за 1990–2010рр.

Перед тим, як робити прогноз, необхідно насамперед дати математичний опис наявних фактичних статистичних даних про зміну розглянутого параметру приладу (системи) за минулий час. Після цього дану криву, що описує зміну параметру приладу, що цікавить нас, за минулі роки, продовжують далі, тобто одержують прогноз. Графіки звичайно дозволяють наочно побачити на основі статистичних даних за минулий час основну тенденцію ряду. Але вони не рятують все–таки від необхідності перебору форм зв'язку, тому що та сама тенденція може бути описана різними аналітичними – вираженнями. У цих цілях випробовується звичайно ряд функцій, наприклад:

$$\text{Пряма } p_{iT} = a + bT \quad (6.25)$$

$$\text{Парабола } p_{iT} = a + bT + cT^2 \quad (6.26)$$

$$\text{Статечна функція } p_{iT} = aT^b \quad (6.27)$$

$$\text{Показова функція } p_{iT} = a + bc^T, \quad (6.28)$$

де  $p_{iT}$  – оцінка  $i$ -го параметра приладу в  $T_M$  році, обчислена по одній з наведених вище формул;  $T$  – роки досліджуваного й прогнозованого періоду;  $a, b$  і  $c$  – коефіцієнти, чисельні значення яких визначаються по методу найменших квадратів:

$$\Phi(a, b, c) = \sum_{T=1}^n (p'_{iT} - p_{iT})^2 = \min, \quad (6.29)$$

де  $p'_{iT}$  – оцінка фактичного значення  $i$ -го параметра приладу в  $T$ -м році за статистичним даними;  $n$  – загальне число років у досліджуваному періоді.

Кореляційне відношення  $\eta$  визначається як:

$$\eta = \sqrt{1 - \frac{\sum_{T=1}^n (p'_{iT} - p_{iT})^2}{\sum_{T=1}^n (p'_{iT} - \bar{p}_{iT})^2}}, \quad (6.30)$$

де  $\bar{p}_{iT}$  – оцінка середнього значення  $i$ -го параметра за всі розглянуті роки.

Основний недолік розглянутого методу екстраполяції – поширення на майбутнє тих темпів зміни розглянутих параметрів приладу (системи), які мали місце в минулому.

Прогнозування, засноване на спробах передбачити появу принципово нових типів приладів (систем). Цей метод прогнозування є одним з необхідних і досить корисних етапів формування принципово нових типів приладів і систем. Ціль його – заглянути далеко вперед, максимально конкретно, з більшими елементами наукової фантастики.

Крупні відкриття завжди являють собою перегони, тобто перерви в плавному плинні прогресу. При прогнозуванні розвитку техніки дуже важливо уявити собі, який найбільший технічний стрибок уперед можливий у розглянутій області. Для цього, необхідно насамперед виявити найбільш перспективні ідеї й ретельно зважити переваги й недоліки кожної з них.

Ціль розглянутих прогнозів – обрисувати хоча б загалом появу

принципово нових типів приладів. З тієї суми знань, що характерна для сьогоднішнього дня, виходить подальший розвиток техніки. Так, в області контрольно-виміральної апаратури основною тенденцією стала автоматизація. Вона реалізується по двох основних напрямках:

- перехід до апаратури, що дозволяє полегшити або зовсім усунути процедуру зняття показань приладів за допомогою цифрової індикації, друкувальних пристроїв і обробки отриманих результатів виміру на ЕОМ;
- прагнення гранично обмежити втручання людини шляхом майже повної автоматизації всіх найпоширеніших вимірвальних приладів, а також використання складних вимірвальних приладів у системах, що передбачають програмне керування роботою вимірвальних блоків і повну обробку одержуваних результатів.

У процесі прогнозування необхідно встановити очікувані принципові вдосконалення даних приладів (систем) і можливі строки їх практичного здійснення.

У деяких випадках перед фахівцями ставиться ряд питань, що стосуються перспектив розвитку відповідних приладів. При прогнозуванні перспектив розвитку й застосування розглянутого приладу повинні бути визначені завдання, які можуть бути виконані або оптимально вирішені тільки з його допомогою; рішення яких можливо або бажано з його застосуванням з економічних міркувань; у які застосування цього приладу можливо, але не є необхідним.

У кожній із цих груп завдань необхідно виділяти: найбільш зроблені моделі вже діючих приладів; прилади, які можна створити при існуючому науково-технічному рівні й застосування яких можливо протягом найближчих п'яти років; прилади, застосування яких можливо через 5–10 років; прилади, застосування яких можливо більш ніж через 10 років.

Інтегральний економічний показник виробу і його техніко-економічна ефективність

У якості інтегрального економічного показника нового виробу при його порівнянні з аналогом служить ціна споживання. Вона виражається наступною формулою:

$$I_C = K + Z_э, \quad (6.31)$$

де  $K$  – одноразові капітальні витрати (на придбання, транспортування, монтаж, а також супутньої витрати);  $Z_э$  – витрати на експлуатацію за увесь

час роботи виробу.

При тривалому строку експлуатації, природно, повинні бути зроблені динамічні оцінки із застосуванням дисконтування. Якщо в результаті зміни надійності нового виробу в порівнянні з аналогом міняється оцінка збитку (у тому числі й у суміжних ланках), це повинне бути враховане. Точно також варто врахувати супутні позитивні результати застосування нового виробу. До числа таких треба, зокрема, віднести:

– зменшення габаритів і маси літальних апаратів і судів при установці на них нових виробів замість аналога;

– підвищення точності й швидкодії системи керування (літальним апаратом, судном, рухом повітряного транспорту й т.д.), що забезпечує скорочення довжини шляхи, а виходить, зменшення витрати палива, витрат на керування.

Таким чином, повна формула визначення інтегрального економічного показника має вигляд

$$I_C = K + Z_{\Sigma} + Y_{\Sigma} - P_C, \quad (6.32)$$

де  $Y_{\Sigma}$  – повна сума збитку від відмов (розділ 6);  $P_C$  – супутні позитивні результати застосування нового виробу.

Інтегральний вартісний показник навряд чи може бути більш-менш точно розрахований на ранніх етапах ДКР. Це пов'язане з неповнотою конструкторської документації й відсутністю технологічної документації. Єдиний вихід складається в порівнянні даного показника із ціною аналогічної по елементній базі, технології й конструкції продукції. Доцільно при цьому вичленувати більші й складні складові частини виробу й оцінити їх окремо.

## 6.4 Керування ефективністю розробки

Успішність розробки залежить від великого числа діалектично взаємозалежних зовнішніх і внутрішніх факторів. Рис.6.3 наочно показує вплив на ефективність ДКР основних груп факторів: ринкових (позиція в конкуренції, оберт, попит); організаційних (концепція, вибір, планування, контроль, кадри, структури, фінанси); науково-технічних (якість, проекти,

продукти); виробничих (витрати, технологія, організація виробництва, основні засоби, впровадження).

Рис. 6.4 ілюструє кругообіг цілей і завдань ("кругову залежність") ринкової діяльності, політики НДР та ДКР, конкретних розробок і портфеля продуктів фірми. Варто звернути увагу на те, що на рис. 6.3 і 6.4 є присутнім як найважливішого фактора час. Фактор часу, безумовно, один з найважливіших для успішності реалізації результатів НДР та ДКР (рис.6.5). Щоб скоротити час розробки, фірмі доцільно провести контроль своєї діяльності в області НДР та ДКР і запланувати, а також реалізувати заходу, наведені на рис.6.6. Треба ще раз підкреслити, що не можна розглядати сферу НДР та ДКР у фірмі як не залежну від інших. Тільки комплексна взаємодія й удосконалювання всіх сфер діяльності фірми може забезпечити успіх її інноваційної діяльності.

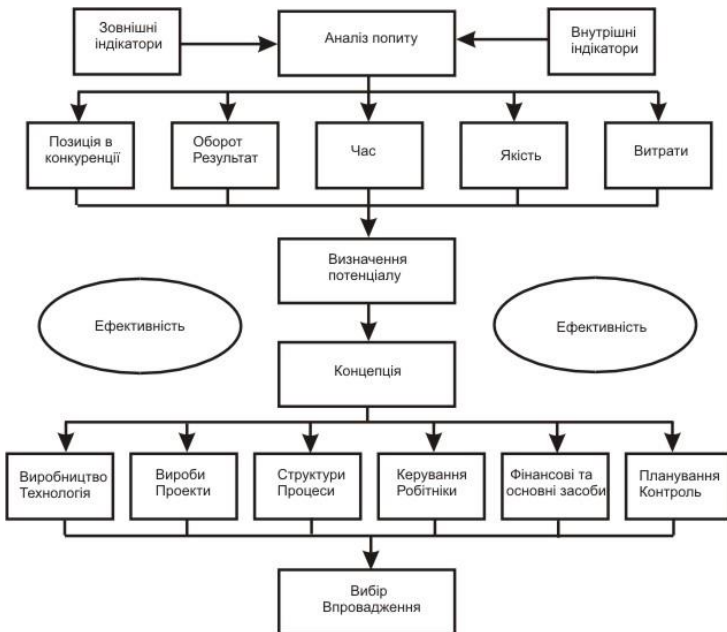


Рисунок 6.3 – Основні фактори, що визначають ефективність ДКР



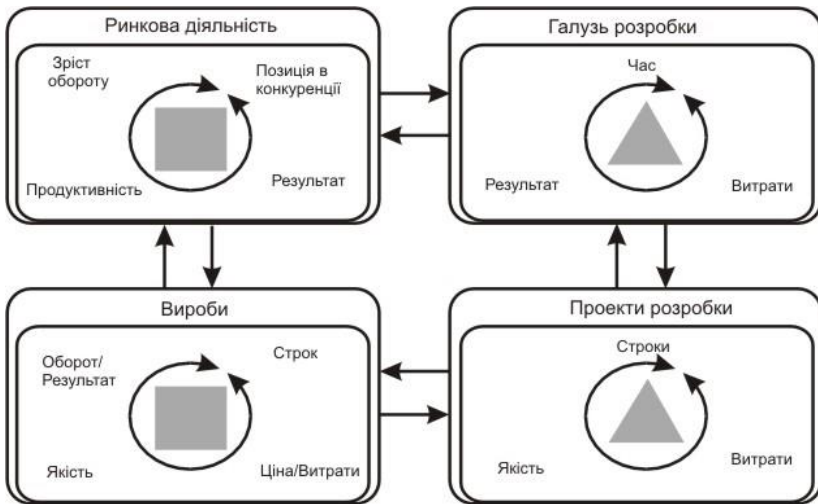


Рисунок 6.4 – Взаємозв'язок основної діяльності фірми, її політики НДР та ДКР, конкретних ДКР і портфеля продуктів

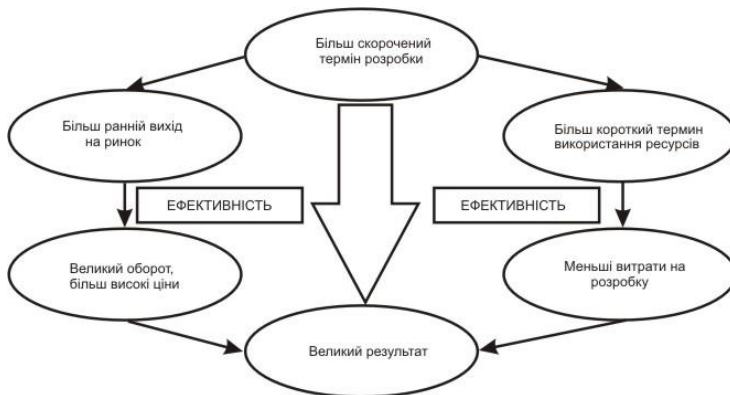


Рисунок 6.5 – Основні результати скорочення часу розробки



Рисунок 6.6 – Основні методи скорочення часу ДКР

ДКР – ключовий етап в інноваційному процесі. Тут відбувається матеріалізація результатів попередніх етапів у новий продукт.

Основне завдання ДКР – створення комплексу конструкторської документації, придатної для серійного виробництва продукту. З метою відпрацювання документації й перевірки відповідності результатів ДКР вимогам технічного завдання в дослідному виробництві виготовляється й випробовується в заводських і натурних умовах дослідний зразок.

ДКР представляє в інформаційному змісті поле складних взаємодій різних областей знання: природничих наук, математики, економіки, організації виробництва, керування колективом розроблювачів і т.д. Ключовим завданням техніко-економічного проектування в складі ДКР є забезпечення ефективності нового виробу й, отже, його конкурентоспроможності на ринку. У цьому зв'язку особливого значення набуває конструювання інтегрального показника якості й інтегрального економічного показника виробу.

У керуванні ефективністю розробки, крім забезпечення її властиво техніко-економічних показників, що вирішує значення має скорочення часу на НИДКР і вибір моменту виводу нового товару на ринок.

## 6.5 Контрольні питання до розділу

1. Назвіть основні завдання й етапи ДКР.
2. Назвіть порядок розробки й освоєння нової техніки.
3. Чому існує необхідність зіставлення параметрів приладу (системи) з декількома кращими вітчизняними й закордонними моделями ?
4. Які параметри приладу (системи) вивчаються?
5. Які показники технічного рівня приладів (систем) ставляться до числа найважливіших ?
6. Що входить до складу показників функціонального призначення для різних груп радіоелектронної апаратури (РЕА)?
7. Розкрийте суть методу оцінки технічного рівня приладу, не пов'язаного з розрахунком якого-небудь одного узагальнюючого показника його.
8. Який метод базується на визначенні вагових коефіцієнтів?
9. Опишіть метод бальної оцінки технічного рівня приладу.
10. На чому засновані методи прогнозування очікуваних значень найважливіших параметрів вітчизняних і закордонних приладів (систем)?
11. Які вихідні дані необхідні для прогнозування очікуваних значень параметрів кращих вітчизняних і закордонних приладів?
12. Як здійснюється прогнозування за допомогою екстраполяції очікуваних чисельних значень окремих параметрів приладів (систем)?
13. У яких випадках проводиться прогнозування, засноване на спробах передбачити появу принципово нових типів приладів (систем)?
14. Чи може ціна споживання служити в якості інтегрального економічного показника нового виробу при його порівнянні з аналогом?
15. Які фактори впливають на ефективність ДКР ?

## 7 ІННОВАЦІЇ: СТАНОВЛЕННЯ ТА СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ

### 7.1. Виникнення та розвиток теорії інновацій

Зародження інноваційної теорії відноситься до початку ХХ ст. і відображене в працях західноєвропейських учених. Але питання, пов'язані з науково-технічним прогресом та його впливом на розвиток (трансформацію) суспільства, вивчалися й висвітлювалися в економічних теоріях, починаючи від класиків політекономії.

1. А. Сміт (1723 – 1790) пов'язував науково-технічний прогрес з характером розвитку і потребами виробництва.

2. К. Маркс (1818 – 1883) вважав розвиток продуктивних сил базисом, а науково-технічний прогрес надбудовою, тобто наслідком, а не причиною розвитку виробництва.

3. Неокласична школа (1870 – 1930), представлена В. Джевонсом (1871), А. Маршаллом (1890), Л. Вальрасом (1874), розглядала науково-технічний прогрес як заданий чинник при дослідженні ринкової економічної системи.

4. Кейнсіанська теорія, заснована Дж. Кейнсом (1883 — 1945) у 30 – 50 роках ХХ ст. вивчала економічні процеси в короткостроковому періоді, тому науково-технічному прогресові не приділялося достатньої уваги, він перебував на становищі «за інших рівних умов».

5. У другій половині 50-х років представники неокласичного ренесансу – М. Абрамовіц, Р. Солоу, Е. Денісон та інші – довели, що науково-технічний прогрес є основним чинником економічного розвитку ХХ ст., поклавши край ігноруванню економічною теорією питань науково-технічного прогресу.

6. Період після Другої світової війни став часом науково-технічної революції та її впливу на економічний розвиток. Саме тоді об'єктивні передумови сприяли народженню нового напрямку економічної теорії, спрямованого на вивчення закономірностей науково-технічного прогресу.

Отже, лише з 50-х років науково-технічний прогрес розглядається як чинник виробництва разом з капіталом та працею.

У дослідженні еволюції інноваційної теорії значну роль відіграли роботи професора Нью-Йоркського університету Д. Сахала, який в комплексі проблем і закономірностей розвитку науки і техніки виділяв особливості

формування технологічних циклів. Його розрахунки вказують на можливість певних розбіжностей у характеристиках продуктових і технологічних інновацій.

Концепція нерівномірності інноваційної активності займає важливе місце в сучасних дослідженнях НТП у високорозвинених країнах світу. Основні положення цієї концепції були висловлені в 1930–і рр. відомим економістом Й. Шумпетером. Подальший розвиток концепція дістала наприкінці 1970-х – початку 1980-х рр. у роботах західноєвропейських дослідників Г. Менша, Х. Фрімена, Я. Ван Дейна, А. Кляйнкнехта й ін.

Гіпотезу про те, що інновації з'являються в економічній системі нерівномірно, а у вигляді кластерів (більш–менш одночасно освоєваних поєднаних новацій), вперше висловили Й. Шумпетер і Г. Менш.

Кластер – це сукупність базисних інновацій (цілісна система нових продуктів і технологій), сконцентрованих на певному відрізку часу у певному економічному просторі. Я. Ван Дейн висунув гіпотезу про те, що поява інновацій різних типів пов'язана з різними фазами соціально-економічного і науково-технічного розвитку, представленими у вигляді «довгої хвилі». Теорії «довгих хвиль» акцентують увагу на вивченні довгострокових квазіперіодичних коливань. З цією метою Я. Ван Дейн розробив типологію інновацій, розділивши їх на групи:

1) основні продуктові інновації, що формують нові ринки і лежать в основі нових галузей;

2) продуктові інновації, що доповнюють (розширюють) ринок в існуючих галузях;

3) основні технологічні інновації (складові базису великих технологічних систем);

4) доповнюючі технологічні інновації.

За спрямованістю дії розрізняють інновації, націлені на розширення чи раціоналізацію заміщення. Подальшій структуризації піддається поняття кластера інновацій, використовуване в сучасних теоріях «довгих хвиль».

Х.Фрімен ввів категорію нової технологічної системи (комплекс інновацій, пов'язаних загальною технологічною базою, поширення яких на інші області дуже впливає, навіть на безпосередньо не пов'язані з ними галузі економіки) і технологічної революції (її зміст полягає в зміні техніко–економічної парадигми, а поширення пов'язане з рухом «довгих хвиль» економічної кон'юнктури).

Інноваційна «довга хвиля» складається ніби з двох «гребенів»

(«хвилі» винаходів і «хвилі» інновацій), які в міру її поширення зближуються (лаг між винаходами й інноваціями зменшується з розвитком «хвилі»). Однак відстань між послідовними «хвилями» (як винаходів, так і інновацій) відзначається стабільністю і складає близько 55 років (між центрами інновацій і винаходів). Це було відзначено Г. Меншем і пов'язано ним з кондратьєвським довгим циклом в економічному розвитку, у ході якого змінюється динаміка багатьох економічних показників від фази піднесення до фази спаду.

Як вважає більшість дослідників, виходячи із сучасних тенденцій розвитку науки, техніки, технології і соціально-економічних об'єктів, довгі цикли скорочуються до 35 – 40 років.

Найбільш продуктивні з погляду довгострокової перспективи інвестиції в сектор нових технологій: об'єкти цих інвестицій дають найбільшу кумулятивну віддачу. У той же час вкладення в сектор нових технологій є найбільш ризикованими, причому з їх збільшенням економіка наближається до технологічного бар'єра (зв'язок між новими знаннями і їх практичною реалізацією зменшується), внаслідок чого зменшуються можливості апробації альтернатив і зростає загальна невизначеність. Тому в реальності часто кращими виявляються інвестиції в зростаючі і зрілі технології.

Інновації впливають на динаміку економічного зросту: з одного боку, відкривають нові можливості для розширення економіки, з іншого – унеможливають продовження цього розширення в традиційних напрямках. Інновації руйнують економічну рівновагу, вносять збурювання і невизначеність в економічну динаміку. За Й. Шумпетером, інновація супроводжується творчим руйнуванням економічної системи, обумовлюючи її перехід з одного стану рівноваги в інший.

М. Менш пояснює нерівномірність інноваційної активності особливостями функціонування ринкової економіки. Орієнтуючись на поточний прибуток, підприємці керуються економічною кон'юнктурою, нехтуючи довгостроковими альтернативами технічного розвитку. До впровадження радикальних інновацій вони приступають тільки внаслідок різкого падіння ефективності інвестицій у традиційних напрямках, коли вже накопичені значні надлишкові потужності і уникнути сповзання економіки у фазу глибокої затяжної депресії не вдається. У фазі депресії впровадження базисних інновацій виявляється єдиною можливістю прибуткового інвестування і, зрештою, інновації переборюють депресію.

М. Менш вважає, що депресія відіграє роль генератора умов для появи інновацій, які складають технологічний базис нової довгої хвилі.

Протилежною є точка зору Х. Фрімена, який стверджує, що депресія швидше пригнічує, ніж прискорює впровадження інновацій. Більш вдалим поясненням ролі депресії буде її непряме значення. Під час депресії посилюється соціальна напруженість, усунення її потребує різних перемін, що створює, у свою чергу, сприятливі можливості для організаційних інновацій. Останні обумовлюють зміни технологічної структури економіки, «розчищаючи ґрунт» для технологічних інновацій. Тому, вважає Х. Фрімен, штурм інновацій трапляється під час поживлення чи буму.

А. Кляйнкнехт підкреслює, що інновації властивий ризик, і під час депресії на зміну стратегії максимізації прибутку приходять стратегія мінімізації витрат і невизначеності. Але ризик – поняття відносне. Під час піднесення наявні можливості для поліпшуючих інновацій у тих напрямках техніки, які швидко розвиваються, але в разі депресії стають безперспективними, внаслідок чого менш ризикованими виявляються радикальні продуктові інновації. Він вважає, що в період піднесення економіки більша увага звертається на поліпшуючі і технологічні інновації.

В основі механізму інноваційної діяльності лежить прибуток. Здійснення первинних і вторинних інновацій має свої особливості. Щодо конкретного механізму первинних інновацій, то тут є два підходи, розходження між якими залежить від того, на яку стадію загальноекономічної кон'юнктури припадає основна маса базисних інновацій.

Перший підхід розкритий у дослідженнях Г. Менша й А. Кляйнкнехта. Вони вважають, що погіршення стану фірми спонукає до інновацій. І навпаки, коли справи фірми процвітають, у неї немає необхідності що-небудь серйозно змінювати у вже налагодженому виробництві. М. Менш вказує, що кінець процвітання старих галузей збільшує схильність власників капіталу до інвестування в нову продукцію і технологію; незважаючи на те, що прибуток у фазі депресії малий, власники вважають внесок капіталу в інновації менш ризикованим, ніж внесок у стару продукцію і технологію чи боргові зобов'язання.

А. Кляйнкнехт, у свою чергу, підкреслює, що в період тривалих економічних криз і відбувається перехід фірми від стратегії максимізації прибутку (якої вона дотримується в період процвітання) до стратегії мінімізації відносного ризику. Доти, поки вже існуюча продукція і

технологія приносять істотний прибуток, схильність до інновацій невелика, оскільки інноваційна діяльність завжди пов'язана з ризиком. Коли ж настає тривала криза і перспективи в традиційних галузях погіршуються, ризик інновацій уже не є нездоланною перешкодою, тому що будь-які інші інвестиційні альтернативи можуть здаватися ще більш ризикованими. Загальний висновок з цієї схеми: найбільша кількість базисних інновацій припадає на важкі і тривалі депресії.

Другий підхід відстоюють Х. Фрімен, Дж. Кларк, Л. Суте. На їх думку, саме та фірма, яка процвітає, яка впевнена в перспективах розширення ринку і росту прибутків, виявляє підвищену інноваційну активність. У разі ж утруднень фірмі стає вже не до технологічних новацій, оскільки зростає ступінь ризику, пов'язаного з інноваціями. Звідси висновок: основна маса первинних інновацій реалізується в період довгострокового погіршення кон'юнктури.

Протиріччя між двома підходами зводиться до того, як оцінюється період внутріфірмового планування. Прихильники другого підходу думають, що цей період відносно малий. Прихильники першого цей період, навпаки, вважають відносно великим, відповідно фірми заздалегідь враховують можливості майбутнього зросту обсягу продажу і прибутків і здійснюють інновації, не чекаючи початку цього зросту. Саме в момент переходу від стратегії максимізації прибутку до стратегії мінімізації ризику і відбувається розширення обсягу внутріфірмового планування, тому що фірма буде заздалегідь планувати ризик і збитки, якщо тільки не розглядає їх як тимчасові.

Механізм вторинної інновації тісно пов'язаний з теорією життєвого циклу інновацій. Відповідно до цієї теорії, кожна базисна інновація приводить до створення нової галузі виробництва, що послідовно проходить цикл свого розвитку від початкового періоду різкого зросту через стадію зрілості до поступового занепаду. Цей процес відбувається в двох вимірах: по вертикалі (від більш істотних інновацій до менш істотних) і по горизонталі (від малої поширеності інновації до повного насичення нею ринку).

Вертикальна складова життєвого циклу інновацій описується в дослідженні Я. Ван Дейна як чотири фази розвитку нової галузі. У першій фазі (впровадження) існує велика розмаїтість потенційних продуктивних інновацій, але їхній вибір утруднений недоліком інформації про майбутній платоспроможний попит. У другій фазі (ріст) характер попиту в основному



визначився і кількість продуктивних інновацій різко скорочується. Одночасне збільшення обсягу продаж і стандартизація технології стимулюють технологічні інновації, які зменшують витрати виробництва. У третій фазі (зрілість) темпи росту випуску продукції знижуються, загострюється конкуренція в результаті диференціації продукції. Інновації зводяться до окремих поліпшень уже працюючої технології, причому вони починають зміщуватися від матеріало- і енергозберігаючих технологій до працезберігаючих. І, нарешті, у четвертій фазі (занепад) обсяг продаж знижується, і насичення ринку компенсується працезберігаючими технологічними інноваціями. Таким чином, у процесі життєвого циклу галузі відбувається поступове витіснення продуктивних інновацій технологічними.

Горизонтальна складова життєвого циклу інновацій описується схемою, розробленою С. Девісом, Е. Менсфілдом, А. Ромео. Темп приросту кількості фірм, що використовують інновацію, прямо пропорційний частині фірм, які поки що не використовують її, у загальній кількості потенційних споживачів. Швидкість дифузії інновації зростає із зростом її прибутковості і падає зі збільшенням її капіталоємності. Дифузія інновацій відбувається швидше в наукомістких галузях. Швидкість дифузії залежить також від кваліфікації вищого менеджменту, розподілу сукупності фірм даної галузі за розмірами і т. п.

Завершальною ланкою розглянутої теорії інновацій є аналіз взаємозв'язків між нерівномірністю інноваційної діяльності, з одного боку, і довгостроковими тенденціями зміни загальноекономічної кон'юнктури – з іншого.

Дослідження «просторового» аспекту нерівномірності інновацій ведеться на двох рівнях – галузевому і регіональному. На галузевому рівні виділяється провідний сектор чи група галузей на підставі двох критеріїв:

Перший є провідним сектором – фазою зросту життєвого циклу базисних інновацій.

Другий демонструє більш високі темпи росту.

Провідний сектор – це галузі, яким властиві спільні ознаки:

- більш великі розміри окремих галузей виробничих одиниць;
- більш високий рівень кваліфікації управлінського персоналу;
- більш істотна економія на масштабах виробництва;
- велика «незахищеність» від конкуренції з іноземними фірмами.

Згідно з дослідженнями А. Ван дер Цвана, провідний сектор у значній мірі співпадає з виробництвом інвестиційної продукції. Це

пояснюється тим, що в цьому секторі промисловості галузі мають відносно короткий життєвий цикл у результаті постійного і сильного тиску субінститутів (замінників).

Регіональний розріз «просторового» кластера пов'язаний з аналізом міждержавних розбіжності і розроблений у дослідженнях Дж. Вея. Ці розбіжності виражаються в тому, що країна, у якій кожна з прийнятих інновацій поширюється швидше й у великих масштабах, розвивається швидше, ніж ті країни, у яких аналогічний процес почався пізніше і йде повільніше. Перехід від однієї базисної інновації до їхнього об'єднання у вигляді кластера – це не просто формальна процедура, а перехід до якісної категорії, яка належить до макрорівня.

Істотний внесок у розвиток інноваційних процесів було зроблено Й. Шумпетером і М. Д. Кондратьєвим. Перший з них розглядав нововведення як можливість прискореного подолання економічних спадів через активізацію радикальних технологічних нововведень. Мета інновації була подана як підвищення віддачі на вкладені ресурси; вона розглядалася скоріше як економічне і соціальне поняття, ніж технічне. Динамічна теорія розвитку Й. Шумпетера ґрунтується на постійних коливаннях кон'юнктури, які він розглядав як нові комбінації факторів виробництва. Це зокрема:

- впровадження нового, ще не відомого в певній галузі, методу виробництва;
- виготовлення нового продукту або відомого продукту в новій якості;
- отримання нового джерела сировини;
- освоєння нового ринку збуту;
- проведення реорганізації.

При різній сутності цих ознак спільним для них є елемент новизни, який Й. Шумпетер вважав вирішальним критерієм для визначення інновацій. Він вважав, що інновація – це виробнича функція, що зумовлює кількісні зміни продукту з урахуванням змін в усій сукупності діючих на нього чинників, тобто така функція, яка приходить на зміну старій.

М.І. Туган-Барановський розглядав циклічність економічного розвитку в залежності від обмеженості позичкового капіталу та особливостей його інвестування в капітальні товари.

М.Д. Кондратьєв продовжив дослідження в галузі кризових явищ в економіці та запропонував теорію «великих циклів», яка припускає, що динаміка економічної структури суспільства чуйно реагує на базові

нововведення (ключові винаходи), які сприяють реалізації вторинних соціально-економічних нововведень. Таким чином, було запропоновано три типи хвиль: короткі (через три роки), середні (15 років) і довгі. Всі вони впливають на економічну кон'юнктуру, що зумовлює необхідність врахування фактора часу в процесі побудови системи регулювання економіки. Інноваційні процеси слід пов'язувати з такими факторами кон'юнктури, як рівновага (попит, пропозиція), переливання капіталу, виробнича структура тощо. Короткі хвилі зумовлюються відхиленням від рівноваги, середні – переливанням капіталу та довгі – виробничою структурою, сировинною базою тощо.

Викликає науковий інтерес концепція М. Калецкі, заснована на можливості забезпечити постійне економічне зростання в межах циклу товарного обігу. Дана концепція будується на таких ефектах інновації:

- підприємець здійснює капіталовкладення, розраховуючи отримати додаткові прибутки;

- на подальші підприємницькі ініціативи й інновації негативно впливає розповсюдження нових технічних рішень;

- врахування їх створює тенденцію розвитку, тому що за однією інновацією слідує інша, утворюючи неперервний пакет інновацій.

Отже, інновації стимулюють економічний розвиток на довгострокову перспективу, скорочують тривалість економічних занепадів та збільшують тривалість періодів піднесення.

Комплексний підхід до інноваційних процесів був запропонований П.Ф. Друкером, З.М. Роджерсом, які пов'язували теорію і практику інновацій із соціальним прогресом. Під ним розуміється зростання технологічних можливостей підприємства за обмежених ресурсів, які забезпечують його функціонування. П. Друкер довів, що під час спаду галузей промисловості спостерігалася не стагнація, а економічне зростання завдяки підйому підприємницької активності, тобто ним був доказаний взаємозв'язок між підприємництвом та інноваційною діяльністю.

Існує соціально-психологічна модель, пов'язана з пріоритетом людських відносин в управлінні інноваційною діяльністю (Х.М. Барнет) та виділенням людей як особливих носіїв інновацій.

У сучасних умовах інновації розглядаються за допомогою двох підходів – організаційно орієнтованого і індивідуально орієнтованого. Причому, при першому підході поняття «інновація» застосовується як синонім «винахід» і належить до творчого процесу (Дж. Хзйдж, М. Айкен, Х.

Шепард, З. М. Роджерс, Р. Данкан, Дж. Холбек, С. Беккер, Т. Л. Уїслер, Дж. К. Уїлсон, Дж. Залтмен, Г. Уатсон і ін.).

Інновація розглядається також як комплекс взаємозалежних процесів, які є результатом реалізації нової ідеї, доведеної до практичного застосування. Важливе місце приділяється інновації, що може бути або причиною, або наслідком соціальних нововведень. Поняття дифузії передбачає результат взаємодії потенційних реципієнтів інновації з пропонованими нововведеннями. Ця взаємодія є більшою порівняно із сумою позитивних рішень багатьох індивідів і складає собою властивість емерджентності. Дифузія визначається як процес поширення інновації по каналах комунікацій до працівників підприємства. Причому, ступінь успішності дифузії вимірюється позитивністю сприйняття інновації членами колективу.

Цей підхід заснований на використанні професійних консультантів з питань інноваційного розвитку, якими можуть бути: група здійснення нововведень, висококваліфікований фахівець чи консультант. Вони реалізують впровадження нововведень на підставі:

- діагностики розроблюваної проблеми;
- оцінки системи мотивації працівників підприємства і їхніх здатностей адаптуватися до змін;
- оцінки мотивації і ресурсів підприємства;
- підбору таких цілей нововведення, які сприяють інноваційному розвитку всього підприємства;
- вибору необхідних консультантів, здатних оцінити ефективність нововведень у майбутньому;
- вибору прийнятних типів поведінки працівників підприємства.

Моделі організаційного розвитку запропоновані закордонними вченими (Р. Бекхардом, Д. Конізмном, Й. О. Шилдом та ін.) і ґрунтуються на встановленні консультантом контактів з потенційним клієнтом та уточненні споживаних консультаційних послуг. Інноваційний процес моделюється на підставі життєвого циклу інновації. Однією з найбільш розповсюджених є модель інновації Маслоу, яка включає такі етапи: концептуалізація нововведення; попередня угода з інновацією; придбання ресурсів; реалізація інноваційної концепції; інституціоналізація результатів. При цьому розробка такої моделі описує інновацію, що включає етапи її ініціювання і впровадження. Перший етап припускає зацікавленість у додаткових знаннях, формування інноваційних настанов і прийняття рішень. Впровадження

інновації передбачає випробування нововведення на локальній ділянці її реалізації.

Впровадження інновацій свідчить про те, що з підвищенням рівня централізації управління підприємством знижується інноваційна активність. Потенціал інновації пов'язаний з особистісними якостями працівників підприємства, які повинні бути впевнені в тім, що підприємство:

- має необхідні можливості для впровадження інновацій;
- має достатній досвід успішної реалізації інновацій у минулому;
- його структурні підрозділи приймають на себе відповідальність за результати інноваційної діяльності.

Є й інші підходи до розгляду інновації у вигляді ідеї, практичного досліджу та ін. При цьому здійснюється зсув акценту на інноваційні процеси, що відбуваються (включаючи винахід і впровадження інновації). У цьому напрямку певний інтерес викликають дослідження інновацій у вигляді інструментальних і принципкових. Інновації є цінними самі по собі, а інструментальні припускають створення умов для більш легкого впровадження принципкових.

Індивідуально-орієнтований підхід досліджений у роботах таких учених, як Н. Лін, Дж. Залтмен, Т. Робертсон, У. Белл, Р. Крейн, Дж. Л. Уолкер, К. Найт, Н. Гросс, Дж. Б. Джакуїнта, М. Бернстайн, Р. Дж. Лзбідж, Дж. З. Штайнер, З. М. Роджерс, Дж. Клонглен і ін. Вони розглядають інновацію як винахідницьку діяльність і подають інноваційний процес у вигляді таких стадій (рис. 7.1):



Рисунок 7.1 – Структура інноваційного процесу

Стимулом до інновації може служити реакція особи, що приймає рішення, на незадовільність передбачуваного результату. При цьому варто враховувати можливості опору нововведенням і збільшення нових пропозицій з підвищення якості нововведень. Класифікація функцій осіб, які приймають рішення щодо інновацій, передбачає: володіння повною інформацією про наслідки схваленого рішення; володіння інформацією про ймовірний розподіл наслідків вибору тієї чи іншої альтернативи; неможливість визначення вірогідності певного результату, складність у встановленні приблизної ймовірності. При цьому керівні особи виходять із того, що інновація є процесом перетворення невизначеності в ризик. Дія факторів динамічного зовнішнього середовища, якому властивий ризик і невизначеність, можуть впливати на процес дифузії інновації і її остаточні результати. Це спонукає до удосконалення методів установлення результатів інноваційних процесів. Загальновідомо, що найвищий ступінь ризику властивий нововведенням, які пов'язані з новими галузями знань.

Визначення інновації з урахуванням поведінки споживача можливе за використання підходу, що лежить в основі типології. Відповідно до нього інновації підрозділяються на такі, що:

- мають мінімальний вплив на поведінку працівників підприємства;
- динамічно розвиваються та ґрунтуються на нових і традиційних формах поведінки в однаковій мірі;
- припускають швидке затвердження нових зразків поведінки працівників.

Важливе значення у визначенні очікуваної відносної переваги інновації має її споживача цінність. Найшвидше впроваджуються інновації, що мають значну кількість наявних переваг, які доводяться до потенційних споживачів.

Нововведенням властиві певні джерела, принципи успішної реалізації і методи оцінки ефективності. П. Друкер виділяє такі джерела інноваційних ідей (проранжовані за принципом зменшення надійності й передбачуваності):

- інновації, що є несподіваними, найменш ризикованими і вимагають найменших зусиль;
- невідповідність між наявною реальністю і уявленням про неї;
- наявність в інноваційному процесі певних слабкостей і недоліків;
- раптові нововведення в структурі галузі чи ринку;

- демографічні нововведення;
- нововведення в сприйняттях, настроях і ціннісних настановах;
- нові знання.

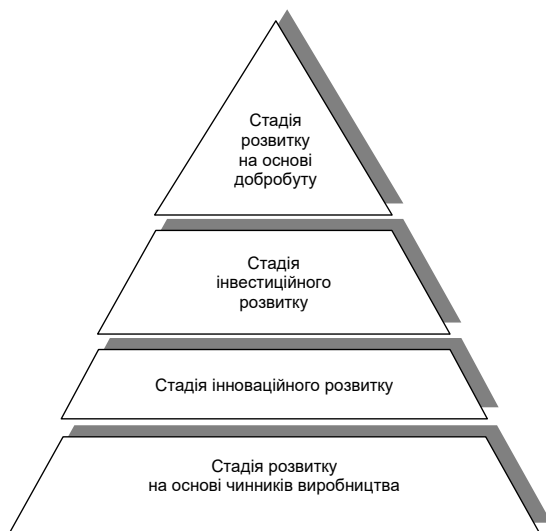
Ця класифікація джерел інновації може бути покладена в основу цілеспрямованої діяльності підприємств, незважаючи на те, що границі між перерахованими джерелами інноваційних ідей нечіткі і перетинаються.

## **7.2 Науково-технічний прогрес та його роль у конкурентному розвитку країни**

Науково-технічний прогрес є головним чинником історичної трансформації суспільства, еволюції економічної системи, але ця вирішальна його роль в економічному зростанні стала зрозумілою тільки в другій половині ХХ ст.

Узагальнення історичного дослідження різних країн доводить, що спрямованість суспільства на досягнення науково-технічного прогресу сприяє розвитку економіки країни, і навпаки, суспільства, які неспроможні забезпечити потік науково-технічних інновацій, неспроможні економічно розвиватися.

М. Портер виділяє такі 4 стадії конкурентного розвитку країни (рис. 7.2). На підставі такого розподілу можна виокремити структурні джерела економічного розвитку країни (рис. 7.3). Кожна країна одночасно використовує всі джерела розвитку. Конкурентоспроможність і ефективність економіки визначаються структурою джерел її фінансування. Якщо для функціонування і розвитку інтелектуального виробництва використовується в основному валюта від експорту природних ресурсів, то рівень економічного розвитку такої країни буде низьким.



*Рисунок 7.2 – Стадії конкурентного розвитку країни*



*Рисунок 7.3 – Структурні джерела економічного розвитку країни*

З точки зору рівня розвитку країн, міжнародної кооперації та інтеграції світове співтовариство поділяють на такі групи:

1. Технологічне ядро: США, Японія, Німеччина, Великобританія, Франція.
2. Країни першого технологічного кола: Італія, Канада, Швеція,



Голландія, Австрія, Південна Корея та ін.

3. Країни другого технологічного кола: найрозвиненіші країни з точки зору інноваційної складової.

4. Постсоціалістичні країни Східної Європи.

5. Країни СНД.

6. Країни, що розвиваються.

Організація інноваційної діяльності в країнах–лідерах:

а) горизонтальна інтеграція НДДКР, створення обчислювальних мереж;

б) проведення спільних досліджень;

в) державна підтримка нових технологій.

До специфічних характеристик сучасних технологій можна віднести:

- вузьку спеціалізацію;
- швидке старіння;
- необхідність постійного розвитку;
- високу ризикованість фінансових ресурсів;
- швидку розповсюдженість у всьому світі;
- розроблення і впровадження ноу-хау;
- розвиток при тиражуванні;
- неможливість поширення тільки за допомогою документації

та ін.

Ці властивості зумовлюють невпевненість і нерівномірність у поширенні інноваційного продукту; постійно виникають «ніші», у які можуть вбудуватися аутсайтери; складно зберігати позиції лідерства і монополізму в технологічній сфері.

Використовуючи розроблені у світі передові технології, можна перейти лише на стадію інвестиційного розвитку. Стадія ж інноваційного розвитку припускає певний технологічний монополізм, одержуваний у результаті власних розробок і винаходів.

Сучасна ринкова модель економіки базується на інноваційному типі розвитку, характерні риси якої наведені на рис. 7.4.



Рисунок 7.4 – Риси інноваційного розвитку

### 7.3 Сучасні світові тенденції розвитку інновацій

Науково-технологічний прогрес, визнаний в усьому світі як найважливіший фактор економічного розвитку, все частіше пов'язується з поняттям інноваційного процесу. Це єдиний у своєму роді процес, який поєднує науку, техніку, економіку, підприємництво і менеджмент. Він полягає в одержанні новації і триває від зародження ідеї до її комерційної реалізації.

Від значення наукових розробок залежать форми їх сполучення із прикладними розробками і виробництвом. За останні 10 – 15 років у розвинутих країнах Західної Європи було відібрано низку ефективних методів включення науки у загальний виробничий потік.

У країнах Західної Європи використовується переважно модель інноваційного процесу назвою «Міжнародна міжфірмова кооперація – метод підвищення ефективності НДДКР». Вона відрізняється від моделей «Ризикове венчурне підприємництво» США і «Нові форми взаємодії людей в інноваційному процесі» Японії. Форми взаємодії науково-технічних ідей у Європі є проміжними між американськими і японськими, хоча останнім часом у Європі спостерігаються тенденції до збільшення «японізації» форм взаємодії науки та виробництва.

Все це веде до вирішення довгострокових комерційних завдань,

пов'язаних з глобальним поширенням нових технологій, і, отже, зумовлює об'єктивний процес інтернаціоналізації господарського життя.

Взагалі зростає інтерес компаній приватного сектора до нових форм співробітництва внаслідок ускладнення і подорожчання науково-дослідних розробок, а також зменшення тривалості циклів наукоємних товарів, необхідності комплексного використання різних технологій для вирішення комерційних завдань загального характеру. В такому разі більш ефективним виявляється співробітництво спеціалізованих компаній однієї або декількох галузей з метою розподілу витрат і зменшення ризику в успішній боротьбі з конкурентами на зовнішніх ринках.

У кінці ХХ ст. міжфірмова кооперація стосувалася тільки обміну інформацією, спільного виробництва або маркетингу продукції. Проведення спільних НДДКР розглядалося як другорядна діяльність, у подальшому в міру перетворення науково-технічних альянсів у новий елемент глобальної економіки і ринкової стратегії корпорацій ця практика почала змінюватися.

На специфіку організації інноваційного процесу в Західній Європі вплинув ряд обставин.

Раніш великі європейські фірми мали порівняно вузький національний ринок, але внески в НДДКР вимагають великих масштабів виробництва для рентабельної реалізації результатів та не менш широких ринків збуту. Таким чином, інноваційні процеси в Європі у кінці ХХ ст. наштовхнулися на обмежувальні рамки національних ринків: за невеликих обсягів реалізації вартість національної продукції постійно зростала, а конкурентоздатність у той же час падала. Тому для підвищення ефективності виробництва і конкурентоздатності продукту необхідною стала міжнародна кооперація європейських фірм, що дозволило розширити масштаби ринку за рахунок інтеграції. Надалі з'явилися спільні міжнародні проекти фірм на головних напрямках НТП.

Сильний конкурентний тиск американських і японських фірм та відставання в сфері НДДКР наприкінці ХХ ст. спричинили ризик втратити конкурентні позиції на своєму власному ринку. Збереження конкурентоздатності забезпечувалося тільки переходом до нових типів технологій. Тому виникли технічні і фінансові труднощі, що призвело до об'єднання капіталів і стимулювало подальшу інтеграцію фірм.

За підтримки державних органів різних країн були створені європейські спільні проекти: Європейська стратегічна програма використання інформаційної технології (ЕСПІТ), Європейське

дослідницьке координаційне агентство (ЕВРИКА), а також ряд приватних проєктів, наприклад «Філіпс–Сіменс мега проєкт», разом з датськими і західнонімецькими дослідними інститутами для розробки нового покоління суперчипів.

Розглядаючи особливості міждержавного інноваційного процесу, виявили, що в США і Японії переважає внесок дрібного бізнесу в сучасні напрямки НТП, але в європейських країнах першими носіями розробок є великі і надвеликі корпорації. З кінця ХХ ст. приріст витрат на НДДКР у більш ніж половини з 40 найбільших західноєвропейських промислових корпорацій був вищим, ніж приріст їхніх витрат на основний капітал. В умовах кризи, коли норма прибутку знижувалася, бюджет витрат на наукові дослідження і розробки зростав, тому що ці корпорації розглядали витрати на НДДКР як один із засобів виходу з кризи.

Способи взаємодії головних фірм–виробників з постачальниками стосовно якості продукції, переоснащення виробництва у Японії більш жорсткі, ніж у західноєвропейських країнах. Наприклад, японський телевізійний завод «Мацусіта» у Великобританії змушений був повернути 30 % доставлених йому англійськими підприємствами комплектуючих деталей через їхню погану якість, у той час як норма повернення для японських постачальників – менш 1%. За оцінкою японського експерта, що аналізував дану ситуацію, потрібно буде 10 років, щоб знайти спосіб змусити англійські підприємства виготовляти продукцію необхідної якості.

Реалізація інновацій у виробництві найбільш істотно залежить від їхнього впровадження у сполучені виробництва. Переважна більшість великих європейських фірм зв'язана з великим числом постачальників. Тому приймаються спеціальні проєкти, у яких розробляються форми зв'язку з постачальниками, види технічної й організаційної допомоги їм, методи кооперації ряду постачальників між собою з метою адаптувати їхнє виробництво до рівня головної фірми. Європейські фірми також прагнуть передати постачальникам значну частину виробничого циклу, залишивши для себе завершальні стадії. В той же час посилюється контроль за субконтрактами, у головних фірмах зосереджується початкова стадія, а саме: створення нових моделей і конструювання їх. Головні фірми контролюють початок і завершення всього процесу, тим самим регулюючи проміжні стадії, але саме на початкових і кінцевих стадіях, насамперед, застосовують новітні технології: автоматичне конструювання – на початку, гнучкі виробничі системи – в останній стадії. Отже, найбільш сприятливі умови і значущі

результати інноваційного процесу зосереджені, в основному, в найбільших корпораціях. Великі фірми сприяють удосконалюванню виробництва своїх постачальників і стимулюють його, при цьому ключові позиції в інноваційному потоці зосереджені у промислових лідерів. Має місце тут кластерна модель інноваційного розвитку.

Різновидом міжфірмової кооперації в сфері міжнародних відносин останнім часом є прагнення до спільного рішення найважливіших фінансових, технічних, виробничих та інших питань. Ця тенденція до розширення колективної практики в політиці великих фірм стала характерною для перших галузей НТП. При цьому учасники угод виконують взаємодоповнюючі функції в процесі проведення наукових досліджень і комерціалізації результатів. Це стратегічні або науково-технічні альянси (НТА).

Науково-технічним альянсом називають стійке об'єднання фірм різних розмірів між собою або з університетами, державними лабораторіями на основі угоди про спільне фінансування НДДКР, розробки або удосконалення продукції. Міжнародним альянс стає, коли його партнери – з різних країн. Існує кілька видів НТА: організація консорціумів та спільних підприємств, спільна науково-технічна та виробнича діяльність тощо.

У середньому приблизно з 1900 міжнародних угод американські компанії беруть участь у 85 %, західноєвропейські – у 65 і японські – у 40 %. Найбільш інтенсивні взаємозв'язки – США – Західна Європа. Створюючи нову технологію поза чіткими національними кордонами, міжнародні НТА знижують вплив чистих факторів різних країн, а саме: обмеженість ресурсів або жорсткий характер державного регулювання. Кожний з учасників альянсу робить свій внесок у вигляді наявних у нього інтелектуальних або матеріальних ресурсів, а після одержання результатів відповідно до визначеної домовленості одержує свою частку в інтелектуальній власності.

Утворення НТА особливо є важливим для дрібних та середніх компаній, які, не володіючи великими фінансовими і технічними можливостями, кваліфікованими кадрами та не маючи доступу до складного дорогого устаткування, укладають технологічні угоди між собою або з більшими фірмами.

## 7.4 Інноваційна діяльність в Україні та країнах–лідерах

Сьогодні світовий ринок високих технологій складає близько 2 трильйонів доларів, з яких на США припадає 39 %, Японію – 30 %, Німеччину – 16%. На одного вченого у світі припадає 10 менеджерів, які відбирають перспективні науково-технічні досягнення, своєчасно патентують винаходи, займаються просуванням наукоємних товарів на ринок. У нашій країні на 10 вчених припадає лише один менеджер.

Результатом інноваційної діяльності є інтелектуальний продукт, без якого неможливо створити конкурентоспроможне виробництво та продукцію. Тому найважливішою економічною метою передових компаній і країн є підтримання здатності національної економіки до інноваційного розвитку й ефективного використання найновіших технологій. Цей процес відображається динамікою показника наукоємності виробництва.

Наукоємність виробництва визначається як відношення витрат на дослідження і розробку до обсягу продаж. Саме цей показник використовується для класифікації галузей і виробництв за ступенем наукоємності та для проведення різноманітного аналізу інноваційного процесу. Щоб віднести галузь промисловості до наукоємної, названий показник має перевищувати середній рівень.

Питомі витрати на інноваційну діяльність у Франції і Німеччині склали в 1993 році 140 дол. на одного науково-технічного працівника, у США і Японії – відповідно 118 і 124 дол. (в Україні – близько 8 дол.).

Реальні витрати на науково-технічні розробки за останні чотири роки скоротилися більше, ніж у шість разів.

Протягом останніх п'яти років чисельність науково-технічних працівників в Україні зменшилася вдвічі. Щорічно за межі України емігрує в середньому близько 50 тис. дипломованих фахівців, причетних до інноваційної діяльності.

Зараз розвинуті капіталістичні країни, маючи 16% населення Землі, споживають 70% ресурсів, що втягуються у виробництво. Звідси випливає, що на душу решти 84% населення їх припадає в 12 разів менше.

Щоб повсюдно досягти того ж рівня споживання ресурсів на душу населення, що й у капіталістичних країнах, обсяг споживаних ресурсів має зрости більше, ніж у п'ять разів, за припущення, що в високорозвинених капіталістичних країнах обсяг виробництва не зросте.

Викладене підкреслює складність нинішнього економічного

становища і показує можливості інновацій і управління інноваційною діяльністю як умови забезпечення швидкого впровадження в економіку досягнень НТП.

НТП є основним джерелом економічних і оборонних досягнень держави. Тому підтримка інноваційних процесів з давніх часів стала справою державної ваги.

Успіх інноваційної діяльності залежить від науково-технічного потенціалу країни, що обумовлюється матеріально-технічною базою науки – науковими кадрами, фондами відкриттів, винаходів і організаційно–управлінською структурою забезпечення НДДКР.

У сучасних умовах ринкова держава бере в основному на себе функції стимулювання НДДКР з метою поповнення ринку новачів і визначає власні стратегічні пріоритети в інноваційній діяльності. Основні функції держави щодо управління інноваційною сферою показано на рис 7.5.



Рисунок 7.5 – Основні функції державного управління інноваційною сферою

Таким чином, для розвитку інноваційної діяльності держава:

- веде пряме бюджетне фінансування;
- надає безпроцентні банківські позички малим підприємствам, окремим винахідникам;
- створює інноваційні фонди, що користуються податковими і митними пільгами;
- створює мережу технополісів і технопарків;
- забезпечує правову охорону інтелектуальної власності;
- забезпечує конкуренцію в науковій і науково-технічній діяльності;
- сприяє розвитку міжнародного наукового співробітництва.

Інноваційна діяльність прямо зв'язана з управлінням змінами, викликаними переходом до ринку, кризою в різних галузях виробництва і корпораціях, а також зростанням перспективних виробництв із стрімким розвитком.

На даний час в Україні практично відсутня зважена інвестиційна політика держави, яка б стимулювала розвиток промислового виробництва. Зниження обсягів інвестицій у національну економіку за 1992 – 1996 рр. склало майже 70%. Без прямих реальних капітальних вкладень у виробництво стає неможливим ефективний розвиток інноваційного процесу, забезпечення конкурентноздатності. У 1996 р. на технічне переозброєння і реконструкцію діючих підприємств спрямовано всього 45% фактичної суми всіх капіталовкладень. Через відсутність чіткої програми інноваційного, технічного, а отже, і економічного розвитку, недостатнє фінансування науково–дослідних робіт – за технічним рівнем із 635 створених в Україні за останні роки зразків нових видів машин і устаткування тільки 1 % є кращим порівняно з кращими вітчизняними і закордонними аналогами. У 1997 р. на наукові дослідження в Україні було виділено всього 1,4 млрд. дол., тоді як у Німеччині – 22,5 млрд. дол. Частка валового внутрішнього продукту на фінансування науки в Україні в 1997 р. складала 0,7 %, у той час як у країнах Європи – 2 – 4 %, а в США – 6 – 7 %.

Необхідність активізації інноваційної діяльності в Україні надзвичайно актуальна. Основні причини цього, виділені вченими, подано на рис 7.6.



Рисунок 7.6 – Причини активізації інноваційної діяльності в Україні



Цей перелік необхідно доповнити ще деякими чинниками:

– відсутність на всіх рівнях управління систем менеджменту, орієнтованих на підвищення якості продукції, соціальний розвиток, конкурентоспроможність підприємств;

– орієнтація розвитку української економіки не на активізацію інноваційної діяльності, а на чинники виробництва та інвестиції. При цьому не враховується, що чинники виробництва та інвестиції мають бути не метою функціонування соціально-економічних систем, а засобом активізації інноваційної діяльності та підвищення за рахунок цього темпів економічного зростання.

Останнім часом в Україні намітилася тенденція до розвитку малих підприємств, для яких характерна набагато більша гнучкість порівняно з великими (хоча й імовірність розоритися в них теж набагато вища). На підтримку інноваційних процесів стали направлятися кошти комерційних і фінансових структур, кошти і гранти від закордонних і українських благодійних фондів. Таким чином, відбувається деяка трансформація системи фінансування.

Зміна структури і характеру технологічних зв'язків припускає, у свою чергу, розвиток міжнародної кооперації українських суб'єктів інноваційної діяльності. Цьому сприяє розрив зв'язків із традиційними партнерами і поява нових можливостей, насамперед завдяки відкриттю кордонів і зниженню рівня таємності у вітчизняній інноваційній сфері.

Практика функціонування провідних підприємств розвинутих країн світу свідчить, що на них створена така інноваційна структура і культура управління, в якій напрямки технологічного розвитку інтегруються в загальні стратегічні плани, політика зростання безпосередньо пов'язується з постійною розробкою перспективної продукції і проникненням у нові сфери діяльності. Пошук ефективних організаційних форм управління нововведеннями йде в двох напрямках: виділення і відокремлення підрозділів, що займаються нововведеннями й довгостроковими проблемами розвитку підприємства; створення механізму інтеграції та координації діяльності підрозділів у ході розробки і впровадження нововведень. Щодо становища інновацій в Україні можна говорити про позитивну в певній мірі тенденцію.

За даними Державного комітету статистики України за період з 1990 по 2001 роки різко змінилася галузева структура продукції промисловості. Так, за ці роки продукція електроенергетики зросла з 3,2 до 12,2%, паливної

галузі – з 5,7 до 10,1%, чорної металургії – з 11 до 27,4%, в той час як продукція машинобудування і металообробки знизилась з 30,5% до 13,2%, легкої промисловості – з 10,8 до 1,6%.

Інноваційна активність підприємств стримується відсутністю власних коштів, певними труднощами з матеріальними ресурсами, недостатністю заходів щодо державної підтримки вітчизняного виробника за досить активного проникнення іноземних фірм на національний ринок.

Важливим чинником негативного впливу на розвиток інноваційних процесів є кризовий стан науки в країні, бо незадовільний рівень її фінансування не тільки знижує ефективність, а й ставить під загрозу саме існування науки. Спроба залучити серйозні інвестиції в інноваційні проекти ускладнюється практичною неможливістю отримання фінансування в централізованих інноваційних фондах, високим рівнем відсоткових ставок кредитів у комерційних банках тощо. З офіційно передбачених Державним бюджетом України обсягів фінансування на науку в розмірі 1% у 1999 – 2000 роках виділено фактично 0,4%.

Виправлення такого становища в інноваційній сфері промислового виробництва передбачає необхідність корінної трансформації традиційних організаційних форм, подолання невиправданого монополізму, розробки скоординованої системи управління інноваційним розвитком, впровадження технопарків, технополісів, бізнес-інкубаторів, бо підйом промислових підприємств можливий за умови ефективного управління нововведеннями. Головним чинником створення інноваційної моделі розвитку промисловості, її економічного зростання повинні стати науково-технічні інновації. Саме такий принцип покладено в основу державної політики з метою обґрунтування інноваційної моделі структурної перебудови економіки України, її зростання.

Для піднесення промислового виробництва головним є професійне узагальнення накопиченого світового досвіду в сфері інноваційного менеджменту, обґрунтування стратегії його інноваційного розвитку.

## 7.5 Контрольні питання до розділу

1. Яке практичне значення сутності процесу перетворення науки в безпосередню продуктивну силу для обґрунтування економічної політики уряду ?

2. Назвіть особливості сучасного етапу науково–технічної революції, які мають найважливіше значення для економіки України, з огляду на природні багатства країни.

3. Сутність нового етапу науково-технічної революції.

4. Який вплив нового етапу науково-технічної революції на економічне зростання країни.?

5. Назвіть інноваційні теорії, їх застосування в сучасній інноваційній діяльності.

6. Обґрунтуйте, що інновація є джерело сучасного економічного зростання.

### Тестові завдання

1. Наукоємність виробництва визначається:

- а) обсягом інвестицій на наукові дослідження;
- б) відношенням витрат на дослідження до обсягу реалізації продукції;
- в) відношенням кількості працівників, зайнятих у дослідному виробництві, до всіх працюючих;
- г) відношенням обсягу нової продукції до всієї продукції.

2. Результатом інноваційної діяльності є:

- а) інвенція;
- б) новини;
- в) інновації;
- г) інтелектуальний продукт;
- д) технології.

3 Комерційне впровадження нової продукції чи нових засобів виробництва називається:

- а) винаходи;
- б) дослідження;
- в) розробки;
- г) інновація.

4. Конкурентоспроможність країни на світовому ринку залежить від:

- а) можливості швидко опанувати новації;
- б) інвестиційних можливостей.

в) здатності генерувати ідеї;

г) кількості університетів і науково-дослідних інститутів.

5. Економічна теорія, яка розглядає науково-технічний прогрес як чинник виробництва, називається:

- а) кейнсіанська;
- б) неокласична;
- в) класичний ренесанс.

6. Відносно якої країни маємо підстави говорити про переважний внесок її дрібного бізнесу в сучасні напрямки науково-технічного потенціалу:

- а) європейські країни;
- б) США;
- в) Японія;
- г) Англія;
- г) США та Японія.

7. Коли були вперше висловлені основні положення концепції нерівномірності інноваційної активності:

- а) наприкінці 1970-х років;
- б) на початку 1980-х років;
- в) у 1930-х роках;
- г) у 1990-х роках.

8. Ідеї, що є корисними для використання в бізнесі, але не обов'язково там упроваджуються, мають назву:

- а) інновація;
- б) дослідження;
- в) розробки;
- г) винаходи.

9. Основні риси, притаманні інноваційному суспільству:

- а) інтелектуалізація виробництва;
- б) стабільність;
- в) екологічність;
- г) незалежність;
- г) добробут населення.

10. Що повинна робити держава для розвитку інноваційної діяльності:

а) вести пряме бюджетне фінансування, створювати мережу технополісів і технопарків;

б) надавати безпроцентні банківські позички малим впровадженим підприємствам, окремим винахідникам, сприяти розвитку міжнародного наукового співробітництва;

в) створювати інноваційні фонди, які користуються податковими і митними пільгами, забезпечувати правову охорону інтелектуальної власності, забезпечувати конкуренцію в науковій і науково-технічній діяльності;

г) усе перераховане вище.

## 8 СУТНІСНА ХАРАКТЕРИСТИКА ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

### 8.1 Сфера інноваційної діяльності

У ринкових умовах інновації охоплюють усю економіку, включаючи продуктивні сили (засоби виробництва, навчання працівників) і виробничі відносини (форми і методи управління, поділу, спеціалізації і кооперації праці). На рівні підприємства (фірми) науково-технічний прогрес реалізується у вигляді інновації.

Інноваційну сферу можна визначити як область діяльності, спрямовану на формування тісно взаємопов'язаних між собою складових єдиної динамічної системи, орієнтованої на цілеспрямоване і прискорене здійснення діяльності для створення і поширення інновацій. На структурній моделі

(рис. 8.1) показані основні взаємообумовлені складові інноваційного середовища, у т.ч. нормативно-правова база, виробники і споживачі інноваційної продукції чи послуг, також складові, що забезпечують здійснення інноваційної діяльності в національних масштабах. При цьому практично кожна складова є багатофункціональною. Зокрема, нормативно-правові функції відображають методи державного регулювання відносин між розробниками та споживачами інновацій і інших структур у процесі вирішення проблеми на всіх етапах робіт (рис. 8.2).

За останнє десятиліття для розвитку інноваційної сфери було прийнято десятки найважливіших законів та інших нормативних актів, зокрема:

- про наукову і науково-технічну діяльність;
- про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки;
- про інноваційну діяльність;
- про інвестиційну діяльність;
- про наукову і науково-технічну експертизу тощо.

Innovation (англ.) – утворено з двох слів – латинського «новизна» і англійського префікса «ін», що означає «в», «введення». Отже, у перекладі з англійської «інновація» означає: введення нового, відновлення.



*Рисунок 8.1 – Основні складові інноваційної сфери держави*

Отже, інновація – це нововведення, яке пов’язане з науково-технічним прогресом (НТП) і полягає у відновленні основних фондів і технологій, в удосконаленні управління й економіки підприємства. Інноваційні (нововведення) також мають на увазі освоєння нової продуктової лінії (тобто сукупності контрактів на збут продукту і постачання покупних ресурсів, а також необхідних матеріальних і нематеріальних активів), заснованої на спеціально розробленій оригінальній технології, що здатна вивести на ринок продукт, який задовольняє не забезпечені ще потреби. Нова технологія може також зробити у зв’язку з своєю підвищеною продуктивністю доступною для споживачів істотно більшу кількість відомого їм продукту.

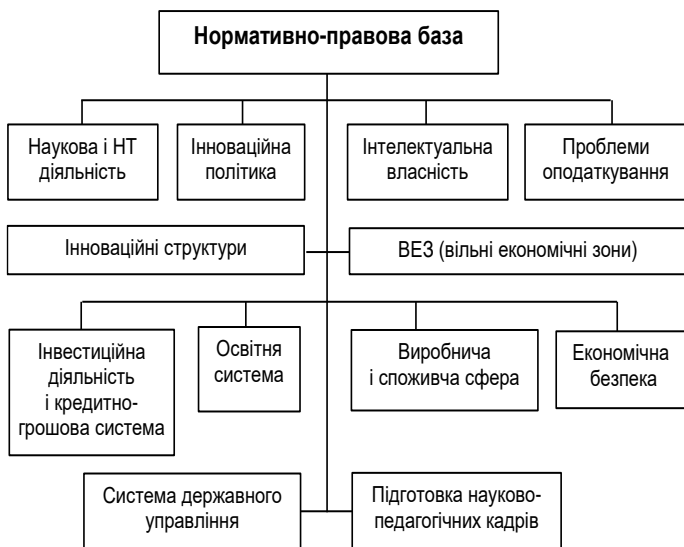


Рисунок 8.2 – Основні нормативно-правові функції

Інновація – кінцевий результат упровадження нововведення з метою зміни об'єкта управління й одержання економічного, соціального, екологічного, науково-технічного або іншого виду ефекту.

Нововведення можуть розроблятися як для власних потреб (з метою впровадження у власному виробництві або для накопичення), так і на продаж. На «вході» фірми як системи будуть нововведення, що можуть відразу впроваджуватися у форму інновацій або просто накопичуватися, чекаючи свого часу для впровадження. На «виході» фірми нововведення будуть тільки як товари.

Неправомірно в поняття «інновації» включати розроблення інновації, її створення, упровадження і дифузії. Ці етапи належать до інноваційної діяльності як процесу, результатом якого можуть бути нововведення або інновації.

Нововведення можуть розроблятися з будь-якої проблеми на будь-якій стадії життєвого циклу товару (стратегічний маркетинг, НДДКР і т. д.).

Доцільно розмежувати поняття «нововведення» і «інновація». Нововведення – це оформлений результат фундаментальних, прикладних досліджень або експериментальних робіт у будь-якій сфері діяльності, спрямованих на підвищення її ефективності. Нововведення можуть оформлятися у вигляді:



- відкриттів, винаходів; патентів, товарних знаків, раціоналізаторських пропозицій;
- документації на новий або вдосконалений процес;
- організації, виробництва або іншої структури;
- «ноу-хау»;
- наукових підходів або принципів;
- понять;
- документа (стандарту, методики, інструкції тощо);
- результатів маркетингових досліджень.

Інновації можуть бути радикальними – і тоді вони складають собою істотне відновлення бізнес-ліній підприємства. Інновації можуть також бути інкрементальними, тобто мають характер лише окремих удосконалень (продукту, процесів, матеріалів, способів збуту і постачання), – тоді вони виступають як часткове відновлення бізнес-ліній підприємства.

Для окремо узятого підприємства інновації зовсім не обов'язково означають, що знову освоювані підприємством бізнес-лінії і їхні елементи (нові продукти, процеси, канали постачання і збуту і т. п.) є піонерними, тобто новими для ринку (споживачів) і / або галузі. Інновації можуть мати на увазі перейняття продукту і технологій, уже створених і освоєних вітчизняними або закордонними піонерними інноваторами. При цьому може бути не менше п'яти можливих різновидів нововведень:

- створення нового товару (послуги);
- створення нового способу виробництва;
- застосування нового джерела чи виду сировини, енергії;
- відкриття нового ринку збуту;
- введення нових принципів організації діяльності фірми;
- управління фінансами.

Під інноваціями в широкому значенні розуміється прибуткове використання новацій у вигляді нових технологій, видів продукції і послуг, організаційно-технічних і соціально-економічних рішень виробничого, фінансового, комерційного, адміністративного чи іншого характеру.

Процес стратегічного маркетингу, НДДКР, організаційно-технічної підготовки виробництва, виробництва й оформлення нововведень, їх впровадження (або перетворення в інновацію) і поширення в інші сфери (дифузія) називається інноваційною діяльністю.

В умовах ринку, на якому формуються попит, пропозиція, ціна, головними компонентами інноваційної діяльності є новини, інвестиції та

нововведення.

Новини формують ринок новин (новацій), інвестиції – ринок капіталу (інвестицій), нововведення (інновації) – ринок чистої конкуренції нововведень. Ці три основні компоненти й утворюють сферу інноваційної діяльності.

Отже, інноваційна сфера – це система взаємодії інноваторів, інвесторів, товаровиробників конкурентоспроможної продукції та розвинутої інфраструктури.

## **8.2 Інноваційний процес, його етапи та стадії**

Інноваційний процес – це процес отримання та комерціалізації винаходу, нових технологій, видів продукції чи послуг, рішень виробничого, фінансового характеру та інших результатів інтелектуальної діяльності.

Інноваційний процес можна розглядати як процес фінансування, розроблення та впровадження нового продукту чи послуги; як паралельно– послідовний процес здійснення науково-дослідних, науково-технічних, виробничих, маркетингових робіт.

Розглянемо його як тимчасові етапи життєвого циклу цієї ідеї (рис. 8.3. і 8.4).

Ці етапи називають фазами інноваційного процесу. Фаза «наука». На цій фазі проводять фундаментальні дослідження; розробляють теоретичні підходи до вирішення даної проблеми. Цим займаються академічні інститути, вищі навчальні заклади, галузеві спеціалізовані інститути та лабораторії.



Рисунок 8.3 – Основні складові науково–технічної діяльності

Фаза «дослідження». На цій фазі проводять прикладні дослідження; здійснюють експериментальні дослідження; розробляють експериментальні моделі. Цим займаються наукові інститути та заклади, малі венчурні підприємства.

Фаза «розробка». На цій фазі визначають технічні характеристики нової продукції, розробляють інженерно-технічну документацію та конструюють новий продукт; створюють дослідні зразки; розпочинають експериментальне виробництво нового продукту. Роботи на цьому етапі виконуються в спеціалізованих лабораторіях, дослідних виробництвах, конструкторських бюро, науково-дослідних підрозділах великих промислових підприємств.

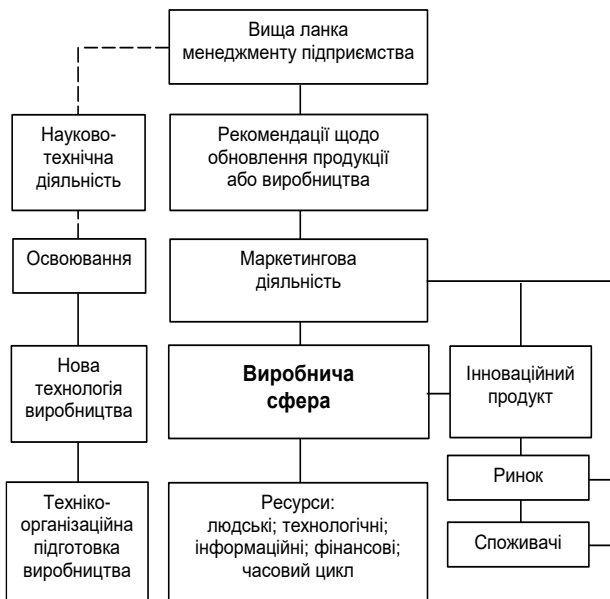


Рисунок 8.4 – Основні складові процесу супроводження і комерціалізації нововведень

Фаза «виробництво». На цій фазі провадять технічну й організаційну підготовку виробництва (МТЗ, створення допоміжних матеріалів, напівфабрикатів); масове виробництво. Цей етап здійснюється безпосередньо на підприємстві.

Фаза «споживання» охоплює збут продукції, задоволення попиту споживача. Таким чином, інноваційний процес – це перетворення ідей у нову або удосконалену продукцію, що користується стійким довгостроковим попитом на ринку. У зв'язку з тим, що інноваційний процес є динамічним, інноваційна політика підприємства також повинна змінюватись. Щоб мати конкурентні переваги на ринку, підприємство має турбуватися про створення великої кількості ідей та здійснення раціонального вибору.

Інноваційний процес можна розглядати з різних позицій і з різним ступенем деталізації:

- паралельно-послідовне виконання науково–технічної інновації, виробничої діяльності і маркетингу;
- у вигляді тимчасових етапів життєвого циклу інновації від виникнення ідеї до її розробки та впровадження;
- як процес фінансування та інвестування розробки для

впровадження і розповсюдження нового виду продукту або послуги.

У цілому інноваційний процес полягає в одержанні та комерціалізації винаходів, нових технологій, видів продукції та послуг, у вирішенні організаційно-технічних, економічних, соціальних та інших питань інноваційної діяльності.

Взагалі інноваційний процес можна подати у вигляді такої спрощеної моделі (рис. 8.5). Оновлення виробництва нерозривно пов'язане з його моделюванням, яке, в свою чергу, є невід'ємною частиною аналітичного апарату сучасної організації.

Моделювання – це процес, за якого оригінал – первинний об'єкт – логічно відтворений і поданий у вигляді імітації, названої моделлю. Модель має відтворювати найбільш істотні сторони оригіналу.

Найбільший інтерес (з точки зору управління інноваціями) викликають організаційні моделі, створені для дослідження організаційних систем і явищ. Моделювання організаційних систем підприємства є впорядкування, перетворення, покращення структури і взаємозв'язку системи, яка сприяє його функціонуванню.



Рисунок 8.5 – Укрупнені стадії інноваційного процесу

При моделюванні організаційних робіт головним завданням простих моделей є відображення організаційних відносин і зв'язків між явищами і

процесами, що складають інноваційний цикл (рис. 8.6).

Більш складною моделлю, що несе змістове навантаження, є функціональна інноваційна модель (рис. 8.7). Згідно з цією концепцією, нові знання, одержані в результаті фундаментальних, а потім і прикладних досліджень, породжують автоматично нові технології і продукти. Тому нові знання мають автоматично вести до економічного зросту.

Якщо ж критично поглянути на обидва наведені ланцюжки, то варто звернути увагу на недостатній взаємозв'язок складових блоків, відсутність сумісних елементів процесу і зворотних зв'язків.

Вказані недоліки відсутні у кібернетичній моделі інноваційного процесу, запропонованій угорським дослідником Б. Санто. Кібернетична модель відтворює інноваційний процес як комплексну систему, в якій елементи процесу складають підсистеми, що перебувають у постійному зв'язку і взаємодії з багатьма зворотними зв'язками. Модель подана в формі круга і виражає, по суті, безперервність і автономність суспільного процесу опрацювання інформації (рис. 8.8).



Рисунок 8.6 – Проста ланцюгова модель інноваційного процесу

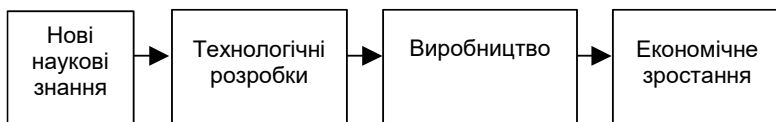


Рисунок 8.7 – Функціональна послідовність інноваційного процесу

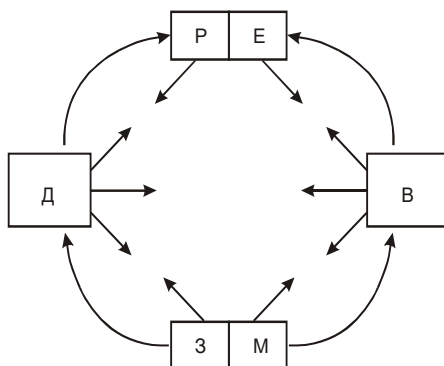


Рисунок 8.8 – Кібернетична модель інноваційного процесу:

Д – дослідження (результат дослідження, виникнення нових ідей);  
 Р – розробка; Е – експериментальне виробництво; В – виробництво;  
 М – маркетинг; З – збут.

Більш насиченою і привабливою (хоча й у вигляді ланцюга) є інноваційна модель Д. Дойла – відомого канадського підприємця (рис. 8.9).

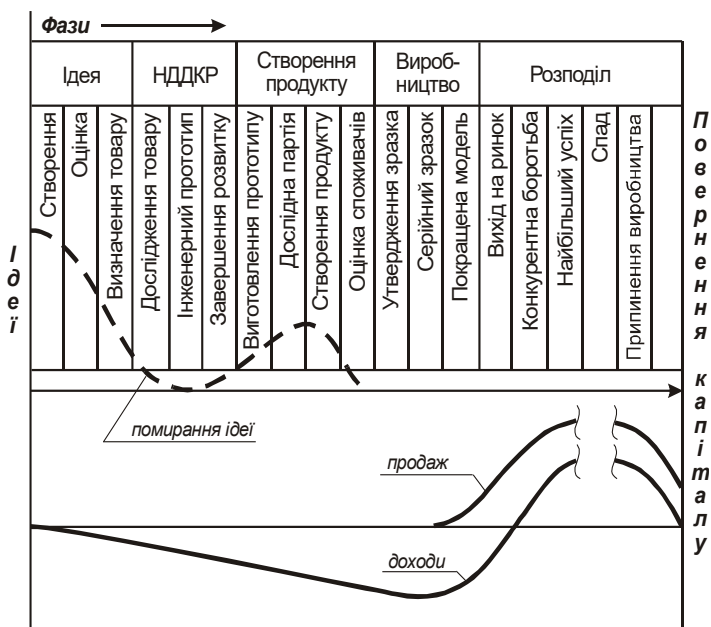


Рисунок 8.9 – Ланцюг інновацій (за Д. Дойлем)

Зрозуміло, що зв'язок і складності кожної фази будуть різними для різних виробів за технологією і виробничим циклом. Крім того, будуть розбіжності між бізнесом, орієнтованим на сервіс, і бізнесом виробництва товарів. Проте кожна з цих фаз обов'язково буде у кожному інноваційному циклі.

Продемонстрований ланцюг відповідає переважно технологічно насиченому виробництву. Більшість компаній проводять і НДДКР, і дослідження ринку протягом усього життєвого циклу товару, сподіваючись модифікувати його і знайти нові ринки. Саме ця діяльність запобігає випадковим погіршенням у продажі і, відповідно, у прибутку.

Зі схеми легко побачити: наш виріб міг би «вмерти» на будь-якому із наведених етапів, що пов'язано з великими труднощами подолання кожного етапу відновлення.

Необхідною є кількісна оцінка впровадження науково-технічних досягнень НТП, що характеризує їх як поступовий процес, який наростає залежно від збільшення в часі масштабів використання нововведень на підприємстві, в окремій галузі, а також споживачами нової продукції. Ці



характеристики з урахуванням їх зміни в часі мають такі особливості:

- на початковому етапі, після створення першого промислового зразка, під час освоєння серійного випуску продукції масштаби поширення нововведення в абсолютному виразі не досить помітні, хоча темпи цього розширення можуть бути і дуже високими;

- на етапі поширення нововведення завойовує потенційну сферу свого ефективного застосування, темпи розширення масштабів його використання перебувають на рівні попереднього періоду, і, як правило, вони знижуються з часом, коли спостерігаються значні абсолютні прирости;

- на завершальному етапі поширення нововведення проникає в інші сфери; при цьому темпи зростання й абсолютні прирости незначні і в міру насичення потреби чи заповнення сфери поширення поступово знижуються до нуля.

У разі поширення нововведення в новій галузі, де воно замінює чи витісняє стару продукцію, доцільне використання абсолютних показників поширення нової продукції і показників динаміки розвитку, які застосовувалися раніше. Ріст галузі визначається обсягом продукції, що раніше випускалася, при незначному зменшенні її питомої ваги в загальному випуску. Але в міру впровадження нової продукції зростання випуску старої припиняється і скорочується до нуля. У практиці роботи підприємств можливе також неповне витиснення новою продукцією тієї, що випускалася раніше; у цьому випадку передбачається їх співіснування в різних сферах застосування.

Масштаби і швидкість дифузії нововведень залежать також і від соціально-економічних чинників, що обумовлюють взаємозв'язок нововведення і зовнішнього середовища, в якому воно поширюється. Серед таких чинників слід відзначити: характеристики самого нововведення, його переваги у зіставленні з альтернативною продукцією, що задовольняє ті ж потреби; параметри середовища, у якому поширюється нововведення; виробнича потужність підприємства, що випускає продукцію на базі нововведення; наявність достовірної і повної інформації про нововведення. Важливе значення має і накопичення інформації про нововведення та його різноманітні ефекти в міру розширення його випуску і використання.

Поняття «новизна» зв'язано з невизначеністю, відсутністю знань у осіб чи підприємств, які впроваджують (приймають або запозичують) нововведення, складністю встановлення кількісного значення ефекту, реальна величина якого визначала б у результаті масштаб його поширення.

Загальновідомо, що прийняті рішення про впровадження нововведення носять суб'єктивний характер, їхня оцінка не точна на початкових етапах застосування чи поширення нововведення, вимагає уточнення очікуваних значень з урахуванням накопиченого досліду, чому і сприяє розширення масштабів його застосування.

Найбільш ефективним у пом'якшенні невизначеності є метод проб і помилок, що сприяє нагромадженню практичного досліду застосування нової продукції, техніки чи технологічного процесу. Ефект пом'якшення невизначеності пов'язаний також з інформаційним забезпеченням поширення нововведень.

Динаміка обсягу поширення нововведення у часі графічно може бути виражена кривою, на якій спочатку випуск чи використання нової продукції наростає досить повільно, потім ріст прискорюється і досягає деякого максимуму, а наприкінці поступово уповільнюється в міру насичення, як правило, обмеженої потреби.

Динаміка поширення нововведень установлюється шляхом екстраполяції трендів або економічних змінних для побудови виробничих функцій і полягає в:

- підборі до тимчасового спостережуваного ряду, який характеризує розвиток процесу дифузії, відповідної математичної функції;
- визначенні аналітичної залежності масштабів поширення нововведення від часу;
- установленні параметрів математичної функції з урахуванням змінних, що впливають на характер, швидкість, тривалість, граничний рівень інноваційного процесу.

Така математична функція має відповідати визначеним граничним умовам: на початковому моменті часу масштаби поширення мають нульове значення, а в кінці – дифузія завершується насиченням певної потреби або абсолютним заповненням області поширення. При цьому не завжди можна встановити кінцеве значення, яке асимптотично наближається до кривої, що відбиває зміни масштабів поширення в часі, бо обсяг виробництва нової продукції може безупинно зростати. В економічній літературі розглядається аналіз поширення нововведення у вигляді заміщення однієї продукції іншою на основі застосування об'ємного показника питомої ваги нової продукції в сумарному обсязі її виробництва чи використання в поєднанні зі старою. Крім того, може бути використана питома вага продукції в сумарній кінцевій її потребі чи питома вага в граничному загальному максимально можливому

обсязі виробництва або споживання. І в цьому випадку поширення нововведення завжди має верхнє кінцеве значення, що встановлюється незалежно від часу.

Такі показники масштабу поширення здаються досить універсальними, однак вони характеризують тільки результат інноваційного процесу, не торкаючись сутності його механізму, в основі якого лежить процес передачі інформації про нововведення, його характеристики, переваги і недоліки. При цьому передача загальновідомої інформації про нову продукцію з моменту її розробки здійснюється зовнішніми стосовно процесу джерелами. Вона створюється в процесі поширення нововведення в міру накопичення знань і досліду про його використання і в міру зниження ступеня невизначеності даних про його характеристики.

У процесі поширення нововведення тиражується на ринку новий продукт або техніка, створені в результаті наукових досліджень і дослідно–конструкторських розробок. Дослідження показують, що загальний ефект нововведення, заснованого на науковому відкритті чи винаході, істотно залежить від сфери його поширення, від ступеня охоплення нововведенням інших галузей. При цьому рівень і темпи НТП визначаються не тільки створенням окремих високоефективних зразків нової продукції, але і швидкістю, обсягом їх упровадження, темпами і масштабами поширення нововведень.

Інноваційна діяльність спрямована на практичне використання наукового, науково-технічного результату й інтелектуального потенціалу з метою одержання нової чи радикально поліпшеної виробленої продукції, технології її виробництва і задоволення платоспроможного попиту споживачів у високоякісних товарах і послугах, удосконалювання соціального обслуговування.

### **8.3 Система класифікації інновацій**

Основою технологічного прогресу, як відомо, є техніко–технологічні інновації, що виявляються у формі нових продуктів, технологій їх виготовлення і засобів виробництва.

У залежності від глибини внесених змін у новації виробництва виділяють такі їх класи (рис. 8.10).

Однак такий поділ новацій явно недостатній для проведення чіткої

межі між ними. Часом виникають труднощі і сумніви щодо того, до якої категорії відновлення відносити те чи інше нововведення.

У даний час існують різні класифікатори, що визначають той чи інший ступінь відновлення. Колектив учених під керівництвом С. Д. Льєнкової пропонує класифікацію інновацій за такими параметрами:

- 1) залежно від технологій: продуктові; процесні;
- 2) за новизною: нові для галузі у світі; нові для галузі в країні; нові для підприємства;
- 3) за місцем на підприємстві: інновації на вході; інновації на виході; інновації системної структури;
- 4) за глибиною внесених змін: радикальні (базові); поліпшуючі; модифікаційні;
- 5) за сферою діяльності (пропозиція РНПСІ): технологічні; виробничі; економічні; торгові; соціальні; управлінські.

П.Н. Завлін пропонує класифікацію інновацій залежно від:

- 1) галузі застосування: управлінські; організаційні; соціальні; промислові;
- 2) етапу НТП: наукові; технічні; технологічні; конструкторські; виробничі; інформаційні;
- 3) ступеня інтенсивності: «бум»; рівномірні; слабкі; масові;
- 4) темпу здійснення: швидкі; уповільнені; наростаючі; рівномірні; стрибкоподібні;
- 5) масштабу інновацій: трансконтинентальні; транснаціональні; регіональні; великі, середні, дрібні;
- 6) за результативністю: високі; низькі; стабільні;
- 7) за ефективністю: економічні; соціальні; екологічні; інтегральні.

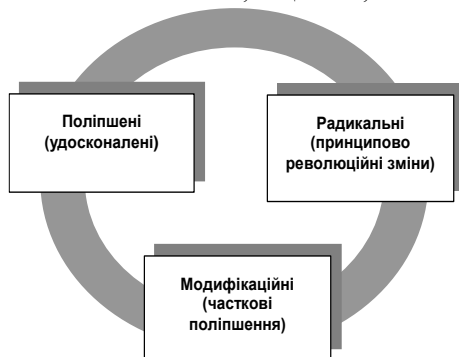


Рисунок 8.10 – Основні класи інновацій

Трохи інший підхід до класифікації новацій запропонував дослідник Ільдеменов С.В. Його класифікація ґрунтується на мірі використання отриманих знань і галузі застосування нововведень у різних сферах суспільства:

1. Новації, засновані на використанні фундаментальних наукових знань, результати яких широко застосовуються в різних сферах (наприклад, ЕОМ).

2. Нововведення, що також спираються на наукові дослідження, але мають обмежену галузь застосування (вимірювальні прилади для хімічного виробництва).

3. Розроблені з використанням уже існуючих знань нововведення з обмеженою сферою застосування (новий тип змішувача для сипучих матеріалів), що входять у комбінації різних типів знань в одному продукті (створення нового покоління автомобілів).

4. Використання одного продукту в різних галузях (наприклад, новий вид полімерної тари).

5. Технічно складні нововведення, що з'явилися як побічний результат великої дослідницької програми (керамічна каструля, створена на основі досліджень, проведених у рамках космічної програми).

6. Застосування уже відомої техніки чи методів у нових галузях (використання окремих видів військової техніки в результаті конверсії в окремих сферах інтелектуального виробництва).

Розглянемо деякі типології інновацій, які найчастіше зустрічаємо в спеціальній літературі.

Типології інновацій, запропоновані А. Пригожиним:

1) за типом нововведення: матеріально–технічні (техніка, технологія, матеріали); соціальні; економічні; організаційно–управлінські; правові;

2) за інноваційним потенціалом: радикальні (базові); комбінаторні (використання різноманітних сполучень); модифіковані (що покращують, доповнюють);

3) за ставленням до свого попередника: замінні (замість застарілого); відмінюючі (виключають виконання операцій); поворотні (до попереднього); нові (аналогів немає);

4) за обсягом застосування: точкові; системні (технологічні, організаційні тощо); стратегічні (принципи управління, виробництва і т. п.);

5) за ефективністю (цілями): за ефективністю виробництва; за ефективністю управління; за поліпшенням умов праці.

6) за соціальними наслідками: соціальні витрати, зумовлені новими видами монотонної праці, шкідливими умовами тощо.

7) за особливостями механізму здійснення: одиничні (на один об'єкт); дифузійні (на багато об'єктів); завершені і незавершені; успішні і неуспішні;

8) за особливостями інноваційного процесу: внутріорганізаційні; міжорганізаційні;

9) за джерелом ініціативи: пряме соціальне замовлення; у результаті винаходу.

М. Хучек пропонує типологію за такими характеристиками:

1) оригінальність характеру змін: оригінальні (творчі); неоригінальні (наслідують);

2) ступінь складності: непов'язані (менш удосконалені); пов'язані (колективний результат);

3) галузь господарства: матеріалізовані (тверді); нематеріалізовані (м'які, управлінські);

4) ступінь новизни: новинки світового масштабу; новинки в країні або галузі; новинки на підприємстві;

5) радіус дії: впроваджені на підприємстві; впроваджені за межами підприємства;

6) соціально-психологічні умови впровадження: рефлекторно, усвідомлено; впроваджені без тривалого обмірковування;

7) запланована сфера застосування: технічні і технологічні; організаційні та економічні; суспільні (позавиробничі).

Професор Фатхутдінов Р.А. виділив такі основні критерії класифікації інновацій:

– набору класифікаційних ознак, які застосовуються для аналізу і кодування;

– можливість кількісного (якісного) визначення критерію;

– наукова новизна і практична цінність пропонованої ознаки класифікації.

Перераховані критерії закладені в його систему класифікацій нововведень.

Однак найцікавішою здається класифікація словацьких дослідників, у якій найбільш повно і диференційовано показано відновлення виробництва за видами і ступенями. Вони вважають, що зміна, пов'язана з відновленням, є переходом від нинішнього стану до певного нового рівня. В залежності від

«відстані» між первісним і новим рівнем, тобто від глибини і якості змін, розрізняють кілька ступенів відновлення, тобто класів і рядів, що утворюють спектр нововведень.

При цьому кожний ступінь відновлення необхідно доповнити даними про носіїв змін, які забезпечують упровадження нововведення, а також вказати виробничі фактори, які беруть участь у цьому відновленні.

Слід зазначити, що інтенсивність відновлення виробництва необхідно диференціювати за ступенями. Кожен ступінь відновлення характеризується визначеною довжиною хвилі циклу відновлення. З підвищенням ступеня відновлення довжина хвилі його циклу збільшується, а частота зменшується.

Чим нижчий ступінь відновлення, тим більша кількість змін і їхня частота. Це необхідно враховувати, в першу чергу, при відновленні виробництва організаційного характеру. Тому великі організаційні перебудови, а також відновлення виробництва на вищих ступенях повинні мати меншу частоту змін, ніж на нижчих, на яких дрібні зміни і удосконалення відбуваються безупинно.

Необхідно відзначити, що, використовуючи дану таблицю, необхідно враховувати деякі її особливості, наприклад правила так званих горизонтального і вертикального ланцюжків.

Правило горизонтального ланцюжка означає, що відновлення виробничого характеру викликає ланцюгову реакцію відновлення усіх факторів на відповідній ступені інновації. Якщо ці зміни не відбуваються, то таке відновлення не вважають ефективним.

За правилом вертикального ланцюжка зміни, спрямовані від нижчого ступеня до вищого, причому зміни, що сталися на певному рівні оновлення виробництва, вбирають зміни всіх інших факторів на його нижчих ступенях.

Таким чином, кожен фактор створює свій вертикальний ланцюжок змін. При цьому одночасно на кожному ступені відбувається також горизонтальний ланцюжок змін, пов'язаних з оновленням виробництва.

Отже, основні критерії класифікації інновацій мають враховувати:

- комплексність набору класифікаційних ознак для аналізу і кодування;
- можливість кількісного (якісного) визначення критерію;
- наукову новизну і практичну цінність запропонованої ознаки класифікації.

Для спрощення управління інноваційною діяльністю на основі класифікації інновації кодують.

Кодування може бути укрупненим (з одним знаком для класифікації) і детальним (з двома і більше знаками для класифікації). Кодування інновацій можливе в межах країни й у світовому масштабі. У цьому випадку на початку коду вказується код країни, галузі, фірми. Кодування дає змогу автоматизувати процес пошуку й переробки, добору, що дає значний ефект і активізує інноваційну діяльність.

#### **8.4 Життєвий цикл інновацій**

Інноваційний проект охоплює всі стадії інноваційної діяльності, пов'язаної з трансформацією науково-технічних ідей у новий чи удосконалений продукт, впроваджений на ринку, у новий чи удосконалений технологічний процес, використаний у практичній діяльності, або в новий підхід до соціальних послуг. З погляду стадій здійснення інноваційної діяльності проект містить у собі НДР, проектно-конструкторські і дослідно-експериментальні роботи, освоєння виробництва, організацію виробництва і його пуск, маркетинг нових продуктів, а також фінансові заходи.

В основі розгляду змісту інноваційного проекту за процесом його формування і реалізації, тобто технологічно, лежить концепція життєвого циклу інноваційного проекту, яка виходить з того, що інноваційний проект є процес, який відбувається протягом кінцевого проміжку часу. Життєвий цикл інновацій – це період від зародження ідеї, створення і поширення нововведення до його використання.

У такому процесі можна виділити ряд послідовних за часом етапів (фаз), що відрізняються видами діяльності, які забезпечують його здійснення.

Інноваційний проект, розглянутий як процес, що відбувається в часі, охоплює такі етапи.

Розглядаючи інноваційний проект за елементами організації, можна виділити в ньому дві частини: органи управління формуванням і реалізацією проекту й учасники інноваційного проекту.

Управління інноваційними проектами можна розглядати з трьох позицій: як систему функцій; як процес прийняття управлінських рішень; як організаційну систему.



З позицій функціонального підходу до управління інноваційними проектами процес управління полягає в реалізації функцій. Кожна управлінська функція також є процесом, тому що також складається із серії взаємозалежних дій. Процес управління реалізується за допомогою всіх десяти функцій менеджменту.

Як процес прийняття управлінських рішень управління інноваційними проектами є виконанням у певній послідовності взаємозалежних етапів. За всієї розмаїтості підходів до структуризації зазначеного процесу бачиться доцільним виділити такі основні етапи процесу прийняття рішень:

Істотною особливістю процесу ухвалення рішення є виконання на кожному етапі цього процесу інших етапів у різних сполученнях. Це пов'язане з тим, що кожен етап цього процесу ухвалення рішення, в свою чергу, є процесом (мікропроцесом) прийняття рішень, що вимагає визначення мети, пошуку рішень і т. д. і застосування відповідних методів обґрунтування і вибору рішень (принцип «колеса в колесі»). Як організаційна система, управління інноваційними проектами характеризується організаційною структурою, яка включає склад і взаємозв'язок органів управління, регламентацію їхніх функцій, обов'язків, прав і відповідальності, технологію управління і побудована таким чином, що всі органи управління забезпечують досягнення кінцевої мети проекту.

З огляду на три розглянутих аспекти поняття «управління» можна дати його визначення. Управління інноваційним проектом – це процес прийняття і реалізації управлінських рішень, спрямованих на реалізацію інноваційної ідеї і пов'язаних з визначенням цілей, організаційної структури, плануванням заходів і контролем над ходом їхнього виконання.

Управління інноваційними проектами повинно ґрунтуватися на сукупності науково обґрунтованих і перевічених практикою принципів, до яких належать:

Принцип селективного управління. Суть принципу полягає в підтримці проектів за пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки й адресній підтримці інноваторів – авторів комплексних проектів.

Принцип цільової орієнтації проектів на забезпечення кінцевих цілей. Цей принцип допускає встановлення взаємозв'язків між потребами в створенні інновацій і можливостями їхнього здійснення. При цьому кінцеві цілі конкретних проектів орієнтуються на потреби, а проміжні – на кінцеві цілі цих проектів.

Принцип повноти циклу управління проектами. Цей принцип допускає замкнуту упорядкованість складових частин проектів як систем. Повний цикл процесу управління допускає всю сукупність рішень: від виявлення потреб до управління передачею отриманих результатів.

Принцип етапності інноваційних процесів і процесів управління проектами (рис. 8.11). Даний принцип допускає опис повного циклу кожного етапу формування і реалізації проекту. Принцип етапності відображає властивість послідовного нагромадження інформації під час виконання етапів і стрибкоподібний, якісний перехід у новий стан за умови задоволення зовнішніх вимог до завершення даного стану.

Принцип ієрархічності організації інноваційних процесів і процесів управління ними допускає їхнє подання з різним ступенем діяльності, що відповідає визначеному рівню ієрархії. Усі рівні діяльності узгоджуються один з одним так, що нижчий рівень підкоряється вищому, а стани (прийняті рішення, мета, проміжні і кінцеві результати) процесу на вищому рівні обов'язкові при визначенні станів на нижчому.

Принцип багатоваріантності у виробленні управлінських рішень. Інноваційні процеси протікають під сильним впливом невизначених факторів, які необхідно враховувати в процесі управління (рис. 8.12). Для зниження ступеня невизначеності необхідний перехід до підготовки різноманітних альтернативних рішень відносно вибору кінцевих цілей проектів, альтернативних способів їх досягнення, варіантів комплексного забезпечення робіт, включаючи різний склад виконавців, вартість і тривалість виконання робіт, матеріально-технічні ресурси й умови стимулювання виконавців.

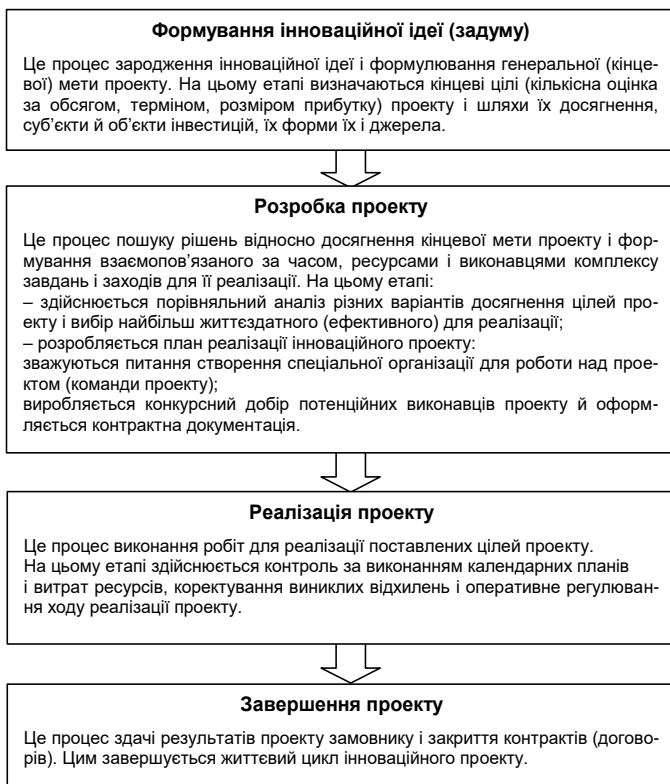


Рисунок 8.11 – Етапності інноваційних процесів і процесів управління проектами

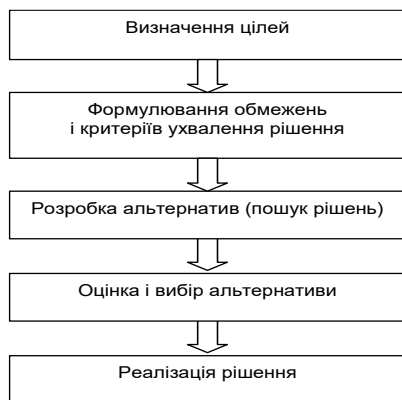


Рисунок 8.12 – Процес зниження ступеню невизначеності

Принцип системності, що полягає в розробці сукупності заходів, необхідних для реалізації проекту (організаційно-економічних, законодавчих, адміністративних, технологічних і т.д.) у взаємозв'язку з концепцією розвитку країни в цілому.

Принцип комплексності. Тут мається на увазі, що розробка окремих пов'язаних між собою елементів проектної структури, які забезпечують досягнення підцілей, повинна здійснюватися відповідно до генеральної (загальної) мети того чи іншого проекту.

Принцип забезпеченості (збалансованості), який полягає в тому, що всі заходи, передбачені в проекті, мають бути забезпечені різними видами необхідних для його реалізації ресурсів: фінансових, інформаційних, матеріальних, трудових.

Узагальнено цикл управління можна проілюструвати двома стадіями:

На першій стадії визначається мета проекту й очікувані кінцеві результати, дається оцінка конкурентоспроможності і перспективності результатів проекту, можливого ефекту, формується склад завдань і комплекс заходів проекту, здійснюється планування проекту й оформлення його. Найважливішою на цій стадії є оцінка можливості реалізації проекту.

На другій стадії вибираються організаційні форми управління, зважуються завдання виміру, прогнозування й оцінки оперативної ситуації, що склалася після досягнення результатів, витрат часу, ресурсів і фінансів, аналізу й усунення причин відхилення від розробленого плану, корекції плану.

Підвищення ефективності виробництва на підприємстві неможливе без широкомасштабного впровадження новітніх досягнень науки і техніки, одним зі способів якого є поширення чи дифузія науково-технічних нововведень. У життєвому циклі нового продукту саме в ході їх поширення визначаються вигідні галузі застосування науково-технічного досягнення і практична реалізація потенційно закладеного в ньому корисного ефекту.

## **8.5 Стратегія і тактика відновлення виробництва**

Стратегія відновлення виробництва в компаніях і на підприємствах значною мірою залежить від державної політики в галузі НДДКР, від вибору державних пріоритетів, що здійснюється з врахуванням:

1) державної політичної мети інноваційної діяльності. Наприклад, Японія визначила цю мету так: перетворити країну в могутню науково-технічну державу; США мають іншу мету – зріст добробуту населення; Україна – перетворити країну в технологічну державу;

2) наявності і запасів корисних копалин. Якщо копалин багато, то можливий розвиток усіх галузей видобувної й обробної промисловості;

3) географічної характеристики країни. Розташування на карті світу, природні умови, розміри, чисельність населення також відіграє роль у виборі наукових пріоритетів;

4) науково-технічного потенціалу країни, який також впливає на становлення завдань держави в галузі новацій;

5) спрямованості економічного зросту, розрахованого на задоволення внутрішнього ринку чи завоювання світового.

Після вибору пріоритетів у галузі НДДКР необхідно визначитися в питаннях:

- які ліцензії необхідно закупити за кордоном, а які технології розробляти власними силами;

- за якими науковими напрямками проводити підготовку в себе, а за якими — направляти студентів, аспірантів і фахівців за кордон;

- як стимулювати державні і приватні фірми в проведенні наукових досліджень;

- як залучити іноземні організації до розвитку наукових досліджень і виробництва в країні;

- як залучити іноземні інвестиції на розвиток науки, техніки, виробництва;

- як забезпечити співдружність вузівської науки і виробництва;

- які напрямки фундаментальних досліджень взяти під егіду держави;

- яку систему захисту організувати для досягнень науки і техніки;

- для якої іноземної продукції створити митні бар'єри, а для якої – стимулювати імпорт.

Інформація про державні пріоритети і плани реалізації НДДКР має бути доведена до науково-технічної громадськості і всього населення країни, щоб усім було ясно, які блага обіцяє досягнення поставлених цілей.

Ця обставина є базою й орієнтиром для компаній і підприємств у виробленні своєї власної стратегічної політики в галузі інноваційної діяльності.

Основу вироблення інноваційної стратегії складають теорія життєвого циклу продукту, ринкова позиція фірми і проведена нею науково-технічна політика.

Стратегічні новації – це нововведення, впровадження яких носить випереджувальний характер з метою одержання вирішальних конкурентних переваг у перспективі.

Зазначених попереджень можна домагатися тільки засобом постійного зросту необхідних витрат на НДДКР.

У США, наприклад (за даними Бруклінського інституту у Вашингтоні), щорічно витрачається більше 45 млрд. дол. на НДР. При цьому доведено, що скорочення вкладень у цю сферу може викликати уповільнення чи припинення росту валового національного продукту, а припинення взагалі може привести до раптового спаду національного доходу.

Завданням окремого підприємства є визначення своїх стратегічних пріоритетів у власній інноваційній діяльності.

Інноваційна стратегія будь-якої фірми залежить від двох важливих складових:

- 1) обсягу і характеру її ресурсів (кадрового потенціалу, фінансів, портфеля патентів і ліцензій, якості ринкової інформації);
- 2) ринкової позиції і загальногосподарської стратегії (частки ринку, ступеня доступу до джерел фінансів і сировини, лідерства у галузевій конкуренції і т.д.).

На основі аналізу зовнішнього становища фірми і внутрішніх можливостей компанія вибирає відповідну інноваційну стратегію – наступальну, оборонну, авангардну, імітаційну.

Наступальна стратегія характерна для фірм, діяльність яких базується на принципах «підприємницької конкуренції» і які випускають на ринок товари з принципово новими споживчими якостями. Вона властива малим інноваційним фірмам, а також великим об'єднанням, корпораціям, що диверсифікують свою діяльність.

Оборонна стратегія спрямована на підтримку наявних конкурентних позицій фірми на існуючих ринках. Головна складова такої стратегії – оптимізувати співвідношення «витрати – результати» в інноваційних процесах.

Авангардну стратегію найчастіше використовують корпорації, що мають сильні ринкові і технологічні позиції. Вони звичайно зберігають дуже гарну репутацію, і їм не потрібно витрачати багато зусиль для забезпечення

достатнього попиту на пропоновані нові товари чи послуги.

Імітаційна стратегія застосовується майже всіма фірмами в тій чи іншій мірі, а також тими компаніями, яким не вдається бути піонерами в просуванні на ринок тих чи інших нововведень. При цьому вони в більшості випадків копіюють основні споживчі властивості нововведень малих інноваційних фірм чи корпорацій-лідерів.

Розробка стратегії може здійснюватися трьома шляхами: зверху вниз, знизу нагору і за допомогою консультативної фірми. У першому випадку стратегічний план розробляється керівництвом компанії і як наказ спускається по всіх рівнях управління.

При розробці «знизу нагору» кожен підрозділ (служба маркетингу, фінансовий відділ, виробничі підрозділи, служба НДДКР і т.д.) розробляє свої рекомендації, складаючи стратегічний план у межах своєї компетенції. Потім ці пропозиції надходять керівництву фірми, що узагальнює їх і приймає остаточне рішення з обговоренням у колективі. Це дозволяє використовувати досвід, накопичений у підрозділах, безпосередньо пов'язаних з досліджуваними проблемами, і створює в працівників враження однаковості всієї організації в розробці стратегії.

Фірма може скористатися і послугами консультантів для дослідження організації і вироблення стратегії.

Спланована стратегія компанії і зміни в стратегії товару, як правило, обговорюються вищим керівництвом фірми з доведенням їхніх результатів до членів усього колективу.

Необхідно, щоб інвестори і розроблювачі нового продукту були переконані в тім, що компанія зуміє конкурувати з іншими новими надходженнями на ринку.

Для цього розробляється відповідний план дій, що знаходить висвітлення в бізнес-плані. Цей план має стати найважливішим документом для залучення всіх зацікавлених сторін у здійсненні наміченого проекту.

Часто бізнес-план містить у собі так звані товаро-міграційні карти, що можуть допомогти в цьому серйозному і відповідальному процесі.

У плануванні нової справи за першими товарами (послугами) повинні піти швидко два інших – один з меншою ціною і гіршою функціональністю, інший з більш високою ціною і кращою функціональністю. Така серія товарів є можливою за сучасної технології, і вона повинна допомогти виявити смак покупця.

З одного боку, новий продукт має підняти функціональність за ту ж

ціну, а з іншого боку, він повинен мати ту ж функціональність за ту ж ціну. Є багато шляхів досягнення цього, але для технологічно інтенсивних товарів нова серія продуктів буде ґрунтуватися на новій технології.

Як відомо, покупці купляють товари за їхню якість, функції і вигоди. Тому тільки за поліпшення якісних характеристик можна змінювати і ціни. Але щоб змінювати якість, необхідно розглядати не тільки щоденні, але й перспективні інтереси покупця. Тільки розумне поєднання тактики і стратегії фірми в ланцюжку «покупець – ринок – новації» дозволяє домогтися успіхів у боротьбі за покупця на ринку.

З аналізу різних сторін відновлення виробництва випливає, що для загальної ефективності виробництва вирішальними факторами є не частота зміни циклу відновлення, величина цих змін чи витрати на відновлення виробництва, а їхня взаємна збалансованість і підсумковий результат.

На досягнення загального системного результату спрямовані всі види аналізу процесу відновлення виробництва. Таким результатом аналізу, в першу чергу, повинна бути програма відновлення виробництва, що включає окремі заходи, але не є їхньою простою сумою.

Програма відновлення виробництва на підприємстві є синтезом рішень. У неї повинні включатися всі нововведення (новації) за їхніми видами, за всіма етапами нововведень із вказівкою виконавців цих змін.

Ця програма є комплексним процесом прийняття рішень з освоєння нових виробів, відновлення парку машин і устаткування, технологічних, конструкторських, організаційних, соціологічних та інших змін.

У результаті цього процесу оновляється усе виробництво, в тому числі і виробничо-технічна база підприємства, а також капітальне будівництво, технічне і матеріальне забезпечення виробництва.

Тому процес відновлення виробництва доцільно розглядати у вигляді загальної організаційної моделі. Організаційна модель виробництва повинна виступати не метою, а інструментом, за допомогою якого відображають процеси, що відбуваються.

Процес прийняття рішень можна розчленувати на основні етапи, які показано на рис. 8.13.



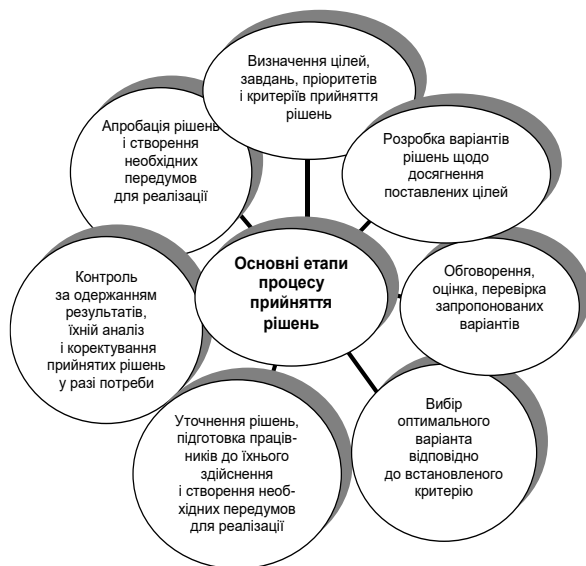


Рисунок 8.13 – Основні етапи процесу прийняття рішень

За такого трактування процесу прийняття рішення в нього включено:

- визначення цілей;
- аналіз релевантної інформації;
- мотиваційні заходи;
- оцінку варіантів рішень і вибір найкращого;
- забезпечення і реалізація прийнятих рішень.

Недоцільно рішення про виробництво нового виробу звужувати тільки до технічної сторони питання, як часто буває на практиці. Необхідно враховувати обставини комерційного, економічного, виробничого характеру.

Багатоступінчастий процес відновлення виробів можна зобразити у вигляді простої узагальненої моделі, на якій показано основні види й етапи даного процесу.

Кожен блок цієї моделі вимагає докладного аналізу.

Про точність прогнозу  $P$  як результату прогностичної роботи можна судити, зіставляючи його з дійсністю  $D$ , яка стала відомою пізніше. Найбільш точний прогноз буде при  $P = D$ , що, на жаль, зустрічається в практиці дуже рідко.

Якщо прогноз стосується галузі визначення тривалого розвитку якого-небудь явища, то проблема є не особливо складною. Найбільш

складно визначити в майбутньому процесі розвитку точку (чи інтервал) прогресивної зміни в наявній тенденції – так звану точку вигину, у якій прогнозована крива має мінімальний радіус кривизни. На графіку S-подібної кривої це буде точка повороту ( $A[a_1, a_2, a_3]$ ) (рис.8.14).

Саме ця точка має найбільше значення в прогнозуванні розвитку досліджуваного явища. Ця точка відбиває вирішальний момент, зокрема, для комерційної, технічної політики і відновлення виробництва в цілому (рис. 8.14).

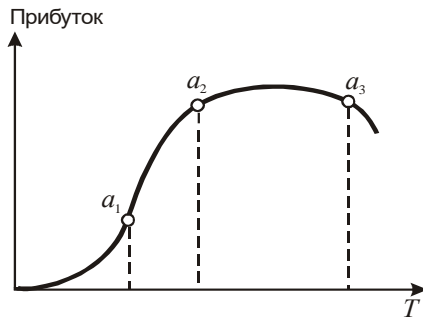


Рисунок 8.14 – Точки прогресивних змін на S-й кривій розвитку

Для промислових виробів прогресивна зміна визначається не точкою, а швидше інтервалом, а не яким-небудь точним моментом; причому цей інтервал може позначати тривалий час (місяць, рік і навіть більше).

Пошук і точне (або хоча б приблизне) визначення зазначеної точки є головною проблемою в прийнятті рішень про випуск нового виробу.

Невміння вчасно усвідомити необхідність зміни продуктів і технології може призвести до великих втрат у позиціях на ринку чи змусити фірму припинити свою діяльність у раніше прибутковій для неї сфері бізнесу. У той же час технологія здатна служити основним і могутнім інструментом, за допомогою якого фірма може завоювати і зберегти перевагу в конкурентній боротьбі.

Усередині фірми перехід до нової технології важкий не тільки з фінансової сторони, але й з культурної та психологічної, тому що вона підриває сформовану в науково-технічного персоналу і впливових керівників схему дій для досягнення успіху. Крім того, нова технологія загрожує позиціям влади і її впливу у фірмі.

Дослід показує, що коли нова технологія докорінно відрізняється від

старої (як, наприклад, виробництво вакуумних ламп від твердотілої технології), то фірми часто змушені відмовлятися від тієї сфери діяльності, де вони у свій час займали становище лідерів. Так, люди, що знають сучасну електронну промисловість, навряд чи згадають назви основних фірм – виробників електронних ламп, що існували близько 30 років тому.

Коли нова технологія відноситься до тієї ж галузі знань, що і заміняє (наприклад, поява біотехнології у фармацевтичній промисловості), то фірма звичайно зберігає напрямок своєї діяльності, але продовжують існувати проблеми своєчасного усвідомлення необхідності змін і їхнього проведення. Якщо нова технологія належить до категорії, що швидко розвивається, то, звичайно, старі фірми-лідери галузі не встигають вчасно зреагувати і втрачають свої конкурентні позиції. Так сталося, наприклад, у випадку з американською автомобільною промисловістю, якій було нанесено удар швидко розвинутою технологією виробництва компактних автомашин.

Проблема переходу до нової технології ще більше ускладнюється, якщо вона одночасно і плідна, і мінлива. Коли виникає нова технологія, фірма вже глибоко втягнена в конкурентну боротьбу, створила нові види продукції в межах старої технології. Проведені нею дослідження і розробки спрямовані на забезпечення цієї боротьби і стають перешкодою на шляху переходу до нової технології.

В даний час будь-яка історично стабільна галузь здатна миттєво перетворитися в мінливу внаслідок вторгнення суміжних технологій. Це може статися на будь-якій ділянці життєвого циклу попиту, але викликає особливо складні проблеми на етапі зрілості галузі, як це відбувається, наприклад, із сучасною автомобільною промисловістю.

Нові технології разом з автоматичними системами проектування і виробництва ведуть до революційних змін у розробці і випуску нової продукції. Завдання керівництва фірми полягає в тому, щоб реально оцінити наслідки застосування нової технології. В умовах емоційних навантажень, обумовлених низьким попитом, дуже просто прийти до висновку, що нова технологія докорінно змінить продукцію і викличе широкомасштабне розширення попиту. Однак це може відбутися тільки в тому разі, якщо прогрес настільки революційний, що робить застарілою продукцію, яка вже заповнила ринок. В автомобільній промисловості, наприклад, поява безлюдного заводу не пов'язана з такими наслідками.

У багатьох великих фірмах, де історично стабільні технології перетворилися в плідні і мінливі, а також у фірмах, що вирішили

диверсифікувати виробництво через проникнення в наукоємні галузі, існує розрив між загальним керівництвом і науково-технічними фахівцями, зокрема:

1. Інформаційний розрив. Він виникає через те, що, як правило, носіями найважливіших знань (які ще не оформилися і важко піддаються кількісній оцінці) про перспективи, ризик, наслідки і вартості технології є дослідники і розроблювачі. Однак ця категорія співробітників ізольована від стратегічного керівництва фірми декількома ступенями керівників, що некомпетентні в технологічних питаннях і не цікавляться ними.

Часто трапляється, що наслідком інформаційного розриву є той факт, що загальне керівництво фірми приймає рішення про фінансування НДДКР на підставі первісних оцінок проектів без врахування, як правило, великого обсягу додаткових витрат, які будуть необхідні для того, щоб нова продукція чи технологія почала приносити дохід. Це все одно, що оцінювати розміри «технологічного айсберга» за тією його часткою, яка виступає з води.

2. Семантичний розрив. Виникає через розходження в мові, концепціях і розумінні чинників успіху між загальним керівництвом і керівниками НДДКР. Домагаючись нових інвестицій, керівники НДДКР виходять із розуміння технічних параметрів продукції як чинників успіху фірми. Якщо загальне керівництво не розбереться в характері цих технологічних претензій і не розгляне їх з точки зору перспективного комерційного розуміння, то ресурси фірми можуть бути спрямовані на рішення, яке породить нові проблеми.

Прикладом неправильного розуміння загальним керівництвом технологічних питань можуть служити багатомільйонні вкладення коштів фірмою «Ексон» у створення електродвигунів особливого виду. Аналогічні вкладення фірми «Х'юлетт-Пакард» у розвиток виробництва електронних годинників були обумовлені нездатністю її керівництва зрозуміти, що в галузі споживчих товарів краще зроблений з погляду технології продукції ще не гарантований широкий ринок, що маркетинг і правильне врахування особливостей ринку можуть виявитися важливішими, ніж технологічні переваги.

3. Співвідношення між цілями і витратами. Мета загального керівництва фірми – одержання оптимального доходу на ресурси, що витрачаються. Технологія – один із засобів досягнення цієї мети – не має самостійної цінності і не розглядається як самоціль. Крім того, якщо

керівник не є науково-технічним фахівцем, то він намагається уникати складної і заплутаної технології. Інтерес до відкриттів і оригінальних технологічних рішень у нього мінімальний.

Навпаки, моральне задоволення, пов'язане з відкриттями, оригінальність рішень і професійний престиж виступають як самоціль для професійного дослідника чи розроблювача. У той же час проблема кінцевої окупності і прибутковості інвестицій стає для них негативним фактором, тому що це заважає роботі над цікавою проблемою.

Співвідношення цілей і витрат визначає підхід до продукції, що рекомендується до виробництва. Для науково-технічного фахівця технологічна досконалість продукції – достатня підстава для виходу на ринок, у той час як керівництво фірми повинно бути впевненим у її потенційній прибутковості.

Коли фірма здійснює великі інвестиції в нововведення, її організаційні можливості багато в чому залежать від того, яке значення надається дослідженням порівняно з розробками. Концепції «дослідження» і «розробки» у міркуваннях керівників виявилися настільки міцно пов'язаними (завдяки об'єднувальному терміну «НДДКР»), що при прийнятті рішень часто ігноруються важливі відмінності між ними. Це стає особливо очевидним, коли компанії намагаються використовувати свій досвід у дослідженнях при вирішенні проблем розробок. У зв'язку з вищевикладеним доцільно ввести терміни: «організація, орієнтована на дослідження» і «організація, орієнтована на розробки» - для того, щоб підкреслити необхідність концентрації зусиль в одному випадку в галузі фундаментальних і експериментальних досліджень, а в іншому – на розробці комерційної продукції. Як уже відзначалося, у більшості компаній наявне змішування (конгломерат) обох напрямків діяльності.

Орієнтовані на дослідження організації характеризуються такими рисами:

1. Немає чітких вимог до результатів досліджень. Керівництво фірми може визначати найважливіші напрямки роботи, але чітко не встановлювати необхідних на кожному з них результатів. Завдання організації, орієнтованої на дослідження, полягає у відкритті нових наукових фактів і взаємозв'язків, що мають потенційне комерційне значення.

2. Наявна тенденція до прокламування стратегічних установок і відомостей про ринок серед науково-технічного персоналу з метою інформування окремих працівників. Це зумовлено нездатністю

сформулювати чіткі вимоги до результатів досліджень і в той же час прагненням стимулювати творчість і пошук альтернатив, які б узгоджувалися з цілями загального керівництва.

3. Розподіл робіт не носить директивного характеру. Через те що вимоги до показників результатів досліджень чітко не визначені, методичний підхід і потенційний внесок носять скоріше індивідуальний, ніж груповий характер. Керівники допускають вільну індивідуальну ініціативу, орієнтують співробітників на виконання чітко визначеного завдання окремо.

4. Постійне проведення оцінки і добору проектів. Дослідження, як правило, дають альтернативні ідеї і рішення. Крім того, відкриття конкурента чи результат, отриманий у рамках суміжного проекту, можуть знецінити частину проведених досліджень чи змінити їхній пріоритет. Тому потрібно постійно переглядати портфель проектів, щоб забезпечити своєчасні зміни їхнього статусу і пріоритету.

5. Наслідки досліджень часто неочевидні. Необхідна якість керівника стратегічного розвитку фірми – здатність компетентно оцінити технічне і комерційне значення результатів досліджень.

Історія відкриттів повна випадковостей (наприклад, відкриття Каррутером нейлону), коли внутрішнє осяяння, викликане несподіваним експериментом, приводило до незапланованого комерційного успіху.

6. Комерція в проведенні досліджень менш важлива, ніж пошук істотно кращого вирішення проблеми, що дає переваги на ринку чи в одержанні прибутку. Тому стимулюють новаторство навіть за рахунок зменшення ефективності, ослаблення планування і контролю.

Організації, орієнтовані на розробки, відзначаються такими особливостями.

1. Наявні чітко визначені вимоги до результатів розробок. Мета розробок зрозуміла. Загальна оцінка може бути здійснена на ранній стадії конструювання. Завдання полягає не в одержанні нових знань, як у випадку дослідження, а в тім, щоб використовувати наявні знання для реалізації прибуткових рішень.

2. Управління носить директивний характер. Робота, яку слід виконати, програмується від початку до успішних випробувань продукції. Керівники визначають мету, розподіляють завдання, оцінюють і контролюють виконання. Відносна численність працівників, орієнтованих на розробку проектів, - конструкторів, випробувачів, креслярів, фахівців з виробництва – вимагає значних зусиль щодо координації і керівництва

колективом – більших, ніж у дослідницькій організації.

3. Контроль над виконанням проекту. На відміну від організації, орієнтованої на дослідження, де багато хто працює паралельно над вирішенням проблеми в цілому чи її окремих частин, організація, орієнтована на розробки, програмує пов'язані між собою завдання і здійснює контроль, що забезпечує досягнення цілей у встановлений термін і в межах витрат. Часто, коли виникає альтернатива: дотримання встановленого терміну закінчення розробки чи внесення в останню хвилину нововведень – керівники віддають перевагу своєчасному виходу на ринок.

4. Вразливість до змін. При високому рівні витрат, великій чисельності зайнятих і жорстких строках реалізації проект може серйозно постраждати через зміни, які відбуваються в ході його виконання, чи зміни вимог до кінцевих результатів. Дослідження, проведені фірмою «Маккінзі», показують, що управлінські і програмні зміни відбиваються на зрості витрат і на термінах закінчення проекту в більшій мірі, ніж інженерні і технічні зміни.

Через розходження в розглянутих характеристиках стає очевидною непридатність управлінських принципів і системи контролю, використовуваних у компанії, орієнтованій на дослідження, для керівництва фірми, діяльність якої пов'язана в основному з розробками, і навпаки.

Розглянемо такий приклад. Президент компанії, діяльність якої визначається розвитком технології, був переконаний, що сильне дослідницьке відділення має ключове значення для переходу до нової продукції й одержання високого прибутку. Таке відділення висунуло багато ідей, але розробило мінімум готових товарів. Президент реагував на ситуацію, що створилася, збільшенням кількості дослідників. Керівники компанії, відповідальні за маркетинг, виробництво і фінансову діяльність, почали з обуренням іти у відставку. Знизилися доходи і курс акцій компанії. Незабаром після цього президент був замінений.

Новий президент почав з посилення функцій, орієнтованих на розробки, що прийшли в занепад під час «розгулу» в галузі досліджень. Потім він став скорочувати чисельність дослідників, що перевершувала, за деякими оцінками, у 3 рази персонал, який компанія могла вмістити. Протягом семи років після вступу на посаду нового президента компанія в умовах сильної конкуренції успішно просунула на ринок серію технічно нових продуктів. Її виробничі, ринкові, фінансові функції і діяльність у галузі розробок досягли рівня, що відповідає можливостям найбільш сильних

конкурентів. Незважаючи на значне скорочення штатів, якість досліджень й управління ними не погіршилися, а процес управління дослідницькою діяльністю був істотно раціоналізований.

Наведений приклад наочно демонструє необхідність розумної збалансованості досліджень і розробок для досягнення високих результатів у функціонуванні і розвитку будь-якої компанії.

## **8.6 Контрольні питання до розділу**

1. Дайте визначення, що таке технологічний засіб виробництва.
2. Назвіть причини, які обумовлюють прогресивність технологічного способу виробництва.
3. Дайте характеристику економічного прогресу.
4. Назвіть найбільш загальний критерій економічного прогресу
5. Що таке інформаційне суспільство?
6. Які елементи економічної системи, притаманні інформаційному суспільству?
7. Назвіть зміни, зумовлені розвитком інформаційного суспільства

### **Тестові завдання**

1. Інноваційна діяльність – це:
  - а) діяльність, спрямована на реалізацію яких-небудь проєктів;
  - б) діяльність, пов'язана з науково-технічними розробками;
  - в) діяльність, спрямована на управління науково–технічним потенціалом фірми;
  - г) робота з приводу розробки, підготовки та переходу на новий продукт;
  - д) процес упровадження у виробництво нового продукту чи послуги.
2. Новації можуть бути продуктом
  - а) розумової діяльності;
  - б) несподіваної події;
  - в) демографічних змін;
  - г) кризи;
  - д) потреби виробничого процесу.
3. Нововведення, що ведуть переважно до еволюційних перетворень у сфері діяльності конкретних підприємств, є:



- а) локальними;
- б) економічними;
- в) соціальними;
- г) глобальними;
- д) технічними.

4. Технічні нововведення зумовлюють насамперед відповідні:

- а) соціальні нововведення;
- б) організаційні нововведення;
- в) економічні нововведення;
- г) локальні нововведення;
- д) глобальні нововведення.

5. Результатом інноваційних процесів є:

- а) нововведення;
- б) інновація;
- в) новинки;
- г) інвенція;
- д) винахід.

6. Пропозиція щодо використання якоїсь уже обґрунтованої та впровадженої ідеї інновацій називається:

- а) нововведенням;
- б) інвенцією інновацій;
- в) ініціацією інновацій;
- г) дифузією інновацій;
- д) усі відповіді правильні.

7. Інновації, які є реакцією на нововведення, здійснюване конкурентами, називаються:

- а) стратегічними інноваціями;
- б) реактивними інноваціями;
- в) юридичними інноваціями;
- г) псевдоінноваціями;
- д) соціальними інноваціями.

8. Модель як економічна категорія:

- а) умовний образ об'єкта дослідження;
- б) реальний об'єкт у мініатюрі;
- в) образ об'єкта, що відображає найбільш істотні його характеристики;
- г) креслення, графічне представлення чого-небудь;

д) відображення реального об'єкта.

9. Інноваційні процеси, результатом яких є нові вироби, технології їх виготовлення, засоби виробництва, називаються:

- а) економічними;
- б) технічними;
- в) соціальними;
- г) організаційними;
- д) юридичними.

10. Пріоритетними напрямками науково–технічного прогресу є:

- а) створення нових технологій;
- б) удосконалення існуючих технологій;
- в) застосування прогресивних базових технологій;
- г) застосування інноваційних технологій;
- д) правильна відповідь відсутня.

## **9 МАРКЕТИНГОВИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ Й ВИВЕДЕННЯ НА РИНОК НОВОГО ВИРОБУ**

### **9.1 НДР та ДКР як фактор конкурентного успіху**

Підготовка виробництва на заводі-виготовлювачі є заключною частиною інноваційного процесу, особливо якщо вивід виробу на ринок підготовлений пробним маркетингом. У підготовці виробництва беруть участь практично всі служби заводу-виготовлювача.

Початок процесу формування конкурентного успіху при виведенні на ринок нового продукту лежить у перетинанні безліч маркетингових і науково-технічних рішень. Наявність сумісних потреб певних ринкових сегментів і технологічних можливостей їх забезпечити створює фундамент технологічно обґрунтованої стратегії. Однак цей лише початок. Технологічно обґрунтована стратегія може не привести до економічного успіху, якщо в заводу немає можливостей організувати виробництво з витратами, що дозволяють використовувати на ринку ціни, сумісні з купівельною спроможністю населення. Далі позиція конкурентного успіху залежить від конкурентного статусу заводу-виготовлювача, його ресурсів, стратегії й інтенсивності конкурентних дій інших виготовлювачів.

Будь-яке уведення нового виробу на ринок – ризикований захід. Відзначено, що інновації досягають успіху в 65% випадків (по опитуваннях 700 англійських компаній), хоча тільки 10% з них були по-справжньому новими, а 20% – лише новими версіями товарів. Таким чином, введення нового товару на ринок – рід статистичної гри. Велика кількість проміжних етапів перед виводом товару на ринок покликано знизити ризик, однак на все це потрібен час.

Як узагальнення маркетингового підходу до НДР та ДКР і виводу продукту на ринок приводиться рис.9.1.



Рисунок 9.1 – Маркетинговий підхід до НДР та ДКР і виводу продукту на ринок

## 9.2 Економічна оцінка інженерних рішень (науково–технічних проєктів)

При економічному аналізі інвестицій у промислові потужності й у НДР та ДКР можна відзначити наступне розходження. Економічна інформація у випадку ухвалення рішення, наприклад, про будівництво заводу більше надійна, чим при рішеннях по більшості науково-технічних проєктів, особливо на ранніх етапах. З іншого боку, НДР та ДКР мають та перевага, що їх звичайно можна припинити з меншими фінансовими втратами.

У процесі розробки проєкту мають місце певні "контрольні крапки":

- рішення про розробку повного комплексу робочої документації;
- рішення про виробництво дослідженого зразка;
- рішення про створення виробничої бази.

У випадку позитивного рішення в кожній "контрольній крапці" виділяються відповідні фінансові ресурси. Тому до переходу до наступної фази проєкту повинна здійснюватися його переоцінка, тобто економічний аналіз. При цьому зниження технічної невизначеності – лише одна сторона

такого уточнення. Інша мета – зменшення економічної невизначеності проекту, його ринкової майбутності.

При певних обставинах для великих проектів вартість розробки може виступати як вирішальний фактор. У таких випадках потрібні більше точні оцінки, і, отже, необхідно зосередити зусилля на одержанні необхідної інформації. Розглянемо кілька конкретних ситуацій. Для певного кола складних технічних виробів характерний високий рівень витрат на НДР та ДКР і невелика кількість виробів на стадії виробництва. У цьому випадку може виявитися бажаним зменшення загальних витрат на НДР та ДКР за рахунок деякого зниження технічного рівня виробів ("краще – ворог гарного"). Однак подібне зниження витрат на НДР та ДКР може привести до збільшення питомих витрат виробництва. Ситуація ілюструється рис. 9.2, де варіант 1 – високі витрати на НДР та ДКР, низькі питомі виробничі витрати; варіант 2 – знижені витрати на НДР та ДКР і більше високі питомі виробничі витрати. Очевидно, що при порівняно невеликих обсягах випуску вигідніше варіант 2 фінансові політики.

При орієнтації на створення продукту з коротким життєвим циклом (наприклад, при прогнозі появи нового технічного принципу) фінансовий успіх у більшій мірі буде залежати від подовження життєвого циклу товару за рахунок його більше швидкої розробки й впровадження на ринку. Таким чином, можуть виявитися доцільними додаткові витрати на прискорення НДР та ДКР.

При розробці продукту, призначеного для ринку, зайнятого вже освоєним продуктом, що випускається конкурентом, успіх буде залежати або від розробки більше дешевого або більше якісного продукту. Однак априорі неясно, що zvolіє споживач. Тому необхідні додаткові витрати на маркетингові дослідження, оскільки правильне рішення має ключове значення для успіху продукту. Слід зазначити, що підвищення технічного рівня, як правило, супроводжується зростанням витрат виробництва.

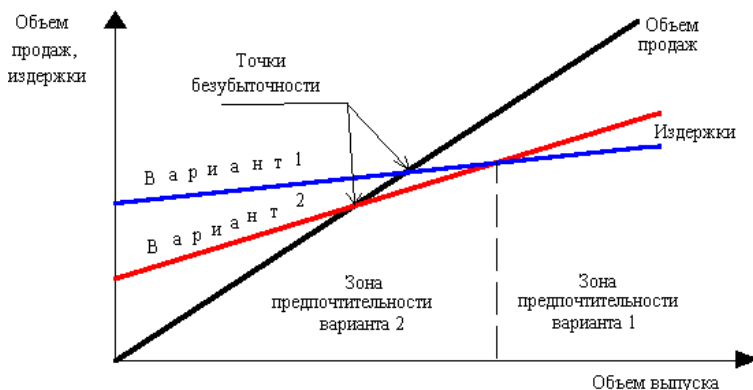


Рисунок 9.2 – Чутливість прибутку до вартості НДР та ДКР для високотехнологічних проектів з низьким обсягом продажів

Таким чином, економічний аналіз може розглядатися як безперервний процес у рамках НДР та ДКР. Реалістичний підхід до проблеми базується:

- на визнанні того факту, що первісний відбір;
- обмежене рішення;
- на виявленні тих областей, де економічний успіх особливо чутливий до помилок в оцінках;
- на виділенні ресурсів на інформацію в цих "чутливих областях";
- на використанні отриманої інформації для прийняття рішень (відмова від проекту, його переорієнтування, необхідність додаткових витрат на інформацію, що має вирішальне значення).

### 9.3 Оцінка ефективності інвестицій у НДР та ДКР

Як правило, виконання проектів НДР та ДКР і підготовка виробництва розтягуються на значні строки. Це викликає необхідність зіставлення грошових вкладень, зроблених у різний час, тобто дисконтування. З урахуванням цієї обставини номінально однакові по сумі витрат проекти можуть мати різну економічну значимість. Проект, що вимагає більших витрат у початковий період свого здійснення, буде по цьому факторі менш привабливим, чим проект, інвестиції в який рівномірно розподілені в часі або навіть зрушені в основному на більше пізні строки.

Для НДР та ДКР типовим часом приведення при дисконтування є

час початку проекту, а для проекту, що включає виробництво, звичайно всі витрати й доходи приводяться до моменту початку серійного виробництва.

Нагадаємо основні формули дисконтування (курс фінансового менеджменту):

а) справжня вартість майбутніх грошових потоків:

$$P_H = \frac{P_V}{(1+d)^t}, \quad (9.1)$$

де  $P_V$  – майбутня вартість грошових потоків;  $d$  – дисконтна ставка;  $t$  – роки (час дисконтування);

б) майбутня вартість справжнього грошового потоку

$$P_V = P_H (1+d)^t \quad (9.2)$$

в) справжня вартість майбутнього рівномірного грошового потоку

$$P_H = R \frac{(1+d)^n - 1}{d(1+d)^n}, \quad (9.3)$$

де  $R$  – величина річного грошового потоку;  $n$  – число років інвестицій;

г) справжня вартість майбутнього рівномірного грошового потоку з урахуванням інфляції

$$P_H = \frac{R_0}{d-1} \left[ 1 - \left( \frac{1+i}{1+d} \right)^t \right], \quad (9.4)$$

де  $R_0$  – величина грошового потоку в перший рік;  $i$  – річний відсоток інфляції.

Для оцінки ефективності інвестицій можуть застосовуватися статичні й динамічні критерії прибутковості. Статичні критерії не враховують дисконтування. Вони прості у використанні й можуть

застосовуватися для короткострокових проектів і грубих оцінок. У цьому випадку критеріями ефективності будуть прибуток від проекту за весь строк виробництва розробленого продукту й статичний період окупності засобів, витрачених на НДР та ДКР і підготовку виробництва.

Динамічні критерії враховують тимчасову зміну вартості грошей шляхом дисконтування. Критеріями ухвалення рішення при цьому будуть:

- прибуток, віднесена на цей момент;
- динамічний строк окупності;
- внутрішня норма окупності.

Формули для розрахунку прибутку й прибутку, віднесеної на цей момент, дані в табл. 9.1

Таблиця 9.1– Формули розрахунку прибутку при статичних і динамічних критеріях ефективності інвестицій

Прибуток від реалізації продукції по проекту ( $\Pi_C$ )	Прибуток від реалізації, віднесена на цей момент часу ( $\Pi_g$ )
Нерегулярний грошовий потік $\Pi_C = \sum_{t=1}^n \Pi_t^r$	Нерегулярний грошовий потік $\Pi_g = \sum_{t=1}^n \frac{\Pi_t^r}{(1+d)^t}$
Регулярний грошовий потік $\Pi_C = n\Pi^r$	Регулярний грошовий потік $\Pi_g = \frac{(1+d)^n - 1}{d(1+d)^n} \Pi^r$

У табл. 9.1:  $t$  – поточний рік;  $\Pi^r$  – річний прибуток при регулярному грошовому потоці;  $\Pi_t$  – річний прибуток в  $t$ -м році;  $d$  – дисконтна ставка;  $n$  – число років реалізації продукції.

Статичні й динамічні строки окупності інвестицій можна одержати як рішення наступних рівнянь:

$$Q = \sum_{t=1}^{T_{OK}} \Pi_t^r \quad (9.5)$$

(у випадку нерегулярного грошового потоку при статичному критерії ефективності);



$$Q = T_{OK} \Pi^T \quad (9.6)$$

(у випадку регулярного грошового потоку при статичному критерії ефективності);

$$Q = \sum_{t=1}^{T_{OK}} \frac{\Pi_t^T}{(1+d)^t} \quad (9.7)$$

(у випадку нерегулярного грошового потоку при динамічному критерії ефективності);

$$Q = \frac{|(1+d)^{T_{OK}} - 1| \Pi^T}{d(1+d)^{T_{OK}}}, \quad (9.8)$$

де  $Q$  – обсяг інвестицій;  $T_{OK}$  – строк окупності інвестицій.

Для випадків регулярного грошового потоку можна одержати явні вираження для строку окупності інвестицій.

При статичному критерії

$$T_{OK} = \frac{Q}{\Pi^T} \quad (9.9)$$

При динамічному критерії

$$T_{OK} = \frac{-\ln\left(1 - \frac{dQ}{\Pi^T}\right)}{\ln(1+d)} \quad (9.10)$$

Розглянемо приклад:  $Q=1000$  умов.од.,  $d=10\%$ ,  $\Pi^T=200$  умов.од.

При статичному критерії строк окупності

$$T_{OK} = \frac{1000}{200} = 5 \text{ років} \quad (9.11)$$

при динамічному критерії

$$T_{OK} = \frac{-\ln\left(1 - \frac{0,1 \cdot 1000}{200}\right)}{\ln 1,1} = 7,3 \text{ роки.} \quad (9.12)$$

При нерегулярному грошовому потоці значення строку окупності можуть бути отримані табличним або графічним методами рішення з використанням відповідного програмного забезпечення.

Внутрішній темп окупності – реальні середньорічні відсотки віддачі інвестиції. Порівняння внутрішнього темпу окупності з банківською дисконтною ставкою дозволяє оцінити ефективність капіталовкладень.

Розглянемо конкретний приклад використання оцінок ефективності інвестицій для вибору варіанта проекту НДР та ДКР – виробництво нового виробу. Припустимо, що є варіант проекту, фінансова сторона якого відбита в табл. 9.2.

Таблиця 9. 2 – Грошові потоки варіанта проекту НДР та ДКР – виробництво продукту

t, роки	Етап	Вартість етапу, прибуток	Дисконтуванні вартість етапу й прибуток
-4:-3	НДР	-50	-73
-3:-2	ДКР	-100	-133
-2:-1	ДКР	-100	-121
-1:0	Підготовка виробництва	-100	-110
		Сума = -350	Сума = -437
0:1	Виробництво	+200	+181
1:2	- " -	+200	+165
2:3	- " -	+200	+150
3:4	- " -	+200	+137
4:5	- " -	+200	+125
		Сума = +1000	Сума = +758

Дисконтна ставка прийнята рівної  $d=10\%$ . Всі грошові потоки наведені в умовних одиницях.

Часом приведення при дисконтуванні є початок серійного

виробництва й комерційної реалізації нового виробу. Використовуючи раніше наведені формули, легко розрахувати, що:

- статичний період окупності  $T_{OK}^C = 350 / 200 = 1,75$  року;
  - динамічний період окупності  $T_{OK}^D = 2,6$  роки;
  - статична оцінка кумулятивного прибутку проекту  $1000 - 350 = 650$ ,
  - динамічна оцінка кумулятивного прибутку 321.
- Внутрішній темп окупності  $X$  знайдемо з наступних співвідношень:

$$(1 + T)^{T_{OK}} = 2$$
$$\lg(1 + X) = \frac{\lg 2}{2,6} = 0,116 \quad (9.13)$$
$$X = 0,31.$$

Наведені співвідношення явно показують необхідність дисконтування при оцінці подібних проектів. Ступінь економічної ефективності проекту в порівнянні з дисконтною ставкою (10%) визначає середньорічну рентабельність проекту (тут 21%).

Припустимо, у розроблювачів проекту виникла альтернативна пропозиція: поліпшити деякі технічні характеристики виробу, що дасть можливість збільшити його ринкову ціну й відповідно збільшити річний прибуток на 10% (220 замість 200). Ціною поліпшення технічних характеристик проекту є необхідність продовження ДКР на 0,5 року й додаткові інвестиції в 50 одиниць. Грошові потоки по цьому варіанті відбиті в табл. 9.3. Для зручності порівняння час приведення при дисконтуванні збережено.

Таблиця 9.3 – Грошові потоки при варіанті II

t, роки	Етап	Вартість етапу, прибуток	Дисконтуванні вартість етапу й прибуток
-4:-3	НДР	-50	-73
-3:-2	ДКР	-100	-133
-2:-0,5	ДКР	-150	-176
- 0,5:+0,5	Підготовка виробництва	-100	-100
		Сума = -400	Сума = -482
0,5:1	Виробництво	+110	+100
1:2	- " -	+220	+181
2:3	- " -	+220	+165
3:4	- " -	+220	+150
4:5	- " -	+220	+137
		Сума = +990	Сума = +733

Відповідні фінансові показники варіанта II:

- статичний період окупності  $T_{OK}^C = 1,83$  року;
- динамічний період окупності  $T_{OK}^D = 2,75$  роки;
- статична оцінка кумулятивного прибутку 590;
- внутрішній темп окупності 29%.

Таким чином, варіант II не витримує порівняння з варіантом I за фінансовими критеріями.

Припустимо, що ухвалено рішення сполучити підготовку виробництва з останніми етапами ДКР і тим самим почати його в колишній термін. При цьому загальний обсяг виробництва збільшиться й відповідно динамічна оцінка кумулятивного прибутку буде приблизно дорівнює 350, тобто перевершить відповідну величину по I варіанті. Динамічний період окупності в цьому випадку буде 2,3 роки, тобто скоротиться на 0,45 року, що дасть можливість при досягнутому внутрішньому темпі окупності зробити більше ранні інвестиції в інші настільки ж прибуткові проекти й одержати додатково ще 72 одиниці прибутку. Таким чином, фактор часу грає дуже істотну роль в економічній діяльності фірми (скорочення строку НДР та ДКР і підготовки виробництва не тільки збільшує обсяг прибутку за рахунок комерційної реалізації додаткової продукції, але й вивільняє засоби для нових прибуткових проєктів, збільшуючи загальний прибуток фірми).

#### 9.4 Облік фактора ризику у фінансовому аналізі

Будь-яке економічне рішення припускає ризик. Завжди існує ймовірність того, що проект виявиться невиправданим з технічної точки зору або технічно успішний проект зазнає невдачі на ринку. Якщо  $P_i$  – ймовірність технічного успіху, а  $P_C$  – комерційного, то ймовірність того, що інвестиції в проект виявляться неефективними, дорівнює  $(1 - P_i P_C)$ .

У випадку невеликих інвестицій проекти можна порівнювати тільки по очікуваній величині відносини ефект–витрати, модифікованого з урахуванням загального ризику:

$$E = \frac{B}{C} P_i P_C, \quad (9.14)$$

де  $B$  – ефект або результат;  $C$  – витрати.

Слід зазначити, що фактично немає ніяких більш надійних методів оцінки складових ймовірностей успіху проекту, чим суб'єктивні експертні оцінки. У цьому випадку економічний ризик – можливі втрати всієї суми інвестицій у проект.

У випадку великих проектів, що відволікають істотну частину ресурсів компанії, основний ризик полягає в перевищенні реальними витратами на НДР та ДКР фінансових можливостей компанії. Це дуже розповсюджена причина невдач у сфері бізнесу, пов'язаного з великими проектами НДР та ДКР. Таке може трапитися й у тому випадку, коли очікуваний показник "ефект–витрати" залишається привабливим навіть при росту витрат.

Результати аналізу ризику можна використовувати для порівняння ступенів переваги проектів, наприклад, за допомогою діаграми «Очікуване відношення "ефект–витрати" – очікуваний ризик» (рис.9.3).

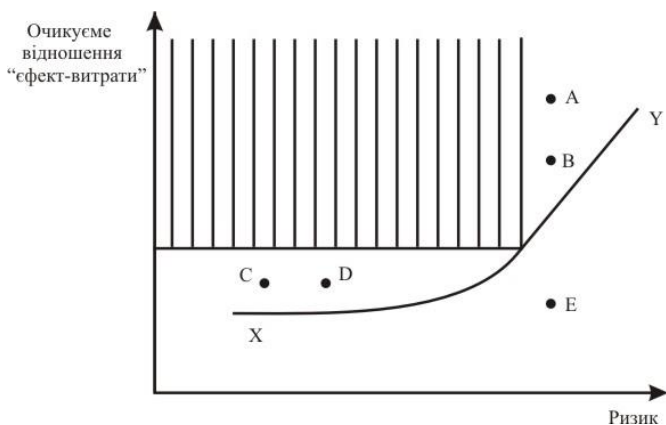


Рисунок 9.3 – Оцінка ризику при порівнянні проектів

Із цієї діаграми видно, що:

- проект А переважніше проекту В через очікувану більш високої ефективності при тій же ступені ризику;
- проект С переважніше проекту D через менший очікуваного ризику;
- крива ХУ – границя припустимих умов, яким повинен відповідати об’єкт, що відбирається.

Заштрихована ділянка відбиває будь-які сполучення ефективності й ризику, припустимі для бізнесу компанії. Зрозуміло, все це досить грубі подання, що дозволяють лише ранжувати проекти:

- на безумовно прийнятні;
- безумовно неприйнятні;
- що перебувають на межі економічних показників, але притягальні по "неекономічним" критеріях (наприклад, імідж компанії);
- ті, що прийнятно із працею й вимагають подальшого розгляду.

Основні складові невизначеності проекту:

- рівень інвестиційних витрат;
- річний обсяг виробництва;
- норма облікової банківської ставки;
- рівень інфляції;
- ринкові ціни товару.

Аналіз ризику проекту при відхиленні зазначених економічних характеристик можна виконати, розраховуючи чутливість ключових

фінансових критеріїв оцінки проекту до відхилень цих характеристик. Якщо виявляється особлива чутливість до певного параметра, то потрібно більш глибокий аналіз тенденцій зміни такого параметра в процесі виконання проекту. Як приклад розглянемо чутливість до зміни окремих параметрів основних економічних характеристик проекту за даними табл. 9.2. Результати відповідних розрахунків відбиті на рис. 9.4, де на шкалі абсцис відбиті відхилення параметрів від номінального значення ( $N/N_0$ , де  $N_0$  – номінальне значення).

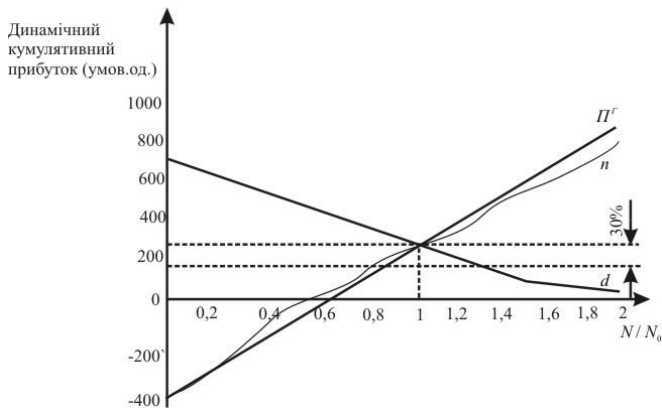


Рисунок 9.4 – Приклад аналізу ризику інвестицій

Як видно з рис.9.4, при виході параметрів (річний прибуток, дисконтна ставка, число років виробництва) за певні межі проект втрачає свою економічну привабливість. Якщо фірма вважає припустимим зниження дисконтованої кумулятивного прибутку не більше ніж на 30%, то відповідними границями небезпечної зміни параметрів будуть: для  $\Pi^r$  0,8 від номіналу ( $N/N_0 = 1$ ), для  $d$  1,4 від номіналу, для  $n$  0,8 від номіналу.

## 9.5 Контрольні питання до розділу

1. У чому полягає маркетинговий підхід до НДР та ДКР і виводу виробу на ринок?
2. Чим визначається чутливість прибутку до вартості НДР та ДКР для високотехнологічних проектів з низьким обсягом продажів?
3. Оцінка ефективності інвестицій у НДР та ДКР.
4. Які критерії застосовуватися для оцінки ефективності інвестицій?
5. Приведіть приклад використання оцінок ефективності інвестицій для вибору варіанта проекту НДР та ДКР – виробництво нового виробу.
7. Як проводиться оцінка ризику при порівнянні проектів?
8. Як можна виконати аналіз ризику проекту при відхиленні економічних характеристик ?



## 10 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ВИРОБУ

### 10.1 Роль науково-технічної підготовки виробництва

Як уже вказувалося, проведення НДР можна розглядати як наукову підготовку виробництва (НПВ), ДКР – як основну частину конструкторської підготовки виробництва (КПВ) і частково технологічної (ТПП), а властиво підготовку виробництва на серійному заводі як закінчення КПВ, проведення в основному ТПП, а також організаційної підготовки виробництва (ОПВ). Вплив системи підготовки виробництва на формування кінцевого ефекту розробки, виробництва й експлуатації нового виробу показано на рис. 10.1

Тривалості всіх стадій життєвого циклу виробу докорінно впливають на його економічну ефективність. Особливе значення має скорочення строків науково–технічної підготовки виробництва, у тому числі й забезпечення певної паралельності виконання окремих етапів. Для цього необхідно:

- знизити до мінімуму всі зміни, внесені у виріб після передачі результатів від одного етапу до іншого;

- визначити й реалізувати раціональну паралельність робіт, фаз, стадій циклу;

- забезпечити скорочення витрат часу на виконання окремих етапів.

Рішення першого завдання забезпечується інженерно–технічними методами (стандартизація, уніфікація, забезпечення якості й надійності, застосування систем автоматизованого проектування (САПР) і т.д.).

Рішення другого завдання здійснюється шляхом застосування планово–координаційних методів.

Рішення третього завдання пов'язане з першою й складається у використанні організаційних методів (розвиток технічного забезпечення, автоматизації, засобів планування, функціонально-вартісного аналізу, дослідженого виробництва й т.д.).

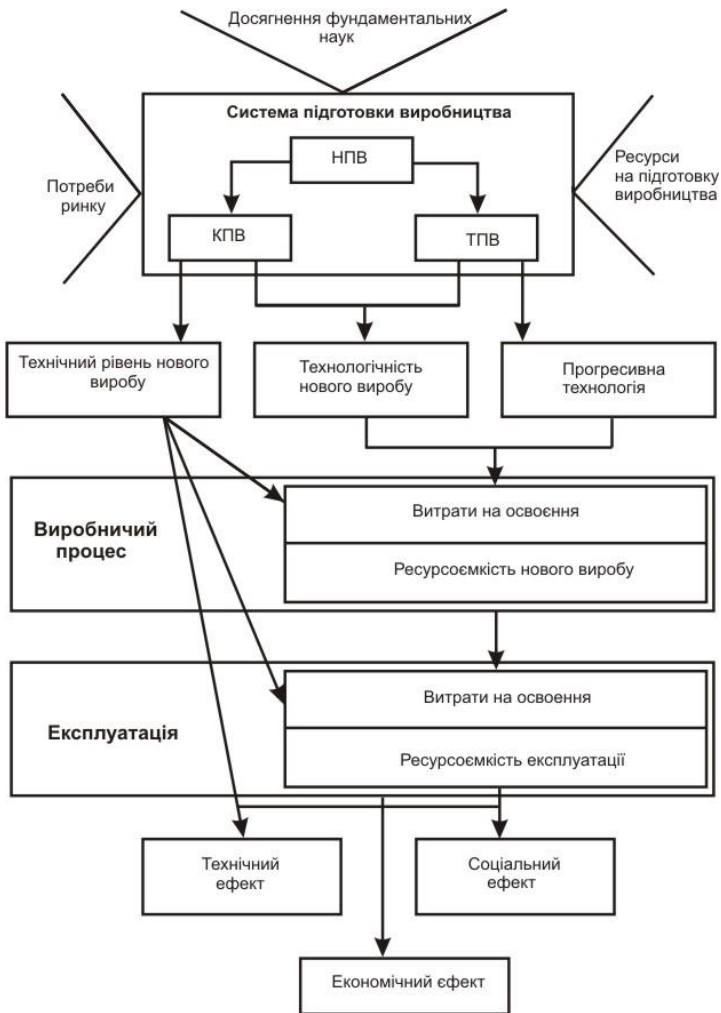


Рисунок 10.1– вплив системи підготовки виробництва на формування кінцевого ефекту розробки й використання нового товару

## 10.2 Комплексна система забезпечення якості виробу

Практично в більшості контрольних крапок життєвого циклу забезпечення й оцінка якості виробу – одне з першочергових завдань. Оскільки якість визначає ефективність виробу й рівень ринкової ціни на нього, того величезного значення набуває комплексний підхід до забезпечення якості.

Якість продукції, відповідно до визначення міжнародного стандарту ІСО 8402 – це сукупність властивостей і характеристик виробу, які надають йому здатність задовольняти обумовлені або передбачувані потреби. У керуванні якістю продукції головним є його зіставлення з характером розподілу потреб у просторі й часі, що й визначає ефективність виробу (рис.10.2).



Рисунок 10.2 – Сукупність властивостей виробу, що впливають на його ефективність

Функціональні показники виражають ті або інші споживчі властивості виробу. Показники технологічності конструкції характеризують ті його конструктивні особливості, зміна яких впливає на рівень витрат ресурсів на розробку й виготовлення й дозволяє оптимізувати ці витрати. Склад основних видів забезпечення якості продукції містить наступні групи факторів:

- технічні (метрологічні, технологічні, конструкторські фактори);

- економічні (фінансові, нормативні, матеріальні фактори);
- соціальні (організаційні, правові, кадрові фактори).

Комплексне використання всіх цих факторів і їхніх компонентів – основна умова успішного функціонування системи керування якістю продукції. Цей дослід узагальнений у серії міжнародних стандартів ІСО 9000, на основі яких видана серія вітчизняних стандартів. Відповідно до цих стандартів існує тісний зв'язок стадій життєвого циклу і якості. Це відбивається в так званій петлі якості (рис.10.3).

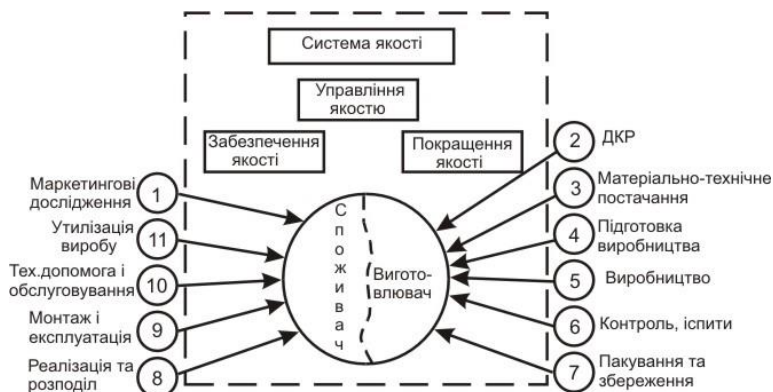


Рисунок 10.3 – Життєвий цикл ("петля якості") продукції по стандарті ІСО 9004

Під рівнем якості виробу розуміються відносні характеристики якості (або його узагальнена характеристика) у порівнянні із сукупністю базових показників, у якості яких використовуються показники перспективних зразків, аналогів і стандартів. Під аналогом мається на увазі зразок серійного виробництва пристрою, принцип дії, функціональне призначення, масштаби виробництва й умови застосування якого ті ж, що й у проектного виробу.

Типова схема оцінки рівня якості виробу наведена на рис. 10.4.

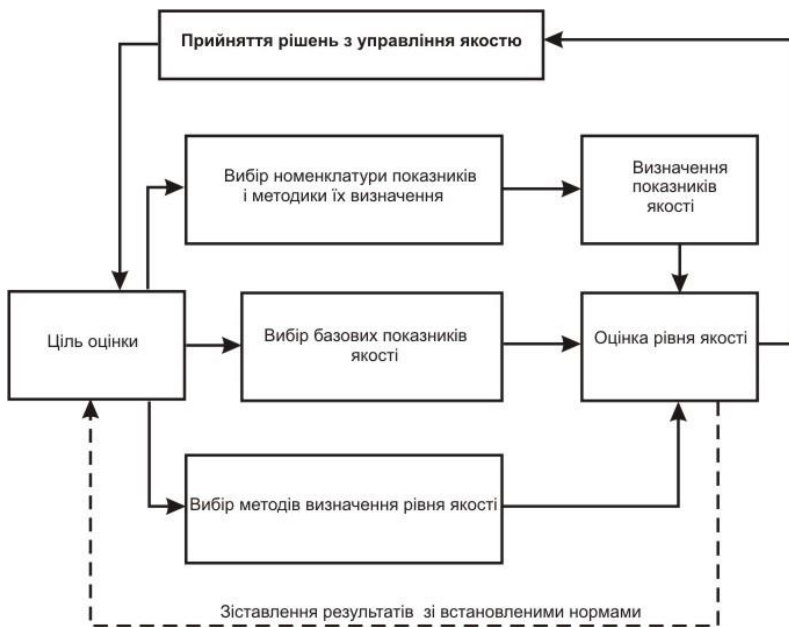


Рисунок 10.4 – Схема оцінки рівня якості виробів

### 10.3 Техніко–економічне керування надійністю виробу

Показники надійності відбивають важливі якісні особливості виробів. До основних властивостей, що характеризують надійність виробу, відносять:

- безвідмовність (властивість виробу зберігати працездатність протягом деякого часу наробітку без змушених перерв);
- довговічність (властивість виробу зберігати працездатність до граничного стану з необхідними перервами для технічного обслуговування);
- збереження (властивість виробу зберігати обумовлені експлуатаційні показники протягом і після строку зберігання й транспортування).

Показники надійності, по суті, доповнюють характеристику технічного ефекту, тому що визначають тривалість і ймовірність або повноту появи цього ефекту при експлуатації виробу. Наприклад, сумарний ефект від виробу за термін служби  $T_{СЛ}$  (у роках) у споживача при річному ефекті у

випадку безвідмовної роботи  $\mathcal{E}^T$  складе:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}^T T_{cl} K_{\mathcal{E}\Phi}, \quad (10.1)$$

де  $K_{\mathcal{E}\Phi}$  – коефіцієнт збереження, що враховує ступінь безвідмовності виробу в експлуатації.

У такий спосіб надійність виробу – властивість, безумовно, одне з найважливіших для виробу на всіх етапах його життєвого циклу (крім утилізації). З іншого боку, воно має чітку техніко–економічну природу. Необхідна надійність конкретного виробу визначається його призначенням, і міра надійності – одна з тих характеристик, за якої платить споживач. У той же час забезпечення необхідного рівня надійності може бути вирішено багатьма технічними прийомами, реалізація кожного з яких вимагає певних витрат. У такій постановці виникає завдання техніко–економічної оптимізації надійності виробу й витрат на її забезпечення.

Критерієм вибору оптимального рішення при визначенні рівня надійності виробу служить мінімум суми наведених витрат у комплексі "виріб–споживачі–суміжні ланки":

$$E_H \sum_j K + \sum_j C \rightarrow \min, \quad (10.2)$$

де  $j$  – число об'єктів комплексу, по яких інвестиції  $K$  або (і) поточні витрати ( $C$ ) різні залежно від варіантів виконання виробу;  $E_H$  – внутрішній темп окупності інвестицій.

Це рівняння рівносильне наступному:

$$E_H K_O + C_O^0 + Y_{TC} + Y_{II} + Y_{C3} \rightarrow \min, \quad (10.3)$$

де  $K_O$  – капітальні витрати на підвищення надійності (зниження ймовірності відмов) виробу;

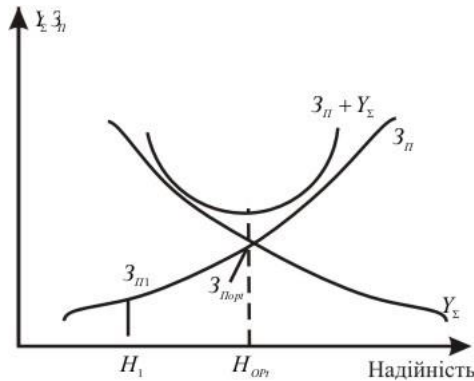
$C_O^0$  – поточні витрати на підвищення надійності;

$Y_{TC}$  – річний збиток від відмов виробу в споживача (ремонт, обслуговування);

$Y_{II}$  – річний збиток в основній діяльності споживача від відмов виробу;

$Y_{C3}$  – річний збиток у суміжних ланках від відмов виробу.

Припустимо, таким виробом є генератор електроенергії, що поставляється фірмою для районних електростанцій. При його відмовах споживачеві наноситься збиток не тільки через необхідність додаткового обслуговування й ремонту генератора, але й через зниження якості продукції (напруга, частота в електромережах), недовипуску продукції, непродуктивної витрати ресурсів при простой, необхідності мати резервне встаткування й додаткові запаси. У свою чергу збиток у суміжних ланках (у споживачів електроенергії) може бути особливо великий (ім необхідно мати відповідні засоби захисту, аварійне автономне резервне живлення, запас предметів праці й т.д.). Типова ситуація відображена на графіках рис.10.5.



$Y_{\Sigma}$  – сумарний збиток,  $Z_{\Pi}$  – ціна споживання виробу

Рисунок 10.5 – Процес визначення оптимальної надійності

Припустимо, що у вихідному варіанті виробу показники його надійності були на рівні  $H_1$ , а ціна споживання виробу (інвестиції в нього й поточні витрати) була  $Z_{\Pi}$ . Виготовлювачем розроблений модифікований варіант виробу з підвищеною надійністю  $H_{опт}$ , але ціна його споживання

$Z_{ПОР_t} > Z_{П_t}$ . У відбитій на графіку рис.10.5 ситуації споживачеві виробу буде вигідно заплатити більшу суму за виріб з підвищеною надійністю, тому що при цьому ціна споживання виробу за винятком суми збитку від відмов виробу буде мінімальною. Подальше підвищення надійності й, отже, ціни виробу буде не вигідно споживачеві. Завдання виробника виробу складається в такому проектуванні модифікованого виробу й організації його виробництва, щоб забезпечити привабливу для фірми–виготовлювача норму прибутку. Таким чином, ми ще раз переконуємося в тім, що виготовлювач повинен системно підійти до ціноутворення на продукцію, вивчивши економічні характеристики експлуатації виробу споживачем.

Технічно можливі різні методи підвищення надійності виробу:

- застосування більше міцних матеріалів з більше високими навантажувальними характеристиками, зміна конструктивних рішень;
- заелементне або поканальне резервування;
- підвищення схемної надійності;
- удосконалювання технології виготовлення;
- удосконалювання системи ремонтів, обслуговування й експлуатації.

По кожному із цих варіантів технологічних рішень повинні бути розраховані витрати, а далі доцільно побудувати діаграми " витрати–надійність", аналогічні наведеним на рис.9.5. Аналіз таких діаграм дозволяє ухвалити рішення щодо методах реалізації економічно оптимальної надійності виробу.



## 10.4 Контрольні питання до розділу

1. Опишіть вплив системи підготовки виробництва на формування кінцевого ефекту розробки й використання нового товару.
2. Як здійснюється комплексна система забезпечення якості виробу?
3. Перелічіть сукупність властивостей виробу, що впливають на його ефективність.
4. Яка основна умова успішного функціонування системи керування якістю продукції?
5. Що означає "петля якості" продукції по стандарті ІСО 9004?
6. Приведіть типову схему оцінки рівня якості виробу.
7. Які основні властивості, що характеризують надійність виробу?
8. Що служить критерієм вибору оптимального рішення при визначенні рівня надійності виробу?
9. Опишіть процес визначення оптимальної надійності.
10. Які методи підвищення надійності виробу Ви знаєте?

## **11 ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА НА ЗАВОДІ–ВИГОТОВЛЮВАЧІ ПРОДУКЦІЇ**

### **11.1 Характер управлінських рішень, що передують підготовці виробництва**

При успішному завершенні функціональних випробувань нового товару багато фірм роблять ринкові випробування (пробний маркетинг). Проблема проведення ринкових випробувань нових товарів залежить від багатьох факторів, головні з яких наступні:

- цілі й ресурси фірми;
- вид товару, передбачуваний обсяг випуску й тип ринку;
- ступінь вірогідності маркетингової інформації й досліджень;
- ступінь упевненості фірми в конкурентному успіху нового товару на ринку;
- політика фірми у відношенні до ризику;
- оцінка тимчасової затримки повного комплексу робіт зі створення й освоєння нового товару.

Рішення питань про проведення (або не проведення) ринкових випробувань, а також рішення, по якій конструкторській документації (дослідченого зразка, серійного виробництва) і в якому виробництві (дослідному або серійному) буде виготовлена дослідна партія нового товару для пробного маркетингу й чи варто призупинити або продовжити роботи по підготовці виробництва до одержання результатів ринкових випробувань, залежить від конкретних умов функціонування фірми, її цілей, ресурсів, методів роботи й політики.

Ціль ринкових випробувань – випробування товару в умовах реального використання, виявлення думок, зауважень споживачів і торговельних працівників про особливості його використання й проблемах продажів, а також визначення розмірів ринку й загального прогнозу збуту, тобто виробничої програми.

Випробування в ринкових умовах дають керівництву інформацію для ухвалення остаточного рішення про доцільність випуску нового товару. Якщо фірма буде приступати до розгортання комерційного виробництва, їй мають бути більші витрати на закінчення підготовки виробництва, витрати на капітальне будівництво й освоєння виробництва, витрати на канали розподілу й стимулювання збуту нового товару. При цьому вона повинна

вирішити наступні головні питання – коли, де, кому і як продавати новий товар.

**КОЛИ.** Першим приймається рішення про своєчасність випуску нового товару на ринок. Якщо новий товар буде підривати збут інших подібних товарів фірми або в його конструкцію можна внести додаткові вдосконалення, те, імовірно, випуск нового товару на ринок буде відкладений.

**ДЕ.** Приймається рішення про реалізацію товару на певних географічних ринках або в загальнонаціональному або міжнародному масштабах. При відсутності достатніх упевненості в успіху, необхідних засобів і можливостей для виходу з новим товаром на загальнонаціональний ринок установлюється часовий графік послідовного освоєння ринків.

**КОМУ.** Вибираються найбільш вигідні ринки в групі освоєваних, і для їхнього освоєння зосереджують зусилля по стимулюванню збуту.

**ЯК.** Розробляється план дій для послідовного виводу нового товару на ринки (план маркетингу).

Відповіді на ці прості за формою, але надзвичайно складні по своїй суті питання впливають на подальший хід підготовки виробництва й промислового освоєння нових товарів, тому що визначають:

- виробничу потужність фірми;
- тип виробництва;
- виробничу структуру;
- графік виробництва по роках.

## **11.2 Конструкторська підготовка виробництва на заводі–виготовлювачі серійної продукції**

Конструкторська підготовка виробництва на заводі є завершальною частиною КПВ. Ціль конструкторської підготовки серійного виробництва – адаптувати конструкторську документацію ДКР до умов конкретного серійного виробництва підприємства–виготовлювача. Як правило, конструкторська документація ДКР уже враховує виробничі й технологічні можливості підприємств–виготовлювачів, але умови дослідженого й серійного виробництв мають істотні розходження, що приводить до необхідності часткової або навіть повної переробки конструкторської документації ДКР.

КПВ виробляється відділом головного конструктора серійного заводу або серійним відділом НДІ, СКБ, КБ відповідно до правил "Єдиної системи конструкторської документації" (ЄСКД).

У процесі КПВ розроблювачі в максимально припустимих межах повинні враховувати конкретні виробничі умови підприємства–виготовлювача:

- наявність уніфікованих, стандартних деталей і складальних одиниць, виготовлених підприємством або підприємствами–суміжниками;
- наявні засоби технологічного оснащення й контролю;
- наявне технологічне й нестандартне устаткування, транспортні засоби й т.п.

Склад робіт конструкторської підготовки виробництва підприємства–виготовлювача:

- 1) одержання конструкторської документації від розроблювача;
  - 2) перевірка документації на комплектність;
  - 3) внесення змін відповідно до особливостей підприємства–виготовлювача;
  - 4) внесення змін за результатами відпрацювання конструкції на технологічність;
  - 5) внесення змін за результатами технологічної підготовки виробництва;
  - 6) технічний супровід виготовлення дослідної партії виробів;
  - 7) внесення змін у конструкторську документацію за результатами виготовлення дослідної партії;
  - 8) присвоєння документації літери О<sub>2</sub> для виготовлення настановної серії;
  - 9) технічний супровід виготовлення настановної серії;
  - 10) переклад документації в літеру А для сталого серійного виробництва;
  - 11) випуск ремонтної, експортної й іншої документації;
  - 12) технічний супровід серійного виробництва.
- У цей час все більше місце в роботах КПВ здобувають методи автоматизованого проектування й створення конструкторських документів (САПР).

### 11.3 Технологічна підготовка виробництва (ТПВ)

Завданням ТПВ є забезпечення повної технологічної готовності фірми до виробництва нових виробів із заданими техніко–економічними показниками (високим технічним рівнем, якістю виготовлення, а також з мінімальними трудовими й матеріальними витратами при конкретному технічному рівні підприємства й планованих обсягів виробництва).

У процесі ТПВ вирішують наступні основні завдання:

- відпрацьовування виробу на технологічність;
- розробка технологічних маршрутів і процесів;
- розробка спеціального технологічного оснащення;
- технологічне оснащення виробництва;
- технічний супровід виготовлення дослідженої партії, настановної серії й сталого серійного виробництва.

Вихідними даними для проведення ТПВ є:

- 1) повний комплект конструкторської документації на новий виріб;
- 2) максимальний річний обсяг випуску продукції при повнім освоєнні виробництва з урахуванням виготовлення запасних частин і поставок по кооперації;
- 3) передбачуваний строк випуску виробів і обсяг випуску по роках з урахуванням сезонності;
- 4) планований режим роботи підприємства (кількість змін, тривалість робочого тижня);
- 5) планований коефіцієнт завантаження встаткування основного виробництва й ремонтна стратегія підприємства;
- 6) плановані кооперовані поставки підприємству деталей, вузлів напівфабрикатів і підприємства–постачальники;
- 7) плановані поставки підприємству стандартних виробів і підприємства–постачальники;
- 8) передбачувані ринкові ціни нових товарів виходячи із цінової стратегії підприємства і його цілей;
- 9) прийнята стратегія стосовно ризику (з погляду наявності дублюючого устаткування);
- 10) політика соціології праці підприємства.

Технологічна підготовка виробництва (ТПВ) регламентується Держаними стандартами України.

Зміст основних етапів ТПВ і їхні виконавці наведені в табл. 11.1.

Таблиця 11.1– Зміст основних етапів ТПВ

Етапи	Зміст	Відділи
Планування ТПВ	Прогнозування, планування й моделювання ТПВ	Відділ планування підготовки виробництва (ВППВ)
Відпрацьовування конструкції на технологічність	Відпрацьовування конструкції виробу, складальних одиниць на технологічність Участь у виготовленні дослідченого зразка	Відділи головних фахівців
Технологічне проектування	Розподіл номенклатури деталей і складань між цехами й підрозділами підприємства	ВППВ
	Розробка технологічних маршрутів руху об'єктів виробництва	ВППВ
	Розробка технологічних процесів виготовлення й контролю деталей, складання й випробувань і іншої технологічної документації	Відділи головних фахівців
	Типізація технологічних процесів, розробка базових і групових процесів	–"–
	Техніко–економічне обґрунтування технологічних процесів	Відділи головних фахівців, економічний відділ
Вибір устаткування	Вибір і обґрунтування універсального, спеціального, агрегатного й нестандартного устаткування Видача завдань на проектування цього устаткування, а також на проектування гнучких автоматичних, автоматизованих, роботизованих ліній і комплексів, конвеєрів, транспортних засобів і т.п.	Відділи головних фахівців
Вибір і технологічне конструювання оснащення	Вибір необхідного спеціального, універсального й уніфікованого оснащення Проектування (технологічне конструювання) оснащення	Технологічні й конструкторські відділи головних фахівців
	Техніко–економічні обґрунтування вибору й застосування оснащення	Економічний відділ
Нормування	Установлення поопераційних технічних норм часу всіх технологічних процесів. Розрахунки норм витрат матеріалів (по детальні й зведені)	Відділ праці й зарплати (ВП і З). Відділи головних фахівців. ВГФ

Відпрацьовування виробів на технологічність.

Технологічну раціональність характеризують:

- трудомісткість виготовлення;
- питома матеріалосмність;
- коефіцієнт використання матеріалу;
- технологічна собівартість;
- питома енергоємність виготовлення виробу;
- питома трудомісткість підготовки виробу до функціонування;
- коефіцієнт застосовності матеріалів;
- коефіцієнт застосування групових і типових технологічних процесів і ін.

Наступність конструкції характеризують:

- 1) коефіцієнт застосовності

$$K_{\text{ЗП}} = (m - m_{\text{ОР}}) / m, \quad (11.1)$$

де  $m$  – загальна кількість типорозмірів (найменувань) деталей (елементів, мікросхем і т.п.);  $m_{\text{ОР}}$  – кількість оригінальних деталей;

- 2) коефіцієнт повторюваності

$$K_n = \frac{m_{\text{ОБ}}}{m}, \quad (11.2)$$

де  $m_{\text{ОБ}}$  – загальна кількість деталей;

- 3) коефіцієнт уніфікації

$$K_y = \frac{m_y}{m}, \quad (10.3)$$

де  $m_y$  – число уніфікованих стандартних і запозичених деталей, що випускаються підприємствами галузі;

- 4) коефіцієнт стандартизації

$$K_{CT} = \frac{m_{CT}}{m}, \quad (11.4)$$

де  $m_{CT}$  – число стандартних деталей .

Коефіцієнти  $K_{PP}, K_{II}, K_{Y}, K_{CT}$  вірніше розраховувати, використовуючи трудомісткості елементів виробу.

#### 11.4 Вибір оптимального варіанта технологічного процесу

У різних варіантах технологічних процесів виготовлення нових виробів можуть застосовуються різноманітні заготівлі, устаткування, технологічне оснащення й т.д., що приведе до різної трудомісткості, продуктивності й використання робітників різної кваліфікації. Основними критеріями для вибору оптимального технологічного процесу є собівартість і продуктивність. Для спрощення розрахунків використовують технологічну собівартість, що є частиною повної собівартості й ураховує витрати, що залежать від варіанта технологічного процесу:

$$Z_T = Y_{ПЕР_T} + \frac{Y_{ПОС_T}}{Q}, \quad (11.5)$$

де  $Z_T$  – технологічна собівартість;  $Y_{ПЕР_T}$  – умовно–змінні витрати на одну деталь (виріб);  $Y_{ПОС_T}$  – умовно–постійні витрати на річну програму;  $Q$  – річна програма випуску.

Для вибору оптимального варіанта технологічного процесу, тобто для порівняльної оцінки немає необхідності робити заелементний розрахунок всіх статей витрат, що входять у собівартість, а досить проаналізувати лише витрати, що міняються при зміні технологічного процесу. Обчислювати й включати в собівартість витрати, що не міняються при зміні варіанта процесу, не має змісту, тому що при визначенні абсолютної величини економії, що досягається при застосуванні більше вигідного варіанта, однакові доданки собівартості взаємно знищуються.

Порівняння варіантів технологічного процесу за собівартістю



виробляється в такий спосіб.

Технологічна собівартість при варіанті 1 дорівнює

$$Z_{T1} = Y_{ПЕР1} + \frac{Y_{ПОР1}}{N}, \quad (11.6)$$

а при варіанті 2 становить

$$Z_{T2} = Y_{ПЕР2} + \frac{Y_{ПОР2}}{N}. \quad (11.7)$$

Графічно варіанти 1 і 2 можуть бути представлені прямими лініями (рис. 11.1).

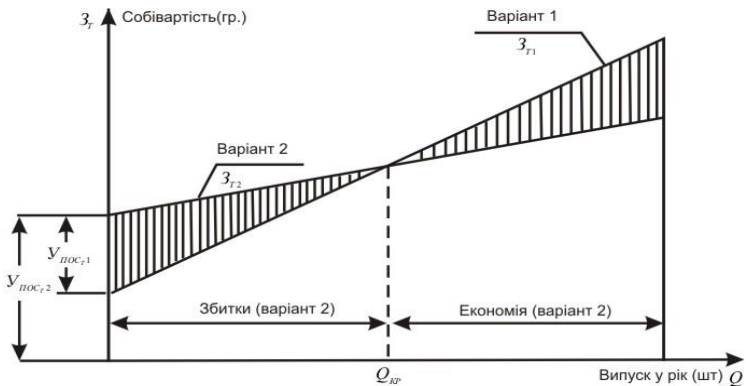


Рисунок 11.1– Графік порівняльної оцінки двох варіантів технологічного процесу

Крапка А перетинання цих ліній визначає критичну кількість деталей  $Q_{кр}$ , при якому обидва варіанти будуть рівноцінними, тобто

$$Z_{T1} = Z_{T2}, \quad (11.8)$$

або

$$Y_{ПЕР1}Q_{кр} + Y_{ПОР1} = Y_{ПЕР2}Q_{кр} + Y_{ПОР2}, \quad (11.9)$$

звідки

$$Q_{KP} = \frac{Y_{ПОР2} - Y_{ПОР1}}{Y_{ПЕР1} - Y_{ПЕР2}}. \quad (11.10)$$

При обсязі випуску менше критичного більше економічним буде варіант 1, а при кількості виробів більше критичного – варіант 2.

Вибір найбільш економічного варіанта реалізації технологічного процесу з безлічі можливих способів виготовлення продукції треба в загальному випадку здійснювати по мінімуму наведених витрат, які приймаються як критерій оптимальності. Однак для зіставлення варіантів технологічних процесів у багатьох випадках досить обмежитися розрахунком технологічної собівартості випуску.

Тому надалі як цінову функцію використовують не повні наведені витрати, а мінімум суми

$$Z_{Ti} + E_H K_i, \quad (11.11)$$

де  $Z_{Ti}$  – технологічна собівартість річного випуску з варіанту виготовлення;  $E_H$  – коефіцієнт ефективності;  $K_i$  – капітальні вкладення, що змінюються при зміні варіанта технологічного процесу.

Розглянемо техніко–економічну оцінку можливих варіантів на прикладі виготовлення напівпровідникових мікросхем.

Типова укрупнена послідовність технологічного процесу виготовлення напівпровідникових мікросхем включає дев'ять основних операцій (хімічна обробка, окислювання, фотолітографія, дифузія, поділ пластин на кристали, монтаж кристала в корпус, приєднання виводів, герметизація й випробування), кожна з яких може бути здійснена 3 – 7 способами.

Навіть об'єднання процесів по групах операцій дає подання про багатоваріантність технологічного процесу виготовлення мікросхем. Крім способів реалізації кожної операції в реальних умовах розробки й виробництва доводиться враховувати й вибирати: методи ізоляції компонентів схеми, методи технології, ступінь інтеграції приладу, а також вирішувати багато інших конструктивно–технологічних питань.

Реалізація кожного способу на певній операції припускає різні

витрати на основні матеріали й комплектуючі вироби  $M_{ij}$ , на основну заробітну плату  $L_{ij}$ , амортизаційні відрахування  $A_{ij}$ , капітальні витрати  $K_{ij}$  й веде до досягнення різних рівнів коефіцієнта виходу придатних виробів  $P_{ij}$ .

Перераховані вихідні дані по групах операцій зручно представити у вигляді матриці операційних показників.

У зв'язку зі складністю аналізу вся сукупність операцій технологічного процесу розбивається на три великі стадії, а саме: обробку, складання й випробування виробів.

Число можливих способів виконання кожної стадії обмежимо також трьома. У результаті виходить укрупнена матриця  $(i \cdot j)$  показників стадій процесу виготовлення виробів, представлена в табл. 11.2.

Розрахунок зводиться до того, щоб із заданої сукупності можливих способів виконання стадій процесу вибрати раціональний варіант проведення всього технологічного процесу, що задовольняє мінімуму заданої цільової функції.

Пошук раціонального варіанта технологічного процесу виробляється на комп'ютерах з використанням спеціалізованого програмного забезпечення.

Таблиця 11.2– Матриця показників стадій технологічного процесу

Стадії	Варіанти виконання групи операцій		
	1	2	3
Обробка	$M_{11}L_{11}P_{11}$ $A_{11}K_{11}$	$M_{12}L_{12}P_{12}$ $A_{12}K_{12}$	$M_{13}L_{13}P_{13}$ $A_{13}K_{13}$
Складання	$M_{21}L_{21}P_{21}$ $A_{21}K_{21}$	$M_{22}L_{22}P_{22}$ $A_{22}K_{22}$	$M_{23}L_{23}P_{23}$ $A_{23}K_{23}$
Випробування (виміру)	$M_{31}L_{31}P_{31}$ $A_{31}K_{31}$	$M_{32}L_{32}P_{32}$ $A_{32}K_{32}$	$M_{33}L_{33}P_{33}$ $A_{33}K_{33}$

## 11.5 Організаційна підготовка виробництва (ОПВ)

Функції організаційної підготовки виробництва:

1) планові (у тому числі перед виробничі розрахунки ходу виробництва, завантаження встаткування, руху матеріальних потоків, випуску на стадії освоєння);

2) що забезпечують (кадрами, устаткуванням, матеріалами, напівфабрикатами, фінансовими засобами);

3) проектні (проектування ділянок і цехів, планування розташування встаткування).

У процесі організаційної підготовки виробництва використовуються конструкторські, технологічна документації й дані для проведення технологічної підготовки виробництва. Основні етапи ОПВ, їхній зміст і виконавці наведені в табл. 11.3.

Таблиця 11.3 – Етапи ОПВ і їхній зміст

Етапи й зміст робіт ОПВ	Виконавці
1	2
Планування й моделювання процесів ОПВ	Відділ планування підготовки виробництва (ВППП)
Виготовлення спеціального технологічного й контрольного оснащення	Відділ інструментального господарства (ОІГ) Інструментальні цехи
Розрахунки кількості й номенклатури додаткового устаткування, складання заявок і розміщення замовлень на устаткування	Бюро потужностей (БП)
Розрахунки руху деталей і ходу майбутнього виробництва; розрахунки потокових ліній; завантаження робочих місць; розрахунки оперативно-планових нормативів, циклів, величин партій, заділів	Планово-диспетчерський відділ (ПДВ) Відділи головних фахівців
Планування роботи допоміжних цехів і служб, а також обслуговуючих підрозділів	Відділ головного механіка (ВГМ), відділ головного енергетика (ВГЕ), транспортний відділ, відділ складського господарства
Розрахунки й проектування планувань устаткування й робочих місць, формування виробничих ділянок	Відділи головних фахівців

Продовження табл. 11.3

1	2
Проектування й вибір межопераційного транспорту, тари, оргоснастки й допоміжного устаткування; складання заявок і розміщення замовлень	Відділ нестандартного устаткування або відділ механізації й автоматизації (ОМА) Відділи головних фахівців
Виготовлення засобів транспорту, тари, оргтехоснащення й іншого допоміжного устаткування	Цехи допоміжного виробництва, ОМА
Приймання, комплектація й розміщення основного, допоміжного устаткування, засобів транспорту й оргтехоснащення на робочих місцях	Відділ головного механіка (ОГМ), відділ головного електрика (ОГЕ), ОМА, цехи допоміжного виробництва
Забезпечення матеріалами, заготівлями, деталями й вузлами, одержуваними по кооперації	відділ зовнішньої кооперації (ВЗК), відділ комплектації (ВКП)
Підготовка й комплектування кадрів	Відділ кадрів (ВК), відділ підготовки кадрів(ВПК)
Організація виготовлення дослідницької й настановної партій; згорання випуску старої продукції й розгортання виробництва нових виробів	Виробничий відділ (ВВ) Виробничі цехи, відділи головних фахівців
Визначення собівартості й ціни виробів	Планово-економічний відділ (ПЕВ), відділ маркетингу
Підготовка забезпечення руху товарів, поширення нових виробів і стимулювання збуту	Відділ маркетингу

### 11.6 Характер зміни техніко-економічних показників нових виробів на стадії освоєння

Початковий етап освоєння випуску нових виробів характеризується підвищеними витратами. Причину цього можна пояснити наступними факторами:

- невеликий обсяг випуску виробів, на який розподіляються умовно-постійні витрати, пов'язані з освоєнням;
- підвищена трудомісткість виготовлення (через поступовість налагодження устаткування, неповної оснащеності технологічних процесів спеціальним устаткуванням і оснащенням, недостатньої дослідженості

робітників і ІТП);

- велика кількість переналаджень устаткування;
- підвищений шлюб;
- витрати на навчання персоналу;
- доплати до середнього рівня зарплати в період освоєння й ін.

У міру нарощування обсягу випуску нових виробів відбувається зниження витрат. Можливі шляхи підвищення ефективності виробництва на стадії освоєння наведені на рис. 11.2.

Мінімізація втрат тісно пов'язана з характеристикою нарощування випуску, що у свою чергу залежить від зниження трудомісткості виробу в процесі освоєння. Для кожного конкретного підприємства, що характеризується випуском конкретного виду виробів, певним рівнем технології, організації, можна встановити кореляційний зв'язок між сумарним обсягом випуску і його трудомісткістю на основі статистичних даних по освоєнню виробництва аналогічних виробів.



Рисунок 11.2 – Основні напрями одержання економічного ефекту в процесі освоєння нових виробів

Аналогічну залежність можна встановити й для сумарного обсягу випуску й собівартості:

$$Z_i = Z_1 Q_i^{-b}, \quad (11.12)$$

де  $Z_i$  – собівартість або трудомісткість  $Q_i$ -го виробу з моменту початку випуску;  $Z_1(a)$  – собівартість або трудомісткість виготовлення першого виробу, з якого вважається початок освоєння;  $Q_i(x)$  – порядковий номер виробу з початку випуску;  $b$  – показник, що характеризує крутість кривій освоєння (0,05–0,75) для даного підприємства.

Прийнято вважати коефіцієнтом освоєння ( $K_{OC}$ ) те зниження собівартості, що буде досягнуто при кожному подвоєнні випуску продукції.

Показник  $b$  і коефіцієнт освоєння ( $K_{OC}$ ) зв'язані між собою залежністю

$$b = \log K_{OC} / \log 2. \quad (11.13)$$

Практика показує, що для приладобудівних підприємств  $K_{OC}$  лежить у межах 0,7–0,9. Величини  $K_{OC}$  й показник  $b$  залежать від факторів:

- технічних (конструктивних, старанності випробувань і ін.);
- технологічних;
- матеріально-технічних;
- організаційних;
- суб'єктивних.

На рис. 11.3 наведені криві освоєння, що відповідають коефіцієнтам  $K_{OC}=0,9$ ,  $K_{OC}=0,8$ ,  $K_{OC}=0,7$  для умовно-змінних витрат. Чим менше  $K_{OC}$  (і відповідно більше показник  $b$ ), тим більші втрати несе підприємство на етапі освоєння.

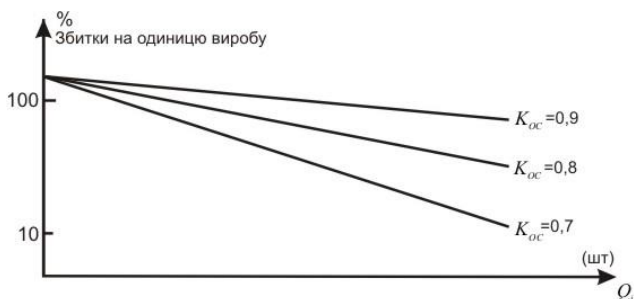


Рисунок 11.3 – Зміна витрат на одиницю продукції в процесі освоєння

Як видно з викладеного в попередніх розділах, підготовка виробництва – складний процес, що складається з багатьох стадій і етапів. Рішення, прийняті на кожному із цих етапів, впливають на наступні етапи й загальну ефективність НДР та ДКР. Все це робить доцільним наскрізне планування життєвого циклу виробу. Підготовка виробництва – та стадія життєвого циклу виробу, коли ці обставини стають вирішальними. Одним з методів досягнення цього є максимальне запаралелювання процесів розробки й підготовки виробництва. Один з варіантів здійснення цього показаний у табл. 11.4. Зрозуміло, для конкретних ДКР такі сполучення вимагають відповідного коректування.

Таблиця 11.4 – Розподіл робіт з КПВ, ТПВ і ОПВ на різних етапах

ДКР

Етапи ДКР	КПВ	ТПВ	ОПВ
1	2	3	4
ТЗ на ДКР	Складання комплексу документів, необхідних для розробки	Визначення базових показників технологічності.	
Технічна пропозиція	Попередні розрахунки й уточнення вимог ТЗ	Метрологічне забезпечення розробки й виробництва.	Розробка проекту комплексного графіка заходів щодо підготовки виробництва (КГЗПВ). Аналіз технічного рівня виробництва підприємства–виготовловача



Продовження табл. 11.4

1	2	3	4
Ескізний проект	Розробка комплексу документів	Відпрацьовування конструкції на технологічність за участю підприємства–виготовлювача. Визначення номенклатури технологічних процесів	Узгодження КГЗПВ. Аналіз рівня організації виробництва
Технічний проект	Розробка комплексу документів. Розробка конструкторської документації на спеціальну оснастку, технологічне устаткування, засоби контролю й випробувань дослідженого зразка. Розробка програми забезпечення якості	Відпрацьовування конструкції на технологічність. Визначення номенклатури технологічних процесів, що підлягають розробці стосовно до умов серійного виробництва. Роботи з удосконалення існуючих технологічних процесів. Метрологічні експертиза й забезпечення виробництва	Затвердження КГЗПВ. Розробка проекту організації виробництва нового виробу. Розрахунок потреби в додатковому устаткуванні. Розрахунок потреби у виробничих потужностях. Розробка пропозицій по кооперації виробництва заготівель, деталей, виробів.
Робочий проект, виготовлення й випробування дослідного зразка	Розробка комплексу документів. Виготовлення й випробування дослідного зразка на відповідність ТЗ	Відпрацьовування конструкції на технологічність. Уточнення номенклатури технологічних процесів. Розробка технологічних процесів виготовлення нових деталей і складальних одиниць. Розробка конструкторської документації на спецоснастку, засобу автоматизації виробництва.	Розміщення замовлень на матеріали й комплектуючі вироби. Уточнення додаткової потреби в устаткуванні й виробничій потужності. Розробка питань технічного, матеріального забезпечення основного виробництва. Розробка проекту організації праці й заробітної плати. Розробка системи видаткових норм і нормативів. Виготовлення головних зразків, спеціального технологічного оснащення,

		Випробування засобів технологічного оснащення й засобів механізації й автоматизації. Розробка технологічної документації для умов серійного виробництва	засобів контролю
Відпрацювання документації за результатами випробувань дослідного зразка	Комплект відпрацьованих документів	Уточнення комплекту технологічної документації для умов серійного виробництва	Розробка видаткових нормативів і складання нормативних і планових калькуляцій собівартості виробу
Підготовка виробництва	Технічна допомога підприємству–виготовлювачеві з боку розроблвача в підготовці виробництва. Відпрацювання конструкторської документації для умов серійного підприємства–виготовлювача	Роботи з освоєння нових технологічних процесів	Виготовлення оснащення в обсягах серійного виробництва. Перепідготовка кадрів для нових технологічних процесів. Розробка проектів установки встаткування. Дообладнання цехів і ділянок. Планування виготовлення дослідної партії.

Підготовка виробництва на серійному заводі–виготовлювачі є заключною частиною інноваційного процесу, особливо якщо вивід товару на ринок підготовлений пробним маркетингом. У підготовці виробництва беруть участь практично всі служби заводу. Вхідною інформацією для такої підготовки є наявність повного комплексу конструкторської документації й маркетингова оцінка виробничої програми по новому виробі. Далі підготовка виробництва проходить по наступних стадіях:

- закінчення конструкторської підготовки виробництва;
- технологічна підготовка виробництва;
- організаційна підготовка виробництва.

Ці стадії багато в чому виконуються паралельно по наступних основних напрямках (до початку виготовлення дослідної партії на діючому підприємстві):

- забезпечення конструкторською документацією;
- розробка виробничої програми;

- розробка технологічної документації;
- оснащення цехів спеціальною оснасткою і устаткуванням;
- розрахунок цін і висновок договорів;
- забезпечення матеріалами й покупними виробами;
- метрологічне забезпечення виробництва;
- оперативно–виробниче планування;
- забезпечення робочими кадрами.

### **11.7 Контрольні питання до розділу**

1. У чим ціль проведення ринкових випробувань нових товарів?
2. Ціль конструкторської підготовки серійного виробництва .
3. У чому полягає завдання ТПВ забезпечення повної технологічної готовності фірми до виробництва нових виробів із заданими техніко-економічними показниками?
4. Які вихідні дані потрібні для проведення ТПВ?
5. Чим регламентується технологічна підготовка виробництва?
6. Приведіть зміст основних етапів ТПВ.
7. Що характеризує технологічну раціональність?
8. На чому ґрунтується вибір оптимального варіанта технологічного процесу?
9. Вибір найбільш економічного варіанта реалізації технологічного процесу.
10. Які функції організаційної підготовки виробництва?
11. Опишіть етапи ОПВ і їхній зміст.
12. Які зміни техніко–економічних показників нових виробів відбуваються на стадії освоєння?
13. Основні напрямки одержання економічного ефекту в процесі освоєння нових виробів.
14. Яким образом розподіляються роботи з КПВ, ТПВ і ОПВ на різних етапах ДКР?

## **12 КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА**

### **12.1 Основні поняття**

Економічний ефект від інновацій – це підсумок спільної діяльності науки і виробництва.

Оцінка фінансового стану проекту – це розробка оптимальної схеми фінансування проекту, виходячи з потреби в грошових ресурсах і можливих джерел її покриття (власних чи позичкових коштів).

Строк окупності – мінімальний часовий інтервал, за межами якого інтегральний ефект стає і надалі залишається не негативним.

Ефективність інноваційного проекту характеризується системою економічних показників, які відбивають співвідношення зв'язаних із проектом витрат і прибутків і які дають змогу судити про економічну привабливість проекту для його учасників, про економічні переваги даного проекту над іншими.

Дисконтування – це процедура зведення грошових потоків до єдиного моменту часу.

### **12.2 Види ефекту від реалізації інновацій**

Після підготовки проекту до реалізації настає відповідальний етап – використання інновацій. В умовах ринкової економіки значимість ефекту від реалізації інновацій зростає, але це не менш важливо і для перехідної економіки.

У залежності від визначених витрат і результатів інтегральних показників складається судження про види ефекту від реалізації інновацій (рис. 12.1).

Розрізняють показники ефекту за розрахунковий часовий період і показники річного ефекту.

Тривалість прийнятого розрахункового тимчасового періоду обумовлюється такими факторами:

- тривалістю інноваційного періоду і терміном служби об'єктів інновацій;
- ступенем вірогідності початкової інформації;

– вимогами інвесторів.

Загальним методом оцінки ефективності інновації є відношення ефекту (результату) до витрат. Це відношення (результат / витрати) може виражатися як у натуральних, так і в грошових величинах, а показник ефективності при обраних способах вираження може виявитися різним для однієї і тієї ж ситуації.

Визначення ефекту і вибору кращого варіанта реалізації інновацій вимагає перевищення кінцевих результатів над витратами на розробку, виготовлення і реалізацію. Разом з тим необхідно зіставляти отримані результати з результатами застосування аналогічних за призначенням варіантів інновацій. Гостра необхідність швидкої оцінки і правильності вибору інноваційного варіанта виникає на фірмах, що застосовують прискорену амортизацію, за якої терміни заміни наявного устаткування істотно скорочуються.

Розмір ефекту від реалізації нововведень безпосередньо визначається їхньою очікуваною ефективністю, яка виявляється:

– у продуктовому змісті (поліпшення якості і зростання товарного асортименту);

– у технологічному змісті (зріст продуктивності праці і поліпшення його умов);

– у функціональному змісті (ріст ефективності керування);

– у соціальному змісті (поліпшення якості життя).

Тому економічна цінність (вартість) нововведень для їхнього покупця безпосередньо визначається їх очікуваною корисністю, що дозволяє йому переборювати проблему обмеженості того чи іншого виду залучених ресурсів. Вартість нововведень для їх продавця безпосередньо визначається очікуваною вигідністю їхнього продажу. Поняття вартості і корисності нововведень в економічному смислі ідентифікуються у взаємозалежному аналізі якості і кількості:



Рисунок 12.1 – Види ефекту від реалізації інновацій

- вироблених речей (продуктів);
- виконуваної праці (робіт і функцій);
- зміни витрат виробництва і реалізації;
- зміни обсягу продажів, частки на ринку, прибутку й інших показників конкурентоспроможності в межах наявного попиту.



Рисунок 12.2 – Характеристика інноваційного проекту на передінвестиційній стадії розробки

Ефективність нововведень безпосередньо визначається їхньою конкретною здатністю зберігати відповідну кількість праці, часу, ресурсів і грошей у розрахунку на одиницю всіх необхідних і передбачуваних корисних ефектів створюваних продуктів, технічних систем, структур.

Саме поняття «ефективність науки» поширюється на комплекс проблем оцінки наукової діяльності в різних її аспектах: економічну ефективність, науково-технічний рівень, соціальну ефективність і т.д. Порівняно недавно стали з'являтися дослідження, у яких ефекти НДДКР базуються на концептуальному підході, відповідно до якого виділяють три їх види: соціально-політичний, науково-технічний і економічний. Ці види ефектів перебувають у певному зв'язку, взаємно впливають один на одного.

На передінвестиційній стадії розробки інноваційного проекту практично завершеними є НДДКР нововведень, цілком знімається невизначеність щодо технічних параметрів проекту (рис. 12.2). У цих умовах найбільш значимими для оцінки ефективності проекту, коли вирішується питання про його подальшу реалізацію, є економічні (комерційні) показники.

Отже, на передінвестиційній стадії інноваційні проекти можуть оцінюватися за допомогою показників, які характеризують ефективність інвестицій.

Оцінка ефективності проекту виробляється на наступних етапах:

1. Під час техніко-економічної оцінки проекту в цілому.
2. Під час оцінки ефективності використання власного капіталу для фінансування проекту.

Очевидно, що проект, ефективний у цілому, але такий, що фінансується за рахунок «дорогих» кредитів, не може бути привабливим для ініціатора чи потенційного інвестора. Саме цим пояснюється наявність двох точок зору на оцінку ефективності проекту на передінвестиційній стадії.

Ефективність проекту характеризується системою показників, які відбивають співвідношення витрат і результатів.

Комерційна ефективність (фінансове обґрунтування) проекту визначається співвідношенням фінансових витрат і результатів, які забезпечують необхідну норму прибутковості. Комерційна ефективність може розраховуватися як для проекту в цілому, так і для окремих учасників з урахуванням їхніх внесків за правилами. При цьому як ефект на  $t$ -му кроці ( $E_t$ ) виступає потік реальних грошей.

У межах кожного виду діяльності відбувається приплив і відплив коштів. Позначимо різницю між ними через:

$$\Phi_i(t) = \Pi_i(t) - O_i(t) \quad (12.1)$$

де  $i = 1, 2, 3$ ; – приплив коштів, – відплив коштів.

Потоком реальних грошей  $\Phi(t)$  називається різниця між припливом і відпливом коштів від інвестиційної і операційної діяльності в кожному періоді здійснення проекту (на кожному кроці розрахунку):

$$\Phi(t) = [\Pi_1(t) - O_1(t)] + [\Pi_2(t) - O_2(t)] = \Phi_i(t) + \Phi_i'(t) \quad (12.2)$$

Показники бюджетної ефективності відбивають вплив результатів здійснення проекту на доходи і витрати відповідного (державного, регіонального чи місцевого) бюджету. Основним показником бюджетної ефективності, використовуваним для обґрунтування передбачених у проекті заходів державної і регіональної фінансової підтримки, є бюджетний ефект.

Бюджетний ефект ( $B_t$ ) для  $t$ -го кроку здійснення проекту визначається:

$$B_t = D_t - P_t, \quad (12.3)$$

де  $D_t$  – доходи відповідного бюджету,  $P_t$  – витрати в зв'язку зі здійсненням даного проекту.

Показники народногосподарської економічної ефективності відбивають ефективність проекту з погляду інтересів держави в цілому, а також регіонів, які беруть участь у здійсненні проекту, галузей, організацій.

Оцінюючи ефективність інноваційного проекту, зіставлення різночасних показників здійснюють, зводячи їх до цінності в початковому періоді. Для зведення різночасних витрат, результатів і ефектів використовується норма дисконту, яка дорівнює прийнятній для інвестора нормі доходу на капітал. Технічно зведення до базисного моменту часу витрат, результатів і ефектів, що мають місце на  $t$ -му кроці розрахунку реалізації проекту, зручно робити множенням їх на коефіцієнт дисконтування, обумовлений для постійної норми дисконту  $\delta$  як



$$K = \frac{1}{(1 + \delta)^t} \quad (12.4)$$

де  $t$  — номер кроку розрахунку ( $t = 0, 1, 2, \dots, T$ ),  $T$  – обрій розрахунку, що дорівнює часу реалізації проекту,  $\delta$  – норма дисконту.

Також передбачається розрахунок таких важливих оцінкових показників проекту, як дисконтована величина чистих доходів, внутрішня норма прибутковості, рентабельність інвестицій, період окупності зроблених вкладів. Це все дає змогу оцінити потенційну привабливість проекту для інвестора.

Чистий дисконтований доход визначається як сума поточних ефектів за весь розрахунковий період, зведена до початкового кроку, чи як перевищення інтегральних результатів над інтегральними витратами.

Строк окупності – мінімальний часовий інтервал, за межами якого інтегральний ефект стає і надалі залишається не негативним. Іншими словами, це період, починаючи з якого первісні вкладення та інші витрати, зв'язані з інвестиційним проектом, покриваються сумарними результатами його здійснення.

Жоден з перерахованих критеріїв сам по собі не є достатнім для прийняття проекту. Рішення про інвестування коштів у проект повинне прийматися з урахуванням значень усіх перерахованих критеріїв та інтересів усіх учасників інноваційного проекту. Важливу роль у цьому рішенні повинні відіграти структура і розподіл у часі капіталу, залученого для здійснення проекту, а також інші чинники, з яких деякі піддаються тільки смисловою, а не формальному обліку.

Оцінка фінансової забезпеченості проекту передбачає розробку оптимальної схеми фінансування проекту, залежно від потреби в грошових ресурсах і можливих джерел її покриття (власних чи позичкових коштів). Для цього оцінюються ефективність залучення коштів засновників, емісії цінних паперів, складається оптимальний графік погашення кредиту, розраховується максимально можлива ставка кредиту, що може бути погашена протягом заданого періоду експлуатації проекту, проводиться аналіз показників ліквідності, рентабельності й оборотності активів. Розробляються необхідні форми фінансової звітності, звіт про рух коштів, звіт про прибутки, баланс проекту. У розрахунках відбиваються зобов'язання перед кредиторами, акціонерами і державою, враховується податкове і

макроекономічне оточення.

Також аналізується ризик проекту. Такий аналіз дає змогу оцінити чутливість економічних показників проекту до змін зовнішнього середовища під впливом факторів інфляції, невизначеності, ризику, характерних для української економіки. Даються практичні рекомендації щодо ослаблення їхнього впливу. Визначаються межі зміни економічних умов, у яких проект залишається ефективним, виробляється параметричний сценарій, імовірнісний аналіз його розвитку. Особі, що приймає рішення, пропонується повна й обґрунтована картина можливих результатів реалізації проекту, що дає змогу це рішення прийняти впевнено.

### **12.3 Економічна ефективність**

Економічна ефективність інноваційного проекту безпосередньо зв'язана з проблемою комплексної оцінки ефективності капітальних вкладень, оскільки проект у даному випадку розглядається як об'єкт інвестування.

Перехід до ринкових відносин вимагає гнучких рішень в економіці, що забезпечує істотне підвищення ефективності інвестицій. Одним з найважливіших питань теорії ефективності варто визнати критеріальний підхід, оскільки за різних критеріїв мають місце різні відповідні показники (коефіцієнти) економічної ефективності. В основу критеріального підходу закладено триєдиний критерій раціональності інвестицій: економічний, екологічний і соціальний. Це значно ускладнює визначення ефективності і обумовлює потребу в такій методиці, яка б спочатку виявляла оптимальні варіанти в кожній із зазначених сфер, а потім давала можливість інтегрувати їхні дані.

Конкретний підхід до обліку впливу зазначених сфер бажано звести до обмеженої кількості показників, що дасть можливість трохи спростити вирішення багатofакторного завдання. З економічної точки зору інвестиції характеризуються витратами нинішньої і минулої праці. Відповідні цій концепції показники (фондоємність, трудомісткість, матеріалоемність і т.п.) мають тенденцію до мінімізації для забезпечення більшої ефективності інвестицій. Соціальний критерій враховує необхідність поліпшення комунально-побутових умов праці, зниження витрат ручної праці, а також збільшення доходу в розрахунку на одного працівника. Екологічний аспект

орієнтує на мінімізацію використання повітряних, водних і земельних ресурсів як при здійсненні будівництва, так і в експлуатаційний період.

Загальна економічна ефективність інвестицій може розраховуватися:

а) по інтелектуальному виробництву в цілому, по великих регіонах і галузях як відношення приросту частки створеного національного доходу в порівнянних цінах до використовуваних капітальних вкладень по всіх джерелах фінансування, що викликали цей приріст:

$$E_{кз} = \frac{\Delta D_{кз}}{K_{\epsilon}} \quad (12.5)$$

де  $E_{кз}$  – економічна ефективність інвестицій;  $\Delta D_{кз}$  – приріст частки зробленого національного доходу в порівнянних цінах;  $K_{\epsilon}$  – капітальні вкладення по всіх джерелах фінансування.

При цьому критерієм абсолютної ефективності служить максимізація обсягів інвестицій:

$$K_p = D_{кз} \rightarrow \max$$

$$K_p = K_{\epsilon} \rightarrow \min$$

б) за окремими і-ми проектами – як відношення приросту прибутку (зниження собівартості) чи госпрозрахункового доходу до капітальних вкладень, що викликали цей приріст:

$$E_H = \frac{\Delta \Pi}{\Delta K_{\epsilon}} \quad (12.6)$$

де  $\Delta \Pi$  – приріст прибутку чи госпрозрахункового доходу;  $\Delta K_{\epsilon}$  – капітальні вкладення.

Складовою частиною капітальних вкладень є витрати на наукові дослідження і розробки, виражені в грошовій формі. Основна увага в статистиці приділяється обліку внутрішніх витрат на наукові дослідження і розробки, виконані власними силами організації, що звітує протягом звітного року, незалежно від джерела фінансування.

Економічний ефект від інновацій складає собою підсумок спільної

діяльності науки і виробництва. Виступаючи як кількісний вимірник суспільної корисності, він використовується для добору проблем, що підлягають розробці, розподілу ресурсів між науковими темами і напрямками, розробки цін на наукову продукцію, оцінки діяльності наукових колективів і побудови систем стимулювання.

Високий річний економічний ефект можна одержати і при посередній роботі (без обліку ресурсів). На чільне місце в діяльності наукових організацій має бути поставлений показник віддачі всіх ресурсів. Нова техніка повинна давати найвищий остаточний результат при найменших витратах. Це і є критерій визначення результативності роботи наукових колективів. Отже, показником віддачі витрат є економічна ефективність науки, що складає кількісне відношення ефекту, отриманого від упровадження наукових ідей у виробництво (тобто інновацій), до сукупних витрат на їхнє здійснення.

Уявлення про те, що будь-яка наукова праця має бути рентабельною, є неправильним. Так, ФІ створюють для наукової праці необхідні умови. Спроба ж економити на цьому може призвести до зниження рівня прикладної тематики. Зв'язок ФІ з виробництвом не є прямолінійним, тому що втілення ідей у виробництво відділено значним часовим лагом. Таким чином, ефективність результату досліджень у найближчому відрізкові часу практично не може мати вартісного вираження. Інший має бути підхід до визначення економічної ефективності НДДКР. Економічний ефект від НДДКР розподіляється на очікуваний, фактичний і потенційний. Очікуваний економічний ефект від ДКР і технологічних проектів повинен розраховуватися по другому році виробництва. Фактичний ефект обчислюється по виробках, які є на стадії впровадження й експлуатації, за обсягом фактично випущеної продукції. Потенційний економічний ефект розраховується за оптимальними обсягами впровадження виробів у виробництво й умовами їхньої експлуатації як максимально можливий економічний ефект. Такий економічний ефект відрізняється від ФД і ПД і робіт зі створення ДСТУ, де за оптимальний обсяг упровадження приймається потреба в новій техніці. Він носить прогностичний і імовірнісний характер, тому що мова йде про ефект, який може бути отриманий у майбутньому.

Одним з найважливіших факторів економічної ефективності в умовах конкуренції будуть мінімальні терміни введення об'єктів в експлуатацію.

Одним зі шляхів досягнення мінімізації тривалості інвестиційного циклу варто вважати істотне зменшення тривалості проектно–дослідницьких, будівельно–монтажних робіт і заходів щодо освоєння потужностей. Якщо можна, варто організувати сполучення окремих циклів інвестиційного процесу. Це дозволить забезпечити мінімізацію термінів робіт:

$$T \rightarrow \min$$

Економічне стимулювання скорочення тривалості інвестиційного попиту варто передбачати в договорі. Як варіант може використовуватися принцип передачі підряднику частки прибутку проекту за період дострокового введення його в експлуатацію:

$$E_D = \alpha \Pi_{cn} (T_D - T_\Phi) \quad (12.7)$$

де  $E_D$ – ефект від дострокового введення об’єкта в експлуатацію, тис. грн.;

$\alpha$  – коефіцієнт динаміки частки прибутку;

$\Pi_{cn}$  – розрахунковий прибуток споруджуваного (введеного) підприємства за рік, тис. грн.;

$T_D$  – договірний термін будівництва, рік;

$T_\Phi$  – фактична тривалість будівництва, рік.

Іншим напрямком підвищення ефективності інвестицій варто вважати економію на вартості землі шляхом використання раціональних об’ємно–планувальних рішень (розміщення на мінімальній площі), використання ділянок землі, не придатних для сільського господарства. Комплекс економічних заходів, зв’язаних з мінімізацією витрат, що залежать від учасників інвестиційного процесу (податків, процентних ставок і інших економічних важелів), також є напрямком підвищення ефективності інвестицій.

Вибір економічно раціональних постачальників устаткування, будівельних конструкцій, деталей і матеріалів також дозволить істотно знизити розміри необхідних інвестицій, що буде відповідати критерію мінімуму капітальних вкладень:

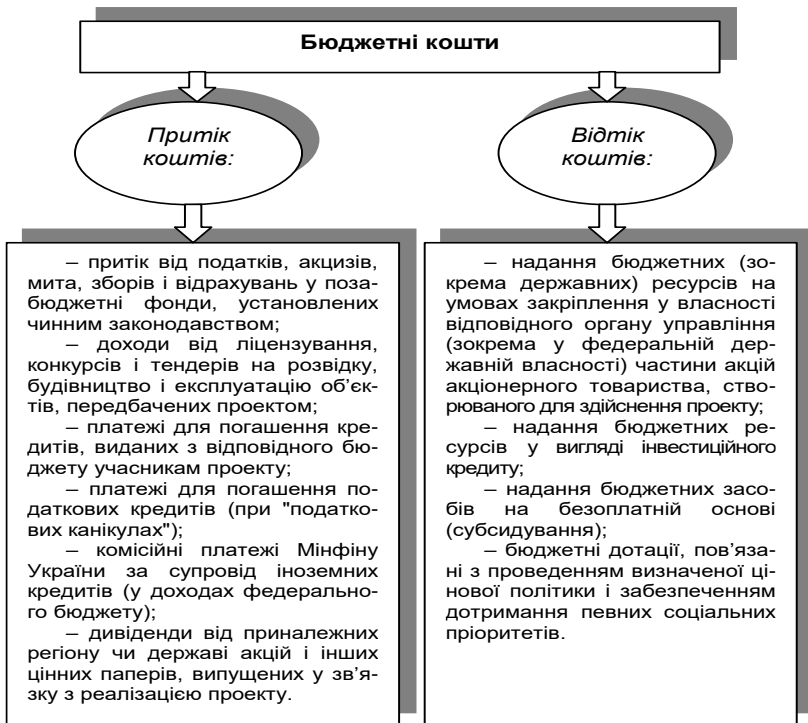
$$\sum_{i=1}^n K_e \rightarrow \min$$

Відповідно, економія капітальних вкладень буде прямувати до максимуму:

$$E_K = K_{E_1} - K_{E_2} = \Delta K_E \rightarrow \max \quad (12.8)$$

Досягнення максимального прибутку при мінімальних капітальних вкладеннях базується на умілому використанні прогресивної технології, нової техніки, раціональних об'ємно-планувальних рішень, ефективних будівельних матеріалів і інших досягнень НТП. Вибір форм відтворення основних фондів і потужностей дозволить підвищити ефективність інвестицій шляхом мінімізації обсягів нового будівництва, а також оптимізації структури і тривалості робіт з технічного переозброєння, реконструкції і розширенню підприємств і об'єктів різного призначення.

Бюджетна ефективність оцінюється за вимогою органів державного і/чи регіонального управління. Відповідно до цих вимог може визначатися бюджетна ефективність для бюджетів різних рівнів чи консолідованого бюджету. Показники бюджетної ефективності розраховуються на підставі визначення потоку бюджетних коштів (рис. 12.3).



*Рис. 12.3 – Бюджетні кошти для розрахунку бюджетної ефективності*

Також рекомендується враховувати:

– податкові пільги, в результаті яких зменшуються надходження від податків і зборів;

– державні гарантії позик і інвестиційних ризиків.

Оцінюючи бюджетну ефективність проекту, враховують також зміни доходів і витрат бюджетних коштів, обумовлених впливом проекту, якщо цей вплив є на сторонні підприємства і населення, у тому числі:

а) пряме фінансування підприємств, які беруть участь у реалізації проекту;

б) зміна податкових надходжень від підприємств, діяльність яких погіршується чи поліпшується в результаті реалізації проекту;

в) виплати допомог особам, що залишаються без роботи в зв'язку з реалізацією проекту;

г) виділення з бюджету засобів для переселення і працевлаштування громадян у випадках, передбачених проектом.

За проектами, які передбачають створення нових робочих місць у регіонах з високим рівнем безробіття, за умови залучення бюджетних коштів враховується економія капіталовкладень з федерального бюджету чи з бюджету суб'єкта Федерації на виплату відповідної допомоги.

Показники бюджетної ефективності відбивають вплив результатів здійснення проекту на доходи і витрати відповідного (федерального, регіонального чи місцевого) бюджету. Основним показником бюджетної ефективності, використовуваним для обґрунтування передбачених у проекті заходів федеральної і регіональної фінансової підтримки, є бюджетний ефект.

Бюджетний ефект  $B_t$  для  $t$ -го кроку здійснення проекту визначається як перевищення доходів відповідного бюджету над витратами в зв'язку зі здійсненням даного проекту:

$$B_t = D_t - P_t \quad (12.9)$$

де – доходи відповідного бюджету; – витрати в зв'язку зі здійсненням даного проекту.

Основним показником бюджетної ефективності є ЧДД. За наявності бюджетних відтоків можливе визначення ВНД і ІД.

## 12.4 Статичні та динамічні показники ефективності

Ефективність інноваційного проекту характеризується системою економічних показників витрат і результатів, які допомагають скласти судження про економічну привабливість проекту для його учасників, про економічні переваги одних проектів над іншими. Показники ефективності інноваційних проектів можуть класифікуватися за такими ознаками:

- вид економічного суб'єкта;
- вид узагальнюючого показника, що виступає як критерій економічної ефективності проекту (показники поділяються на абсолютні, у яких узагальнюючі показники визначаються як різниця між вартісними оцінками результатів і витрат, зв'язаних з реалізацією проекту; відносні, у яких узагальнюючі показники визначаються як відношення вартісних оцінок результатів проекту до сукупних витрат на їхнє одержання; тимчасові, котрими оцінюється період окупності інвестиційних витрат);
- методи зіставлення різночасних грошових витрат і результатів



(статичні, у яких грошові потоки, що виникають у різні моменти часу, оцінюються як рівноцінні, і динамічні, у яких грошові потоки, викликані реалізацією проекту, зводяться до єдиного моменту часу за допомогою їх дисконтування, забезпечуючи порівнянність різночасних грошових потоків).

Наведені в табл. 12.1 показники використовуються для оцінки економічної ефективності інноваційних проектів, причому кожний з них може оцінити економічні інтереси будь-якого суб'єкта, що бере участь у проекті.

Статичні методи оцінки економічної ефективності належать до простих методів, які використовуються головним чином для швидкої і наближеної оцінки економічної привабливості проектів. Вони можуть бути рекомендовані для застосування на ранніх стадіях експертизи інноваційних проектів, а також для проектів, що мають відносно короткий інвестиційний період. До найбільш часто використовуваного в практиці економічного аналізу показників оцінки економічної ефективності проектів належать:

- сумарний (чи середньорічний) прибуток, одержуваний у результаті реалізації проекту;
- рентабельність інвестицій (проста норма прибутку);
- період окупності (термін повернення) інвестицій.

Таблиця 12.1 — Показники оцінки економічної ефективності проектів

<i>Показники</i>	<i>Статичні</i>	<i>Динамічні</i>
Абсолютні	Сумарний прибуток. Середньорічний прибуток	Чистий дисконтований доход
Відносні	Рентабельність інвестицій	Індекс прибутковості. Внутрішня рентабельність
Тимчасові	Період окупності інвестицій	

Показники прибутковості проекту характеризують величину чистого прибутку, одержуваного учасниками проекту в результаті його реалізації.

Сумарний прибуток визначається як різниця сукупних вартісних результатів і витрат, викликаних реалізацією проекту

$$N = \sum_{t=0}^m (P_t - Z_t) \quad (12.10)$$

де  $P_t$  – вартісна оцінка результатів, одержуваних учасником проекту протягом  $t$ -го інтервалу часу;  $Z_t$  – сукупні витрати, чинені учасником проекту протягом  $t$ -го інтервалу часу;  $m$  – число інтервалів протягом інвестиційного періоду, тобто періоду життєвого циклу проекту.

Середньорічний прибуток є розрахунковим показником, що визначає усереднену величину чистого прибутку, одержуваного учасником проекту протягом року.

$$n_{\Gamma} = \frac{1}{T} \sum_{t=0}^m (P_t - Z_t) \quad (12.11)$$

де  $T$  – тривалість інвестиційного періоду, років.

Проект можна вважати економічно привабливим, якщо ці показники є позитивними, у противному випадку проект є збитковим. Показники прибутковості можуть розраховуватися стосовно різних економічних суб'єктів, зацікавлених в участі в проекті. Для кожного з них міняються лише зміст і значення вартісних оцінок результатів і витрат. Так, для потенційного інвестора економічними результатами реалізації проекту виступають очікувані доходи (наприклад, дивіденди), одержувані ним протягом періоду реалізації проекту. Для кредитора економічним результатом є платежі за виданий кредит, інвестований у проект.

Рентабельність інвестицій (ROI – Return On Investments) дає можливість установити не тільки факт прибутковості проекту, але й оцінити ступінь цієї прибутковості. Показник рентабельності інвестицій (проста норма прибутку) визначається як відношення річного прибутку до вкладених у проект інвестицій.

$$ROI = \frac{\Pi}{I} \quad (12.12)$$

де  $\Pi$  – прибуток від реалізації проекту;  $I$  – початкові інвестиції в проект.

Показник рентабельності інвестицій може бути розрахований за даними одного з років реалізації проекту (звичайно для цього вибирається рік, що відповідає реалізації проекту на повну виробничу потужність), за окремими роками реалізації проекту при різному ступені використання виробничих потужностей чи за усередненим показником чистого прибутку. Крім того, у залежності від цілей економічного аналізу можуть використовуватися різні показники прибутку і інвестованого капіталу. Так, для оцінки норми прибутку на повний вкладений капітал використовується показник:

$$ROI = \frac{\Pi + r}{I} \quad (12.13)$$

де  $r$  – процентні платежі, виплачувані кредитору, а норма прибутку на оплачений акціонерний капітал розраховується за формулою:

$$ROI = \frac{\Pi}{I_A} \quad (12.14)$$

де  $I_A$  – акціонерний капітал.

Період окупності інвестицій визначає проміжок часу від моменту початку інвестування проекту до моменту, коли чистий дохід від реалізації проекту цілком окупає (компенсує) початкові вкладення в проект. Вважається, що, чим менший період окупності проекту, тим швидше початкові вкладення повертаються інвестору, тим проект є привабливішим. Для проектів, що характеризуються постійним за величиною і рівномірним надходженням чистого доходу  $\Pi_0$  та одноразовими капітальними вкладеннями в проект  $I$ , період окупності  $T_{OK}$  може бути розрахований за формулою

$$T_{OK} = \frac{1}{\Pi_0} = \frac{1}{ROI} \quad (12.15)$$

На підставі даного виразу можна приблизно оцінити період окупності, використовуючи для цього показник рентабельності інвестицій.

Грошовий потік утвориться як сукупність коштів, що реально надходять на рахунки чи в касу суб'єкта-хазяїна у результаті реалізації проекту (вхідний грошовий потік) і виплачуваних ним зовнішнім агентам (вихідний грошовий потік).

Вхідний грошовий потік – це фінансові результати проекту, джерелами утворення яких можуть виступати виторг від реалізації продукції (робіт, послуг); кредити і позики зовнішніх агентів; акціонерний капітал, приваблюваний за рахунок додаткової емісії акцій; виторг від реалізації активів, що втягуються в проект і оцінені на момент завершення проекту; інші позареалізаційні доходи, зв'язані з конкретним проектом.

Вихідний грошовий потік включає інвестиційні витрати, що визначають величину початкових капітальних вкладень у проект, а також поточні фінансові платежі в проект, що звичайно включають виробничо–збутові витрати без обліку амортизаційних відрахувань на основні активи, використані в проекті; платежі за кредити і позики; податкові виплати; інші платежі з прибутку, включаючи виплати дивідендів на додатковий акціонерний капітал.

Чистий грошовий потік визначається як різниця між реальним припливом і реальним відтоком коштів, здійснюваними протягом визначеного інтервалу часу інвестиційного періоду:

$$NCF_t = CIF_t - COF_t \quad (12.6)$$

де  $NCF_t$  – чистий грошовий потік в інтервалі часу  $t$ ;  $CIF_t$  – вхідний грошовий потік в інтервалі  $t$ ;  $COF_t$  – вихідний грошовий потік в інтервалі  $t$ .

При прогнозуванні фінансових показників проекту за інтервал інвестиційного періоду можуть бути прийняті місяць, квартал чи рік. Вибираючи конкретний інтервал, слід виходити, по-перше, з планованої періодичності грошових надходжень і платежів і, по-друге, з прийнятною точністю одержання прогнозів на кожному інтервалі. Для довгострокових проектів рекомендується використовувати різну розбивку інвестиційного періоду на інтервали. Так, як інтервал для першого року реалізації проекту звичайно беруть місяць або квартал, а для наступних років реалізації – рік.

Інноваційні проекти характеризуються грошовими потоками, що мають, як правило, різну інтенсивність протягом окремих інтервалів інвестиційного періоду. Причому, чистий грошовий потік може бути

негативним на початковому, інвестиційному етапі проекту, коли відбуваються інвестиційні витрати на проект; позитивним він стає на експлуатаційному етапі проекту, коли поточні надходження перевищують розміри поточних платежів.

Щоб оцінити економічну ефективність проектів, варто враховувати різну цінність для потенційних учасників проекту коштів, одержуваних чи затрачуваних ними в різні моменти часу. Порівняння різночасних грошових потоків, утворених під час реалізації проекту, здійснюється через їх дисконтування – процедуру зведення грошових потоків до єдиного моменту часу. За точку економічного відррахунку звичайно беруть момент, який відповідає початку інвестиційного етапу проекту, тобто початку інвестування проекту, або момент ухвалення рішення про доцільність подальшої реалізації проекту. В основі процедури дисконтування лежить ідея визначення поточного аналога коштів, виплачуваних, і / чи одержуваних у різні моменти часу в майбутньому.

Поточний аналог сукупності коштів за проектом протягом усього життєвого циклу проекту

$$PV = \sum_{t=0}^T PV_t \quad (12.17)$$

де  $PV_t$  – поточний грошовий аналог коштів, виплачуваних і/чи одержуваних у момент часу  $t$ .

Обчислювальна процедура дисконтування полягає в множенні величини грошового потоку, який має місце на  $t$ -ому інтервалі інвестиційного періоду, на коефіцієнт дисконтування.

Економічне обґрунтування процедури дисконтування ґрунтується на припущенні, що потенційний інвестор (власник капіталу), який має деяку суму коштів  $PV$ , може їх вкласти в деяке джерело нагромадження капіталу, наприклад депозитний рахунок у банку, що гарантує вкладнику визначений дохід у відсотках за рік,  $i$  через  $T$  років одержує дохід:

$$FV = PV(1 + \delta)^T \quad (12.18)$$

де  $FV$  – сукупний дохід з урахуванням відсотків;

PV – сума коштів, грн.;

T – кількість років;

$\delta$  – ставка дисконту.

Отже, сума PV є для власника капіталу грошовим еквівалентом суми FV через T років.

Подібні міркування можуть стосуватися будь-яких форм вкладення капіталу. Причому ставка дисконту  $\delta$ , за якою ведеться дисконтування грошових потоків під час аналізу економічної ефективності вкладень капіталу для конкретного проекту, визначається як ставка за найкращою для інвестора альтернативною формою вкладення капіталу, від якої інвестор відмовляється, вкладаючи капітал у розглянутий проект.

Вибираючи ставку дисконту для конкретного проекту, необхідно мати на увазі величину можливих для інвестора і гарантованих джерел нагромадження капіталу (наприклад, з депозитного відсотка від вкладів у надійному банку чи відсотка доходу з державних облігацій), скоректованих (збільшених) з урахуванням ризику, зв'язаного з інвестиціями в конкретний проект.

Динамічні показники оцінки ефективності

Для аналізу інноваційних проектів можуть використовуватися динамічні методи оцінки економічної ефективності, засновані на дисконтуванні грошових потоків: поточної вартості, рентабельності, ліквідності.

Метод поточної вартості заснований на визначенні чистого дисконтованого доходу, що виступає як показник інтегрального економічного ефекту від проекту. Чистий дисконтований дохід NPV розраховується як різниця між дисконтованими грошовими потоками надходжень і платежами, виробленими у процесі реалізації проекту за весь інвестиційний період.

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{CIF}{(1 + \delta)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{COF}{(1 + \delta)^t} \quad (12.19)$$

де CIF – грошовий потік надходжень; COF – грошовий потік платежів, здійснених у процесі реалізації проекту.

Зокрема, якщо інвестиції в проект здійснюються один раз, то NPV може бути розраховано в такий спосіб:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{NCF_t}{(1 + \delta)^t} - I \quad (12.20)$$

$I$  – одноразові інвестиційні витрати, чинені на інвестиційному (нульовому) інтервалі.

Позитивне значення NPV свідчить про доцільність ухвалення рішення щодо фінансування і реалізації проекту, а при порівнянні альтернативних варіантів вкладень економічно вигідним вважається варіант із найбільшою величиною чистого дисконтованого потоку.

Індекс прибутковості (Profitability Index – англ.) визначається як відносний показник, що характеризує співвідношення дискнтованих грошових потоків і величини початкових інвестицій у проект.

Правилом прийняття рішень про економічну привабливість проекту є умова: якщо індекс прибутковості більший від 1, то проект вважається економічно вигідним. У протилежному випадку (якщо індекс прибутковості менший за 1) проект варто відхилити.

Метод рентабельності використовується для визначення показника внутрішньої рентабельності проекту (Internal Rate of Return – IRR), тобто такої ставки дисконту, за якої дискнтована вартість надходжень коштів у проект дорівнює дискнтованій вартості платежів.

$$\sum_{t=0}^T \frac{CIF_t}{(1 + IRR)^t} = \sum_{t=0}^T \frac{COF_t}{(1 + IRR)^t} \quad (12.21)$$

де IRR – шукана ставка внутрішньої рентабельності проекту.

Проект вважається економічно вигідним, якщо внутрішня рентабельність перевищує мінімальний рівень рентабельності, установлений для даного проекту. Економічний зміст цього показника полягає в тому, що внутрішня рентабельність проекту зумовлює темп росту капіталу, інвестованого в проект. Крім того, цей показник визначає максимально припустиму ставку позичкового відсотка, за якої кредитування проекту здійснюється беззбитково, тобто без використання для виплат за кредит частини прибутку, отриманої на власний інвестований капітал.

Для визначення показника внутрішньої рентабельності проекту може використовуватися графічний метод, заснований на побудові графіка значень

NPV за різних значень ставки дисконту. При цьому значення, за якого графік перетинає вісь абсцис, і визначає шукане значення внутрішньої рентабельності проекту(рис. 12.4).

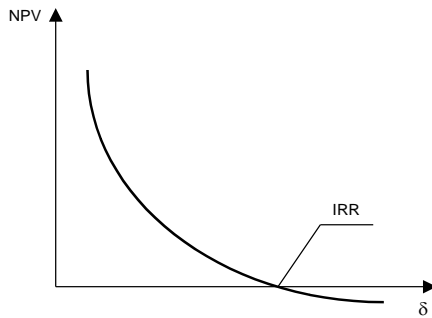


Рис. 12.4 – Визначення шуканого значення внутрішньої рентабельності проекту

Метод ліквідності призначений для визначення періоду окупності (терміну повернення) інвестицій. У динамічній постановці розрахунок періоду окупності здійснюється шляхом дисконтування грошових потоків за проектом

$$\sum_{t=0}^{T_{ik}} \frac{CIF_t}{(1 + \delta)^t} = \sum_{t=0}^{P_H} \frac{COF_t}{(1 + \delta)^t} \quad (12.22)$$

де  $T_{ik}$  – шуканий період окупності інвестицій.

Очевидно: якщо період окупності проекту перевищує інвестиційний період, то проект не окупається і є економічно не вигідним.

Наведені показники оцінки економічної ефективності проектів виступають у ролі необхідних критеріїв, на основі яких учасники проекту можуть оцінити економічну (комерційну) привабливість проектів.

Слід зазначити і те, що рішення про участь у проекті чи його підтримці повинне прийматися з врахуванням інших оцінок і критеріїв, які у кожному конкретному випадку формуються залежно від цілей, які стоять перед учасниками проекту, умов реалізації проекту і зв'язаних з ними ризиків, інших чинників, які часто можуть не мати кількісного вираження. У зв'язку з цим процедура добору й оцінки інноваційних проектів повинна включати як формальні методи розрахунку кількісних критеріїв оцінки



економічної ефективності, так і неформальні, експертні методи аналізу різних аспектів проекту.

## 12.5 Контрольні питання до розділу

1. Для одержання позитивних результатів під час проведення розрахунків ефективності інноваційного проекту необхідно:

- а) узгодити розрахунки з часом грошових потоків;
- б) установити обсяг витрат та вигод проекту;
- в) врахувати масштаб проекту;
- г) вибрати момент для дисконтування;
- д) визначити складність проекту.

2. Проекти затверджуються лише тоді, коли чиста поточна вартість:

- а) дорівнює нулю;
- б) менша від нуля;
- в) більша за нуль;
- г) більша за одиницю.

3. За умови заданого ризику, індекс прибутковості – це:

- а) рівень прибутковості, що дорівнює безризиковій ставці;
- б) рівень прибутковості, що дорівнює чистому приведену доходу проекту;

в) очікуваний рівень прибутковості;

- г) той граничний рівень прибутковості, нижче якого інвестори не відхиляють проект;

д) правильної відповіді немає.

4. Якщо індекс рентабельності інновацій дорівнює одиниці, то інтегральний ефект:

- а) менший від нуля;
- б) більший за нуль;
- в) дорівнює нулю.

5. Інноваційний проект є економічно ефективним, якщо індекс рентабельності інновацій:

- а) більший за нуль, але менший від одиниці;
- б) дорівнює нулю;
- в) дорівнює одиниці;
- г) більший від одиниці.

6. Недоотримана вигода від інноваційного проекту – це:

- а) шкода навколишньому середовищу;
- б) втрати;
- в) вигода «з проектом» мінус втрати «без проекту»;
- г) вигоди мінус втрати;
- д) правильної відповіді немає.

7. Відносно населення, яке мешкає в зоні реалізації інноваційного проекту, потрібно:

а) оцінити його з погляду демографічних, соціальних особливостей, умов проживання;

б) оцінити ступінь впливу проекту на умови проживання, зайнятості і відпочинку населення;

в) оцінити населення з погляду зайнятості, відпочинку і визначити міру впливу проекту на ці параметри;

г) оцінити умови поліпшення рівня життя;

д) спрогнозувати зміну соціокультурних параметрів населення.

8. Соціальні наслідки інноваційних проектів оцінюються:

- а) населенням країни;
- б) аналітиками, які готують проект;
- в) бенефіціаторами проекту;
- г) учасниками проекту;
- д) усі відповіді правильні.

9. Економічна придатність інноваційного проекту – це:

а) міра сприяння проекту досягнення встановлених країною цілей економічного розвитку;

б) найпривабливіший проект із погляду економічних вигод;

в) можливість підвищення якості життя населення;

г) розмір чистого економічного прибутку проекту;

д) вирішення екологічних проблем.

10. Які показники ефективності інноваційного проекту не враховують чинник часу:

- а) індекс рентабельності;
- б) норма прибутку;
- в) період окупності;
- г) внутрішня норма дохідності.

### Задачі до теми:

#### Задача 1

У виробництво впроваджується новий силовий агрегат для міні-електростанцій. Необхідно визначити економічний ефект від використання силового агрегату з урахуванням фактора часу, а також питомі витрати.

Знаходимо дисконтовані результати інновацій, дисконтовані витрати по роках розрахункового періоду і загальну суму ефекту протягом чотирьох років упровадження нового продукту.

Показник	Значення по роках розрахункового періоду			
	1-й	2-й	3-й	4-й
Результати (Р), грош. од.	14260	15812	16662	26250
Витрати (З), грош. од.	996	4233	10213	18396
Коефіцієнт дисконтування при ставці доходу 10 %	0,9091	0,8264	0,7513	0,6209

Виконуємо розрахунок:

$$\begin{aligned} &= (14260 \cdot 0,9091) + (15812 \cdot 0,8264) + (16662 \cdot 0,7513) + + (26250 \cdot \\ &0,6209) \cdot 12963,8 + 13067,0 + 12518,22 + 16229,4 = \\ &= 54778,42 \text{ грош. од.}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= (996 \cdot 0,9091) + (4233 \cdot 0,8264) + (10213 \cdot 0,7513) + \\ &+ (18396 \cdot 0,6209) \cdot 905,5 + 3498,2 + 7673 + 11373,5 = \\ &= 23250,2 \text{ грош. од.}; \end{aligned}$$

$$E = 54778,42 - 23250,2 = 31528,4 \text{ грош. од.}$$

Таким чином, економічний ефект від упровадження агрегату склав 31528,4 грош. од.

Питомі витрати визначаємо так:

$$K_{\Pi} =$$

Дані про витрати виробництва і реалізації міні-електростанцій наведено в таблиці.

Таблиця

Показник	Значення
Обсяг реалізації, шт.	300
Виторг від реалізації ( $P_B$ ), млн. грн.	22588
Витрати виробництва ( $Z_B$ ) (собівартість продукції), млн. грн.	8444

Визначимо економічний ефект (прибуток) від виробництва і реалізації міні-електростанцій за розрахунковий період:

$$E_T = P_B - Z_B = 22588 - 8444 = 14144 \text{ млн. грн.}$$

Запропоновані до впровадження три технології. Визначимо, яка з них найбільш рентабельна.

Таблиця

Інвестиції ( $K_T$ ), млн. грн.	Передбачуваний дохід ( $D_T$ ), млн. грн.
446,5	640,2
750,6	977,5
1250,0	1475,5

Рентабельність будемо визначати за формулою

1. За першою технологією
2. За другою технологією
3. За третьою технологією

Таким чином, найбільш рентабельна перша технологія.

### Задача 2

Визначте річний економічний ефект від заміни морально застарілого устаткування на 12 одиниць нового, більш прогресивного й економічного устаткування, якщо задані витрати зведені за базовим і новим варіантом ( $Z_{\text{інб}} = 3$  грн. і  $Z_{\text{прн}} = 4,10$  грн.):

норма амортизації ( $H_{\text{аб}} = 0,1$  і  $H_{\text{ан}} = 0,125$ ),

рівень рентабельності ( $R_G = R_H = 0,2$ ),

річна продуктивність ( $Q_G = 1000$  од. і  $Q_H = 1200$  од.),

річні експлуатаційні витрати ( $Z_{\text{тб}} = 17,0$  грн. і  $Z_{\text{тн}} = 16,0$  грн.), що супроводжують капітальні вкладення ( $K_{\text{вб}} = 15,0$  грн. і  $K_{\text{вн}} = 16,0$  грн.).

Порядок розв'язання:

$$E_T = [3_{\text{інб}} \cdot Q_6 / Q_6 \cdot (H_{\text{аб}} \cdot R_6) / (H_{\text{ан}} \cdot R_H) + ((3_{\text{тб}} - 3_{\text{тн}}) - (K_{\text{вв}} - K_{\text{вб}}) \cdot R_H) / (H_{\text{ан}} + R_H) - 3_{\text{прн}}] \cdot 12$$

### Задача 3

Автомобільна компанія, яка здійснює міжнародні автомобільні перевезення, планує прийняти до реалізації інноваційний проект. Проект характеризується такими показниками:

Показники	Період реалізації проекту				
	1 рік	2 роки	3 роки	4 роки	5 роки
Інвестиційні витрати, тис. грн.	1100	500	–	–	500
Валові доходи від експлуатації терміналу, тис. грн.		900	2550	3200	3500
Валові витрати на експлуатацію терміналу, тис. грн.		450	1700	2000	2050
в т. ч. амортизаційні відрахування, тис. грн.	–	95	150	140	130
Очікувана ставка податку на прибуток, %	30	30	30	30	30
Відсоток капіталізації чистого прибутку, %	–	–	25	20	20
Норма дисконту, %	20	20	20	20	20

Компанія має 1500 тис. грн. і в змозі фінансувати проект лише протягом першого року інвестиційного циклу. Для фінансування проекту протягом другого та четвертого років має увійти з своїм капіталом банк, як стратегічний інвестор.

Розподіл чистого доходу від реалізації проекту буде проводитися пропорційно вкладеним коштам. Банк отримав альтернативну пропозицію: надати у кредит 1000 тис. грн. строком на п'ять років за відсотковою ставкою 22% річних під складні відсотки. Починаючи з третього року, маржа до відсоткової ставки складе щорічно по 2%. Обґрунтуйте рішення, яке повинен прийняти банк і чому.

#### Задача 4

Компанія «АвтоЗА3» розробляє інвестиційний проект щодо будівництва СТО легкових автомобілів у м. Харкові. Проект характеризується такими даними:

Показники	Період реалізації проекту				
	1 рік	2 рік	3 рік	4 рік	5 рік
Сума інвестиційних витрат, всього, тис. грн.	2950	–	–	–	–
в тому числі:					
На капітальне будівництво, на придбання обладнання, на створення товарно-матеріальних запасів	1428 1510 12	–	–	–	–
Очікувані валові доходи, тис. грн.	–	2730	3100	3500	3500
Валові витрати без амортизації й платежів за кредитом, тис. грн.	–	1160	1510	1720	1700
Ставка податку на прибуток, %	30	30	30	30	30
Норма дисконту, %	20	20	20	30	30

Норма амортизації для будівель та споруд – 2% на рік, для виробничого обладнання – 10% на рік. Амортизація нараховується за прямолінійним методом.

Як один з варіантів фінансування проекту планується залучення банківського кредиту на суму 1515 тис. грн. Умови кредитування:

відсоткова ставка 18% річних нараховується на умовах простих процентів з першого року один раз на рік; виплачується в кінці року;

погашення кредиту здійснюється частками за таким графіком: 3–й рік – 20%; 4–й рік – 30%; 5–й рік – 50%.

За критерієм дисконтованого фінансового результату оцініть, якому з варіантів фінансування проекту надати перевагу:

- а) з залученням банківського кредиту;
- б) лише за рахунок власних коштів.

### Задача 5

У виробництво впроваджується новий агрегат для упакування тари. Визначити економічний ефект від використання нового агрегату з урахуванням чинника часу та питомих капіталовкладень.

Показники	Роки					
	1	2	3	4	5	6
Результати, грн.	14260	15812	16662	18750	26250	28750
Витрати, грн.	996	4233	10213	18 140	18396	20148
Коефіцієнт дисконтування 10%	0,9091	0,8264	0,7513	0,683	0,6209	0,5645

### Задача 6

Визначте первісну і залишкову вартість одиниці обладнання, якщо відома ціна придбання ( $C_{\text{пр}} = 150000$  грн.), коефіцієнт, що враховує транспортні витрати і монтаж ( $K_{\text{тр}} = 0,05$ ), норма амортизації ( $H_a = 0,15$ ), період експлуатації ( $T_{\text{ек}} = 7$  років).

Порядок виконання

1. Первісна вартість устаткування:

$$C_{\text{перв}} = C_{\text{пр}} (1 + K_{\text{тр}})$$

2. Залишкова вартість:

$$C_{\text{ост}} = C_{\text{перв}} (1 - H_a \cdot T_{\text{ек}})$$

### Задача 7

Підприємство передбачає реалізувати інноваційно-інвестиційний проект вартістю 200 тис. грн., практичне здійснення якого спрямоване на виробництво нового виду продукції. Очікуються такі грошові потоки: 1-й рік – 40 тис. грн., 2-й рік – 40 тис. грн., 3-й рік – 60 тис. грн., 4 рік – 50 тис. грн. Необхідно визначити чистий дохід та термін окупності інвестицій за умови, що дисконтна ставка дорівнює 5 %.

### Задача 8

Визначте новий рівень рентабельності і її приріст після впровадження інноваційного проекту, якщо задані постійні витрати на початок року ( $V_{\Pi} = 240$  тис. грн.), їхня частка в собівартості продукції ( $\square_{\text{пр}} = 0,15$ ), вартість реалізованої продукції ( $\text{РП}_{\text{нг}} = 1800$  тис. грн.), фондоемність продукції ( $\text{ФЄ}_{\text{нг}} = 0,25$ ), кількість оборотів ( $O_{\text{нг}} = 8$ ). Під кінець року обсяг реалізації зросте на 20%, пропорційно зростуть умовно–перемінні витрати, тривалість обороту ( $T_{\text{нг}} = 9$ ) скоротиться.

Порядок розв'язання

1. Собівартість на початку року:  $C_{\text{нг}} = V_{\Pi} / \square_{\text{пр}}$
2. Прибуток на початку року:  $\text{ПР}_{\text{нг}} = \text{РП}_{\text{нг}} \cdot C_{\text{нг}}$
3. Основний капітал на початку року:  $\text{ОК}_{\text{нг}} = \text{РП}_{\text{нг}} \cdot \text{ФЄ}_{\text{нг}}$
4. Оборотні кошти на початок року:  $\text{ОК}_{\text{нг}} = \text{РП}_{\text{нг}} / O_{\text{нг}}$
5. Рентабельність на початку року:  $R_{\text{нг}} = \text{ПР}_{\text{нг}} / (\text{ОК}_{\text{нг}} + \text{ОК}_{\text{нг}})$
6. Виторг на кінець року:  $\text{РП}_{\text{кг}} = \text{РП}_{\text{нг}} \cdot (1 + 0,2)$
7. Собівартість продукції наприкінці року:  
 $C_{\text{кг}} = (C_{\text{нг}} - V_{\Pi}) \cdot 1,2 + V_{\Pi}$
8. Прибуток наприкінці року:  $\text{ПР}_{\text{кг}} = \text{РП}_{\text{кг}} \cdot C_{\text{кг}}$
9. Тривалість одного обороту напочатку і наприкінці року:  
 $T_{\text{нг}} = 360 / O_{\text{нг}}$   
 $T_{\text{кг}} = T_{\text{нг}} - \square T$
10. Кількість оборотів наприкінці року:  $O_{\text{кг}} = 360 / T_{\text{кг}}$
11. Оборотні кошти на кінець року:  $\text{ОК}_{\text{кг}} = \text{РП}_{\text{кг}} / O_{\text{кг}}$
12. Рентабельність наприкінці року:  $R_{\text{кг}} = \text{ПР}_{\text{кг}} / (\text{ОК}_{\text{кг}} + \text{ОК}_{\text{кг}})$
13. Приріст рентабельності:  $\square R_{\text{кг}} = R_{\text{кг}} - R_{\text{нг}}$



## 13 ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ НА СТАДІЇ РОЗРОБКИ ПРОЕКТУ

### 13.1 Оцінка економічного ефекту НДДКР

Економічний ефект від НДДКР підрозділяється на: очікуваний, фактичний і потенційний. Очікуваний економічний ефект від ДКР і технологічних проектів повинен розраховуватися по другому року виробництва. Фактичний ефект обчислюється по виробках, що знаходяться на стадії впровадження та експлуатації, за обсягом фактично випущеної продукції. Потенційний економічний ефект розраховується за оптимальними обсягами впровадження виробів у виробництво та умов їх експлуатації як максимально можливий економічний ефект.

Однак розрахунками економічного ефекту від реалізації НДДКР передує оцінка ефективності на стадії розробки проекту. Науково–технічні інноваційні проекти, як правило відносяться до категорії ризикових. Комерційний ризик подібних проектів залежить від наступних факторів:

- науково-технічного ризику, що визначається ступенем технічної новизни інновацій і оцінюваного вірогідністю результативності в проведенні НДДКР і промислового освоєння нововведення;

- ринкового ризику, що визначається ступенем оригінальності та складності інновацій (продукту, послуг) з точки зору його сприйнятливості до споживачами і оцінюваного вірогідністю досягнення ринкового успіху.

Найбільші витрати, пов'язані з реалізацією проекту, відбуваються як правило, на інвестиційній стадії проектування і ці витрати можуть носити безповоротний характер. Саме тому особливе значення в інвестиційному проектуванні відводиться ретельності проведення робіт на початковій, передінвестиційній стадії.

Роботи, що проводяться на передінвестиційній стадії, включають два етапи:

- попередні дослідження (Reversibility Study), що складаються у вивченні макро–і мікроекономічної середовища проекту, аналізі можливостей реалізації проекту на тій чи іншій території, проведення промислових досліджень, призначених для виявлення можливостей у даній галузі промисловості, а також аналізі ресурсної складової проекту (доступність необхідних ресурсів, їх вартість). Результатом цих досліджень є попереднє техніко-економічне обґрунтування проекту:

- техніко-економічне обґрунтування (Feasibility Study) базується на

результатах попереднього етапу і пов'язане з більш поглибленими дослідженнями.

Техніко-економічне обґрунтування включає наступні основні розділи (3):

- загальні передумови та історія проекту – ім'я та адреса ініціатора проекту, передумови створення проекту, мета проекту (корпоративна) і загальні риси передбачуваної стратегії проекту, включаючи географічний регіон, частку ринку (внутрішнього, зовнішнього), плановану стратегію конкуренції (лідерство, на витратах, диференціацію продукції), місце розташування проекту (орієнтація по відношенню до ринку або до ресурсів), економічна та промислова політика, яка сприяє проекту;

- загальний аналіз ринку і концепція маркетингу – результат маркетингових досліджень (ділове середовище, цільовий ринок, сегментація ринку. Канали збуту, конкуренція, життєві цикли попиту і продукту), показники попиту (кількість, ціни) та пропозиції (минулі, діючі та майбутні поставки), обґрунтування маркетингових стратегій для досягнення цілей проекту та опис концепції маркетингу;

- сировина і постачання – ситуація з наявністю сировини, виробничих матеріалів і компонентів, потреби в поставках матеріальних ресурсів, план і управління поставками;

- місце розташування і навколишнє середовище – місце розташування і обрану ділянку для розміщення підприємства з точки зору екологічного впливу. Соціально–економічної політики, стимулів і обмежень, інфраструктурних умов, обґрунтованість вибору місця розташування і ділянки. Основні витрати пов'язані з розташуванням і дільниці;

- проектування і технологія – виробнича програма і потужність підприємства, опис обраної технології, її переваги та недоліки. Життєвий цикл. Спосіб доступу (впровадження) технології, навчання, контроль якості, виробнича структура підприємства (виробничі приміщення, обладнання, спосіб їх залучення, вартість), основні роботи з капітального будівництва;

- трудові ресурси – соціально–економічне і культурне середовище по відношенню до вимог проекту, наявності трудових ресурсів, вимоги до набору та навчання, вимоги до найманого персоналу (чисельність і професійно – кваліфікаційна структура), витрати із залучення й утримання персоналу;

- фінансовий аналіз і оцінка інвестицій – критерії оцінки інвестицій (економічні. Науково-технічні, соціальні, інші), інвестиційні витрати

(величина, джерела), поточні виробничо–збутові витрати, очікувані фінансові результати, фінансування проекту, (умови залучення власного і позикового капіталу), оцінка інвестицій – прибуток, термін окупності інвестицій, чистий грошовий потік (ЧГП), дисконтований ЧГП, внутрішня норма рентабельності стосовно різних категорій учасників проекту, вплив на навколишні умови, аналіз невизначеності та ризику, можливі засоби управління ризиком;

– висновки, що визначають головні переваги та недоліки проекту, шанси на його успішне здійснення.

### **13.2 Прогнозування економічних показників проекту**

Прогноз економічних показників інноваційного проекту базується на результатах оцінки ринкових перспектив реалізації інновацій, що лежать в основі проекту, і призначених для визначення фінансової спроможності проекту. Фінансова спроможність полягає у здатності фірми своєчасно і в повному обсязі виконати фінансові зобов'язання, що виникають у зв'язку реалізацією проекту, з одного боку, і з іншого – в отриманні прибутку, не меншою, ніж вона могла б бути отримана при найкращому альтернативному використанні підприємницьких зусиль і вкладається в проект капіталу.

Перший з цих факторів вимагає дотримання позитивного сальдо балансу надходжень, а другий – позитивної оцінки економічної ефективності інвестицій в проект. До складу економічних показників проекту включаються:

– інвестиційні витрати (капіталовкладення), що визначають величину початкових інвестицій в проект на передінвестиційній та інвестиційній стадіях;

– фінансові результати проекту, що визначають джерела, терміни та розміри надходжень грошових коштів (готівки, надходжень на банківські рахунки або до каси) господарюючому суб'єкту, який здійснює реалізацію проекту. Джерелами надходження коштів можуть виступати: виручка про реалізацію продукції (послуг); кредити і позики зовнішніх агентів; акціонерний капітал, який притягається за рахунок емісії акцій, прибуток від реалізації активів, що залучаються до проекту і оцінюваних на момент завершення проекту; інші позареалізаційні доходи, пов'язані з реалізацією проекту;

– поточні витрати за проектом, що визначають джерела, терміни та розміри платежів грошових коштів, вироблених господарюючим суб'єктом у процесі реалізації проекту на його експлуатаційній стадії. До складу платежів включаються: виробничо-збутові витрати по проекту; платежі за кредити і позики; податкові платежі; інші платежі з прибутку, включаючи виплату дивідендів акціонерам.

Доходи і витрати, пов'язані з реалізацією проекту, є вихідними показниками для прогнозу грошового потоку проекту.

Грошовий потік утворюється як сукупність грошових коштів, реально надходять на рахунки або до каси господарюючого суб'єкта в результаті реалізації проекту (вхідний грошовий потік) і виплачуються зовнішнім агентам (вихідний грошовий потік).

Вхідний грошовий потік (Cash In Flow – CIF) являє собою фінансові результати проекту.

Вихідний грошовий потік ((Cash Flow Out – COF) включає інвестиційні витрати, що визначають величину початкових капітальних вкладень у проєкт, а також поточні фінансові платежі за проектом, зазвичай включають поточні витрати без урахування амортизаційних відрахувань на в необоротні активи, залучені до проекту, інші поточні витрати. Амортизаційні відрахування є формою номінальними грошовими витратами. Оскільки вони включаються до складу витрат економічного суб'єкта, зменшуючи оподатковуваний прибуток. Однак, реально вони не виплачуються зовнішнім агента і акумулюються економічним суб'єктом.

Чистий грошовий потік (Net Cash Flow – NCF) визначається як різниця між реальним припливом і реальним відтоком коштів, що здійснюються протягом певного інтервалу часу інвестиційного періоду.

$$NCF = CIF - COF$$

де NCF – чистий грошовий потік в інтервалі часу  $t$ ;  
CIF – вхідний грошовий потік в інтервалі часу  $t$ ;  
COF – вихідний грошовий потік в інтервалі часу  $t$ .

Прогноз фінансових показників слід проводити диференційовано по інтервалах інвестиційного періоду. Як інтервал інвестиційного періоду можуть бути прийняті місяць, квартал чи рік. При виборі конкретного інтервалу слід виходити:

– по–перше, з планованої періодичності грошових надходжень;

– по-друге, з прийнятною точністю прогнозів по кожному інтервалу.

Для довгострокових проектів рекомендується використовувати різну розбивку інвестиційного періоду на інтервали. Так, в якості інтервалу для першого року реалізації проекту зазвичай приймається місяць або квартал, а для наступних років реалізації – рік.

При прогнозуванні економічних показників проекту необхідно враховувати невизначеність і що з цього ризик інвестування. Ризик полягає в можливому зменшенні фактичної віддачі від капіталовкладень у порівнянні з очікуваною.

Джерелом комерційних ризиків можуть виступати:

– внутрішні причини, викликані неправильними діями фірми і персоналу (неузгодженість проекту із стратегією фірми, прорахунки у важливих компонентах на пред інвестиційній стадії, невідповідність ідеї можливостям її здійснення, некваліфіковане управління, брак практичного досвіду, інші причини);

– зовнішні причини, викликані зміною ринкової кон'юнктури, економічної і політичної ситуації і інші причини, які можуть бути очікуваними, але на які неможливо цілеспрямовано впливати.

У фінансовому прогнозуванні завдання аналізу ризиків полягає у виявленні сукупності чинників, які можуть істотно впливати на хід реалізації проекту, і в прийнятті попереджувальних (превентивних) заходів по захисту від негативних чинників. З цією метою необхідно оцінити:

– істотність фактора тобто ступінь його впливу на фінансові показники проекту;

– ймовірність прояви аналізованого фактора і його залежність від інших факторів;

– способи захисту від негативного прояву того чи іншого фактора та оцінку ефективності (співвідношення витрат на захист і отриманих при цьому результатів)

Для обліку факторів ризику в прогнозуванні можна використовувати наступні методи:

– коригування параметрів проекту та економічних нормативів;

– перевірка стійкості прогнозу;

– побудова прогнозного сценарію.

На практиці облік ризику шляхом коригування економічних нормативів може реалізуватися різними способами. Так, методика ЮНІДО (комісія з промислового розвитку ООН) рекомендує наступні умови

фінансового прогнозування – очікувані грошові потоки прогножуються у цінах майбутніх періодів (номінальні грошові потоки), а для дисконтування грошових потоків застосовуються ставки, які включають всі види очікуваних ризиків, у тому числі інфляційні очікування за термін корисного життя проекту. До гідності такого підходу можна віднести відсутність безлічі варіантів прогнозу. Для цього встановлюються чисельні оцінки всіх видів ризиків. Існує досить велика кількість методик оцінки фінансових ризиків. Вибір того чи іншого підходу залежить від складу і достовірності інформації, яка доступна інвесторові для проведення аналізу.

Стійкість прогнозу фінансових показників проекту також може оцінюватися різними методами. Зокрема, одним з них є аналіз точки беззбитковості проекту. Можна рекомендувати також методику прогнозування, при якій фінансові розрахунки проводяться в припущенні трьох варіантів реалізації проекту:

- при найменш вигідних умовах реалізації проекту (песимістичний варіант прогнозу);
- при найбільш вигідних умовах реалізації проекту (оптимістичний варіант прогнозу);
- при найбільш ймовірних умовах реалізації проекту.

Оптимістичний варіант прогнозу буде визначати найбільші обсяги реалізації продукції (послуг), що дозволить оцінювати інвестиційні витрати. Песимістичний варіант прогнозу рекомендується використовувати для оцінки економічної ефективності. Якщо цей варіант буде економічно привабливим, то вигідність варіанту зберегтися і для інших варіантів прогнозу. В іншому випадку, розрахунки економічної ефективності слід провести для інших варіантів прогнозу, за результатами яких можна оцінити ступінь ризику, пов'язаного з реалізацією проекту.

У практиці побудови і аналізу фінансових прогнозів в умовах невизначеності може бути рекомендований метод аналізу і прийняття рішень з використанням «дерева рішень». Відповідно до цього методу передбачається побудова прогнозного сценарію, що включає наступну послідовність дій:

1. Структуризація проблеми, тобто встановлення причинно–наслідкових зв'язків у аналізованій проблемі. Для цього необхідно встановити: Що Особа Приймаюча Рішення (ОПР) повинно вибрати насамперед? Що можна відкласти? Яка інформація для прийняття рішення необхідна і в які терміни, з яких джерел?

В результаті створюється модель процесу прийняття рішень:

- дії, тобто елементи прогнозного сценарію, що вимагають прийняття рішень в тій чи іншій ситуації, що виникає в майбутньому;
- події, тобто елементи сценарію розвитку подій, які можуть наступати незалежно від ЛПР і є наслідком невизначеності в поведінці внутрішнього і зовнішнього середовища.

2. Побудова діаграми дерева рішень, що представляє графічний опис послідовних дій і можливих подій.

3. Прогноз фінансових показників проекту по кожній альтернативі.

4. Оцінка ймовірності настання подій (аналіз невизначеності).

Торкаючись оцінки настання тієї чи іншої події слід відмітити. Що при строгому визначенні поняття ймовірності цей показник визначається як межа відносної частоти настання даної події при прагненні у нескінченність числа випробувань. Однак, в економічному аналізі можливість подібного підходу до оцінки ймовірностей або обмежений, або відсутня, оскільки вимога нескінченності числа випробувань часто втрачає сенс або неможливий. Тому при прийнятті рішень у подібних ситуаціях використовують суб'єктивні ймовірності як наближені судження (оцінки) ОПР та експертів щодо вірогідності майбутніх подій, що базуються на знаннях і досвіді ЛПР (експертів), отриманих ними в процесі тривалого спостереження за об'єктом аналізу.

### **13.3 Методика розрахунку лімітної ціни НДДКР**

#### *13.3.1 Терміни і поняття*

Розрахунок лімітної ціни НДДКР за методикою, призначеної для визначення лімітних цін науково–дослідних і дослідно–конструкторських робіт, на стадії складання, погодження та затвердження комплексних річних програм.

Методика містить рекомендації щодо визначення договірної ціни НДДКР, з економічного обґрунтування трудомісткості НДДКР, обґрунтуванню вартості виготовлення дослідних зразків, формування структури договірної ціни на НДДКР, визначенню лімітних цін на НДДКР.

Пропонована методика регламентує методи визначення лімітних цін науково–дослідних і дослідно–конструкторських робіт, на стадії складання, погодження та затвердження комплексних річних програм робіт.

До науково-дослідних робіт відносяться фундаментальні, пошукові і прикладні дослідження.

Фундаментальні наукові дослідження – наукова теоретична та (або) експериментальна діяльність, спрямована на одержання нових знань про закономірності розвитку природи, суспільства, людини, їх взаємозв'язку.

Пошукові наукові дослідження – теоретичні дослідження, пов'язані з поглибленням знань з певної наукової проблеми і (або) створенням основи для проведення прикладних досліджень.

Прикладні наукові дослідження – наукова і науково-технічна діяльність, спрямована на одержання і використання знань для практичних цілей.

До дослідно-конструкторських робіт відносяться роботи по розробці технічної документації і технології виготовлення, дослідних зразків (дослідних партій):

- виробів нової техніки, приладів, апаратури і технологічних засобів, машин, систем, комплексів, речовин, нових матеріалів та обладнання для їх виробництва;

- автоматизованих систем;

- програм і програмних продуктів для обчислювальних машин, систем, комплексів;

- модернізація існуючої техніки, приладів та апаратури з метою підвищення їх функціональних показників і властивостей, зокрема, продуктивності, якості та експлуатаційної надійності.

Планування собівартості науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт здійснюється відповідно до «Типового положення з планування, ОБЛКУ и калькулювання собівартості науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт», затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 20 липня 1996 р. № 830.

Метою планування собівартості НДДКР є економічно обгрунтоване визначення витрат на їх виконання. Воно здійснюється шляхом розробки калькуляцій кошторисної вартості по кожній темі (етапу), на підставі нормативних і розрахункових даних.

У собівартість НДДКР включаються витрати, пов'язані з їх виконанням головною організацією, а також витрати на виконання робіт співвиконавцями.

До витрат, що включаються у ціну НДДКР, належать:

- витрати на теоретичні (пошукові) дослідження, розробку технічних



пропозицій, виконання розрахункових робіт, моделювання процесів;

- витрати, пов'язані з підбором і вивченням науково-технічної літератури, інформаційних матеріалів вітчизняних і зарубіжних видань, проведенням досліджень на патентну чистоту, складанням аналітичних оглядів з досліджуваних проблем, вибором напряму досліджень, складанням методики виконання робіт, розробкою техніко-економічного обґрунтування, технічного завдання і планової документації;

- витрати на проектування, розробку робочої документації та виготовлення дослідних зразків або макетів, засобів для їх випробування, монтажу та наладки, а також роботи з підготовки експерименту;

- витрати на дослідні роботи і випробування, узагальнення і аналіз результатів досліджень і розробок пропозицій про впровадження результатів виконаної роботи;

- витрати на розробку дослідно-технологічного регламенту, на здійснення авторського нагляду.

Не включаються у ціну НДДКР:

- витрати на підготовку серійного виробництва;

- витрати на розширення і модернізацію основних фондів;

- витрати на придбання наукового обладнання, приладів та апаратури загального застосування;

- інші витрати, не пов'язані з виконанням НДДКР.

До загальних принципів ціноутворення відносяться:

- забезпечення щодо здешевленої нової продукції або послуг порівняно з раніше виконаними роботами;

- встановлення економічно обґрунтованих ціннісних співвідношень на нові види аналогічної і функціонально однорідної продукції і послуг;

- формування договірних цін на основі системи нормативів, що відбивають взаємозв'язок цін та основних техніко-економічних параметрів окремих видів робіт з виконання НДДКР;

- стимулювання впровадження ресурсозберігаючих технологій, зниження матеріальних, трудових та інших витрат при виробництві (наданні) послуг, застосування нової техніки;

- забезпечення економічної зацікавленості організацій у підвищенні технічного рівня та якості виконання НДДКР.

Ціни на виконання НДДКР визначаються на основі суспільно необхідних витрат, які враховують норми і нормативи матеріальних і трудових витрат, технічний рівень, якість і ефективність НДДКР.

При визначенні ціни на виконання НДДКР використовуються дані про конкретні ціни і показники по раніше виконаних НДДКР.

Договірна ціна виражає допустимий рівень ціни нових НДДКР, що визначаються на основі вартісної оцінки витрат кошторисної калькуляції на виконання даної роботи.

### 13.3.2 Умовні типові етапи НДДКР

Економічне обґрунтування витрат на НДДКР рекомендується здійснювати за наведеними нижче умовним типовим етапам НДДКР, використовуваним тільки при розрахунках договірних цін.

Таблиця 13.1

Типовий етап НДДКР	Основні роботи, що складають типовий етап	Зміст основних робіт
Проведення пошукових та прикладних НДР	1.Розробка технічного завдання на науково-дослідну роботу (ТЗ НДР)	1.1 Збір, аналіз, вивчення і узагальнення науково-технічної літератури, нормативно-технічної документації та вимог замовника 1.2 Аналіз патентних досліджень 1.3 Складання аналітичного огляду 1.4 Розробка, складання та затвердження ТЗ НДР
	2 Вибір напрямків досліджень	2.1 Формування можливих напрямків вирішення завдань, поставлених у ТЗ НДР 2.2 Проведення патентних досліджень 2.3 Вибір і обґрунтування прийнятого напрямку досліджень та способів вирішення поставлених завдань 2.4 Зіставлення очікуваних показників нової продукції після впровадження результатів НДР з існуючими показниками виробів-аналогів або з діючою НТД 2.5 Розробка загальної методики проведення досліджень 2.6 Розробка плану-графіка проведення робіт 2.7 Складання проміжного звіту та його розгляд
	3.Проведення теоретичних досліджень (Виконується за погодженням із замовником)	3.1 Розробка гіпотез 3.2 Розробка математичної моделі об'єкта досліджень 3.3 Узагальнення прийнятих припущень і виявлення вимог до точності математичної моделі 3.4 Рішення та аналіз результатів розрахунку 3.5 Виявлення необхідності проведення експериментів для підтвердження окремих положень теоретичних досліджень або для

		отримання конкретних значень параметрів 3.6 Складання проміжного звіту
4.Проведення експериментальних досліджень		4.1. Розробка методики експериментальних досліджень 4.2 Розробка макетів, експериментальних стендів 4.3 Монтаж експериментальних стендів (лабораторних установок) 4.4 Проведення експериментів 4.5 Обробка експериментальних даних і порівняння результатів експерименту з теоретичними висновками 4.6 Коригування теоретичних моделей і проведення розрахунків (при необхідності) 4.7 Проведення додаткових експериментів (при необхідності) 4.10 Проведення досліджень щодо удосконалення системи індивідуального контролю артеріального тиску приладом, що працює на основі слаборадіоактивних ізотопів 4.11 Проведення досліджень радіоактивних частинок в крові пацієнта (взяття проб крові, проведення спектрометричних і радіометричних вимірювань) 4.12 Проведення досліджень щодо уточнення характеристик радіоактивних частинок, що містяться в крові. 4.13 Проведення досліджень по отриманню даних для вибору стратегії застосування даного приладу 4.14 Проведення натурних обстежень будівельних конструкцій ОУ 4.15 Складання проміжного звіту за експериментальними дослідженнями
5 Узагальнення та оцінка результатів досліджень		5.1 Узагальнення результатів попередніх робіт і оцінка повноти вирішення завдань 5.2 Проведення, при необхідності, додаткових досліджень, у тому числі патентних 5.3 Розробка рекомендацій з використання результатів проведених НДР 5.4 Формування технічних вимог для ТЗ на проведення ДКР 5.5 Складання та оформлення звіту

Дослідно-конструкторські роботи	1 Збір і вивчення матеріалів, складання та затвердження технічного завдання на проектування	<p>1.1 Збір, вивчення, систематизація та аналіз даних літературних джерел ков, патентів, даних протоколів випробувань, звітів науково-дослідних і конструкторських організацій, необхідних для розробки ТЗ, а також ескізного, технічного і робочого проектів</p> <p>1.2 Розробка основних принципів рішень конструктивного оформлення виробу</p> <p>1.3 Вибір та обґрунтування оптимального варіанта конструкції (робочих органів, технологічної та кінематичної схеми, матеріалів, комплектуючих виробів і т. д.)</p> <p>1.4 Розробка характеристики універсальності, основних показників уніфікації, основних технічних показників</p> <p>1.5 Складання тексту ТЗ на проектування</p> <p>1.6 Розгляд ТЗ на технічній раді головної конструкторської організації та внесення змін за результатами обговорення</p> <p>1.7 Узгодження та затвердження ТЗ</p>
	2.Розробка ескізного проекту	<p>2.1 Ескізні розробки варіантів конструктивної (компонування), технологічної, кінематичної, гідравлічної та електричної схем</p> <p>2.3 ескізна опрацювання окремих вузлів устаткування і найбільш відповідальних деталей</p> <p>2.4 Складання технічної характеристики устаткування</p> <p>2.5 Розгляд проекту на технічній раді базової конструкторської організації та внесення до нього змін</p> <p>2.6 Розмноження технічної документації в необхідній кількості примірників</p>
	3.Розробка технічного проекту (ТП)	<p>3.1 Розробка спільних видів, схем, основних вузлів і деталей</p> <p>3.2 Розрахунок основних вузлів і деталей, визначення потрібної потужності двигунів</p> <p>3.3 Складання і узгодження відомостей покупних виробів, запозичених, нормалізованих, стандартизованих і уніфікованих вузлів і деталей</p> <p>3.4 Складання специфікацій</p> <p>3.6 Складання списку документів</p> <p>3.7 Контроль креслень (конструкторський, технологічний, нормалізований ний) і внесення виправлень</p> <p>3.9 Розмноження документації, здача оригіналів в архів</p>

<p>Дослідно-конструкторські роботи</p>	<p>4 Розробка робочого проекту (РП)</p>	<p>4.1 Розробка робочих креслень технічної документації (загальних видів з проведенням контрольної зборки, вузлових і деталізованих схем) з подальшою перевіркою</p> <p>4.2 Складання і узгодження відомостей покупних виробів, запозичених, нормалізованих, стандартизованих і уніфікованих вузлів і деталей</p> <p>4.3 Розрахунки на міцність основних деталей і вузлів</p> <p>4.4 Відпрацювання на технологічність і розробка конструкторсько-технологі-чеський характеристики</p> <p>4.5 Розробка, узгодження та затвердження документації на виготовлення дослідного зразка</p> <p>4.6 Розробка керівництва з обслуговування обладнання, документів на упаковку і відвантаження виробу, паспорти, характеристики універсальності, програми проведення випробувань</p> <p>4.7 Контроль креслень (конструкторс-кий, технологічний, нормалізовано-ний) і внесення виправлень</p> <p>4.8 Узгодження креслень з виробником устаткування</p> <p>4.9 Розмноження документації, комп-лектація технічної документації і передача її дослідченому виробництву</p>
	<p>5 Участь у виготовленні, випробуваннях, монтажі і налагодженні дослідженого зразка</p>	<p>5.1 Попередні випробування</p> <p>5.2 Аналіз результатів випробувань і розробка пропозицій по внесенню змін у конструкцію</p> <p>5.3 Коригування робочих креслень по необхідних вузлів, деталей, схемам</p> <p>5.4 Проведення контрольного складання</p>

	<p>6. Коригування технічної документації за результатами виготовлення та випробування</p>	<p>6.1 Проведення перевірочних розрахунків за зміненими вузлів і деталей          6.2 Коригування та узгодження відомостей покупних виробів, запозичених, нормалізованих, стандартизованих і уніфікованих вузлів і деталей          6.3 Коригування розрахунково–поясни–котельної записки          6.4 Коригування, узгодження і затвердження ТУ, керівництва, документів на упаковку і відвантаження, паспорти          6.5 Коригування специфікацій, відомостей застосування посадочних розмірів, резьб, модулів, характеристики універсальності          6.6 Контроль креслень (конструкторський, технологічний, нормалізований) і внесення виправлень          6.7 Коригування відомості посилальних документів          6.8 Розмноження документації</p>
	<p>7 Додатково можуть включатися: розробка дизайн–проекта; створення програмного забезпечення для систем управління обладнанням</p>	<p>7.1 Побудова комп'ютерних моделей стану процесів, що протікають в приладі          7.2 Розробка програмного забезпечення для систем контролю стану вузлів приладу          7.3 Розробка програмного забезпечення для створення інформаційних автоматизованих систем управління</p>
<p>Виготовлення дослідного зразка</p>	<p>1. Виготовлення зразка (партії), що досліджується, в т. ч.: розробка та виготовлення технологічного оснащення в обсязі, мінімально необхідному для виготовлення дослідного зразка          2. Виготовлення макетів і окремих елементів досвідченого зразка для конструкторської відпрацювання</p>	<p>Кількість задається в ТЗ           Кількість і номенклатура визначається замовником</p>

Обґрунтування витрат на етапи НДДКР рекомендується здійснювати на основі показника трудомісткості. При цьому розрахункове значення має характеризувати повні трудовитрати, тобто трудомісткістьробіт головного виконавця (власні роботи) та робіт співвиконавців.

### 13.3.3 Визначення договірної ціни НДДКР

Величину договірної ціни НДДКР розраховуємо як суму витрат на виконання етапів НДДКР, додаткових робіт, обумовлених в ТЗ, а також на придбання спеціального обладнання:

$$C_{\partial} = C_{НИР} + C_{ОКР} + C_{изг} + C_{\partial} + C_{c/o}, \quad (13.1)$$

де  $C_{НИР}$  – витрати за етапом "Проведення НДР", тис. грн.;

$C_{ОКР}$  – витрати за етапом "Проведення ДКР", тис. грн.;

$C_{изг}$  – витрати за етапом "Виготовлення дослідного зразка", тис. грн.;

$C_{\partial}$  – витрати на виконання додаткових робіт, обумовлених в ТЗ (Дизайн–проект, програмне забезпечення тощо), тис. грн.;

$C_{c/o}$  – витрати на спецобладнання, тис. грн.

В загальному випадку зазначені витрати можуть бути визначені наступним чином:

$$C_{НИР} = 10^{-3} \cdot T_{НИР} \cdot C_{ч,\partial}, \quad (13.2)$$

$$C_{ОКР} = 10^{-3} \cdot T_{ОКР} \cdot C_{ч,\partial}, \quad (13.3)$$

$$C_{\partial} = 10^{-3} \cdot T_{\partial} \cdot C_{ч,\partial}, \quad (13.4)$$

$$C_{изг} = m \cdot C_{o,o}, \quad (13.5)$$

де  $T_{НИР}, T_{ОКР}, T_{\partial}$  – економічно обгрунтована трудомісткість виконання НДР, ДКР і додаткових робіт, люд.–дн.;

$C_{ч,\partial}$  – ціна 1 люд.–дня при виконанні НДДКР, грн.;

$C_{o,o}$  – ціна виготовлення одного дослідженого зразка, тис. грн.;

$m$  – кількість дослідних зразків, задана замовником.

### 13.3.4 Економічне обґрунтування трудомісткості НДДКР

Економічне обґрунтування трудовитрат здійснюється за діючими укрупнених нормативів трудомісткості НДДКР і за наведеними нижче формулами.

Трудомісткість НДР з розробки нормативно-технічної документації, медичних досліджень, обстежень стану елементів конструкцій визначається за формулою:

$$T_{НИР} = \sum_1^n T_{э}, \quad (13.6)$$

де  $T_{э}$  – трудомісткість етапу НДР, люд.-дн.;

$n$  – кількість етапів НДР.

Розрахункове значення повної трудомісткості НДДКР (трудомісткості власних робіт і трудомісткості робіт, виконуваних співвиконавцями) визначається за формулою:

$$T_{НИОКР} = [T_{пр}(1 + K_{НИР} + K_{уч} + K_{кор}) + T_{д}] \cdot K_{э}, \quad (13.7)$$

де  $T_{пр}$  – трудомісткість проектування (розробка технічної пропозиції, ескізного проекту, технічного проекту і робочої конструкторської документації), люд.-дн.;

$K_{НИР}$  – коефіцієнт, що враховує трудовитрати на проведення НДР та розробку ТЗ на ДКР;

$K_{уч}$  – коефіцієнт, що враховує участь у виготовленні, випробуваннях, монтажі і налагодженні дослідженого зразка;

$K_{кор}$  – коефіцієнт, що враховує коригування технічної документації за результатами виготовлення та випробувань;

$T_{д}$  – трудомісткість додаткових робіт (дизайн-проект, програмне забезпечення тощо), люд.-дн.;

$K_{э}$  – коефіцієнт, що враховує призначення експлуатації виробу, наведений в табл. 12.2.

Коригуючі коефіцієнти  $K_{НИР}$ ,  $K_{уч}$  і  $K_{кор}$  визначаються в залежності від особливостей конкретних НДДКР згідно з рекомендаціями, наведеними в табл. 13.2



Таблиця 13.2

Коригу- ючий коефіцієнт	Рекомендований діапазон значень	Рекомендації по вибору чисельних значень при розрахунках					
К <sub>нпр</sub>	0,05 ÷ 0,30	Якщо раніше по даному напрямку НДР не проводилися: К <sub>нпр</sub> = 0,15 ÷ 0,30 (При T <sub>пр</sub> > 20 тыс. чел.-дн. К <sub>нпр</sub> = 0,15; при T <sub>пр</sub> < 20 тыс. чел.-дн. К <sub>нпр</sub> = 0,3 Якщо є результати раніше проведених НДР: К <sub>нпр</sub> = 0,05 ÷ 0,10					
К <sub>уч</sub> К <sub>кор</sub>	0,1 ÷ 0,15 0,1 ÷ 0,35	К <sub>кор</sub> алежить від категорії новизни розроблюваного вироб:					
		Категорія новизны	А	Б	В	Г	Д
		К <sub>кор</sub>	0,1	0,15	0,25	0,3	0,35

Таблиця 13.3

Призначення експлуатації виробу	Коефіцієнт K <sub>з</sub>
У стаціонарному приміщенні, обладнаному засобами техніки безпеки	1,0
У польових умовах	1,1 1,3

Трудомісткість виконання НДР може бути визначена таким чином:

$$T_{НИР} = E_{нр} K_{НИР} \quad (13.8)$$

Трудомісткість проектування може бути визначена з такого співвідношення:

$$T_{нр} = (T_{тех.п} + T_{р.к.д}) K_{ТП}, \quad (13.9)$$

де T<sub>тех.п</sub> – трудомісткість технічного проекту;

T<sub>р.к.д</sub> – трудомісткість розробки робочої конструкторської документації;

K<sub>т.п</sub> – коефіцієнт, що враховує трудомісткість технічної пропозиції та ескізного проекту. Для умов медичної техніки приймається рівним 1,25.

Трудомісткість технічного проекту і робочого проектування визначається по "Укрупненим нормативам трудомісткості на НДДКР," Дослідно-конструкторські роботи ", які містять нормативи на всі стадії проектування.

При необхідності трудомісткість окремих стадій проектування може бути визначена з таких орієнтовних співвідношень:

трудомісткість технічної пропозиції

$$T_{Т.П.} = 0,01T_{np}, \quad (13.10)$$

трудомісткість ескізного проектування

$$T_{Э.П.} = (0,15 \div 0,17)T_{np}, \quad (13.11)$$

трудомісткість технічного проектування

$$T_{Тех.Пр.} = (0,23 \div 0,25)T_{np}, \quad (13.12)$$

трудомісткість розробки робочої конструкторської документації

$$T_{р.к.д.} = (0,56 \div 0,60)T_{np}. \quad (13.13)$$

Трудомісткість виконання додаткових робіт, таких як розробка дизайн-проекту та створення програмного забезпечення рекомендується визначати наступним чином.

Трудомісткість розробки дизайн-проекту ( $T_{ДЗ}$ ) може бути визначена за орієнтовними співвідношеннями:

$$T_{ДЗ} = (0,05 \div 0,1)T_{р.к.д.}; \quad (13.14)$$

або

$$T_{ДЗ} = (0,03 \div 0,06)T_{ПР}; \quad (13.15)$$

де  $T_{ДЗ}$  – трудомісткість розробки дизайн-проекту, люд.-дн.;

$T_{р.к.д}$  – трудомісткість розробки робочої конструкторської документації, визначена за формулою 13.13, люд.–дн.;

$T_{пр}$  – трудомісткість проектування, визначена за формулою 13.9, люд.–дн..

Трудомісткість створення програмного забезпечення ( $T_{п.о}$ ) може бути визначена за такими залежностями:

а) при обсягах програмного забезпечення до 100000 команд

$$T_{п.о..} = (0,6 \div 1,8)(0,04V_0 + 200) \text{ люд.} - \text{дн.}; \quad (13.16)$$

б) при обсягах програмного забезпечення понад 100000 команд

$$T_{п.о..} = (0,45 \div 1,35)10^{-3} V_0^{1,38} \text{ люд.} - \text{дн.} \quad (13.17)$$

де  $V_0$  – обсяг програмного забезпечення в умовних машинних командах.

### 13.3.5 Визначення ціни одного людино-дня

Чисельне значення величини ціни 1 людино-дня по оцінюваній НДДКР визначається або прямим калькулюванням, або з наступного співвідношення:

$$C_{ч.д} = \frac{3П_{с.м}}{20,83} \cdot \frac{1 + K_{с.с} + K_{н.р}}{1 - q}, \quad (13.18)$$

де  $3П_{с.м}$  – величина середньомісячної заробітної плати одного працівника, зайнятого виконанням НДДКР, грн.;

$K_{с.с}$  – співвідношення відрахувань на соціальне страхування та фонду оплати праці ( $K_{с.с}$ , (значення  $K_{с.с}$ , що рекомендується для розрахунків – 0,38), частки одиниці;

$K_{н.р}$  – рівень накладних витрат у відношенні до фонду оплати праці (значення  $K_{н.р}$ , що рекомендуються для розрахунків за основними напрямками тематики НДДКР: ПМ – 1,0 ÷ 1,1; ОТБ – 1,3 ÷ 1,4; НТД – 0,7 ÷ 0,9);

$q$  – питома вага в ціні власних робіт витрат на матеріали, службових відрядження та інші витрати, визначений як середнє арифметичне для всіх

тем НДДКР даного напрямку (орієнтовний значення  $q$ , що рекомендується для розрахунків – 0,02 – 0,15), частки одиниці;

20,83 – середня кількість робочих днів у місяці.

При визначенні ціни 1 людино–дня прямим калькулюванням на основі аналізу структури витрат за раніше закінченим НДДКР, рекомендується аналогічним оцінюваної, встановити витрати по кожній статті структури ціни, що припадають на 1 люд.–день і результати розрахунків звести в таблицю.

Виведені за матеріалами аналізу раніше виконаних договорів усереднені значення ціни 1 люд.–дня по основних напрямках НДДКР, виконуваних для медичного приладу наведено в таблиці 13.4.

Таблиця 13.4

Статті витрат	Основні напрямки НДДКР					
	ПМ		ОТБ		НТД	
	Витрати за статтею, що припадають на 1 люд.–день					
	грн.	%	грн.	%	грн.	%
Фонд сплати за працю	19,61	29,7	20,68	32,4	19,37	41,9
Відшкодування на соціальне страхування та формування пенсійного фонду	7,45	11,3	7,86	12,3	7,36	15,9
Накладні витрати	21,05	31,9	31,26	49,0	16,99	36,8
Витрати на відрядження	0,92	1,4	0,88	1,4	1,78	3,8
Матеріали	16,93	25,7	3,15	4,9	0,73	1,6
Ціна 1 люд.–дня	65,96		63,83		46,23	

### 13.3.6 Обґрунтування вартості виготовлених дослідних зразків

Витрати за етапом "Виготовлення дослідних зразків" ( $C_{изг}$ ) визначаються як добуток кількості заданих у ТЗ дослідних зразків ( $m$ ) на ціну зразка ( $C_{o.o}$ ):

$$C_{изг} = mC_{0.0, m, zp} \quad (13.19)$$

Ціна зразка визначається виходячи з лімітної ціни на розроблюваний виріб:

$$C_{o.o} = C_l K_{o.o} \quad (13.20)$$

де  $K_{o.o}$  – коефіцієнт, що враховує підвищені витрати на виготовлення дослідного зразка, витрати на розробку і виготовлення мінімально необхідної

технологічної оснастки, на доопрацювання виробу і його окремих вузлів та ін,

при  $\Pi_{\text{л}} < 1000$  грн.  $K_{\text{o.o}} = 2,5$ ;

при  $\Pi_{\text{л}} > 1000$  грн.  $K_{\text{o.o}} = 1,5$ .

У випадках необхідності виготовлення великого обсягу технологічної оснастки, що обумовлює перевищення витрат над оцінкою, одержуваної із застосуванням коефіцієнта  $K_{\text{o.o}}$ , обґрунтування витрат здійснюється за формулою:

$$C_{\text{изг}} = m \cdot \Pi_{\text{л}} \cdot K'_{\text{o.o}} + n_{\text{т.о}} \cdot \Pi_{\text{т.о}} + \Pi_{\text{в.р.т.о}}, \quad (13.21)$$

де  $K'_{\text{o.o}}$  – коефіцієнт, що враховує тільки підвищені витрати на виготовлення дослідного зразка без витрат на розробку і виготовлення необхідної технологічної оснастки,  $K'_{\text{o.o}} = 1,3$ ;

$n_{\text{т.о}}$  – кількість одиниць технологічної оснастки, без яких виготовлення дослідного зразка неможливо (перелік оснащення представляється у складі пояснювальної записки);

$\Pi_{\text{т.о}}$  – середня вартість одиниці технологічного оснащення;

$\Pi_{\text{в.р.т.о}}$  – ціна можливої реалізації технологічної оснастки.

Формування договірної ціни на НДДКР

При формуванні структури договірної ціни загальна сума витрат за статтями витрат не повинна перевищувати величини, визначеної за формулою (13.1).

Розподіл витрат між головним виконавцем і співвиконавцями рекомендується здійснювати пропорційно їх трудовитратам в межах сумарної трудомісткості НДДКР, визначеної за формулою 13.7, тобто

$$T_{\text{соб}} = T_{\text{НИОКР}} \cdot K_{\text{соб}}, \quad (13.22)$$

де  $T_{\text{соб}}$  – трудомісткість власних робіт, люд.-дн.;

$T_{\text{НИОКР}}$  – трудомісткість НДДКР, визначена за формулою 13.7;

$K_{\text{соб}}$  – коефіцієнт, що визначає частку власних робіт в загальних трудовитратах на розробку.

Подальше формування структури ціни здійснюється виходячи з трудомісткості власних робіт.

Величина витрат за статтею "Фонд оплати праці" ( $C_{\text{ФОТ}}$ ) розраховується виходячи з трудомісткості власних робіт ( $T_{\text{соб}}$ ) та середньомісячної заробітної плати одного працівника, зайнятого виконанням НДДКР, ( $ЗП_{\text{с.м}}$ ):

$$C_{\text{ФОТ}} = \frac{T_{\text{соб}}}{20,83} \cdot ЗП_{\text{с.м}}, \text{ грн.} \quad (13.23)$$

Витрати по статті "Відрахування на соціальне страхування і формування пенсійного фонду" ( $C_{\text{с.с}}$ ) визначаються за формулою:

$$C_{\text{с.с}} = K_{\text{с.с}} C_{\text{ФОТ, ГРН}}, \quad (13.24)$$

де  $K_{\text{с.с}}$  – співвідношення відрахувань на соціальне страхування та фонду оплати праці (значення  $K_{\text{с.с}}$ , що рекомендується для розрахунків – 0,38), частки одиниці. Витрати за статтею "Витрати на службові відрядження" (ському) визначаються за формулою:

$$C_{\text{н.р.}} = K_{\text{н.р.}} C_{\text{ФОТ, ГРН}}. \quad (13.25)$$

где  $K_{\text{н.р}}$  – рівень накладних витрат у відношенні до фонду оплати праці (Значення  $K_{\text{н.р}}$ , , що рекомендуються для розрахунків за основними напрямками тематики НДДКР: ПМ–1,0 ÷ 1,1; ОТБ –1,3 ÷ 1,4; НТД – 0,7 ÷ 0,9).

Витрати за статтею "Витрати на службові відрядження" (ському) визначаються за формулою:

$$C_{\text{КОМ.}} = K_{\text{КОМ}} C_{\text{ФОТ, ГРН}}. \quad (13.26)$$

де  $K_{\text{КОМ}}$  – співвідношення витрат на службові відрядження та фонду оплати праці (значення  $K_{\text{КОМ}}$ , , що рекомендуються для розрахунків за тематикою НДДКР по ПМ і ОТБ – 0,05; з розробки НТД – 0,1).

Витрати за статтею "Матеріали" ( $C_{\text{м}}$ ) визначаються за формулою:

$$C_{\text{м.}} = K_{\text{м.}} C_{\text{ФОТ, ГРН}}. \quad (13.27)$$

де  $K_m$  – співвідношення витрат на матеріали і фонду оплати праці, (значення  $K_m$ , що рекомендуються для розрахунків за основними напрямками тематики НДДКР: ПМ–0,7 ÷ 0,9; ОТБ – 0,1 ÷ 0,2; НТД – 0,02 ÷ 0,05)..

Витрати за статтею "Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт" визначаються прямим рахунком. При цьому прилади й устаткування загального застосування, включаючи СВБ, до спецобладнання не відносяться.

Витрати по статті "Витрати по роботах, що виконуються сторонніми організаціями та підприємствами" включають витрати співвиконавців на дослідно–конструкторські роботи, витрати на виготовлення дослідних зразків ( $C_c / u$ ), орієнтовна оцінка яких може бути зроблена таким чином:

$$C_{c/u} = (T_{НИКОР} - T_{соб})Ц_{ч.д.} \quad (13.28)$$

де  $T_{НИКОР}$  – трудомісткість НДДКР, визначена за формулою 13.7, люд.–дн.;

$T_{соб}$  – трудомісткість власних робіт, визначена за формулою 13.22, люд.–дн.;

$Ц_{ч.д.}$  – ціна 1 люд.–дня по роботах співвиконавців приймається на рівні ціни 1 люд.–дня по власних робіт (див. формулу 13.18).

### 13.3.7 Визначення лімітних цін на НДДКР

Лімітна ціна виражає гранично допустимий (верхній) рівень ціни на НДДКР. Лімітна ціна визначається на початкових етапах розробки НДДКР і використовується для техніко–економічних розрахунків, обґрунтування доцільності проведення НДДКР, встановлення договірних цін.

Лімітна ціна розраховується за формулою:

$$Ц_l = Ц_б + Э_{II} K_э \quad (13.29)$$

де  $Ц_l$  – лімітна ціна нової НДДКР;

$Ц_б$  – ціна базової НДДКР, прийнятої в якості аналога для розрахунку лімітної ціни;

$Э_{II}$  – корисний ефект від застосування результатів нової НДДКР;

$K_э$  – коефіцієнт урахування корисного ефекту в ціні нової НДДКР,

рівний 0,7. У разі потреби змінюється в залежності від новизни, особливостей виготовлення і застосування.

Розрахунок корисного ефекту продукції НДДКР довготривалого застосування здійснюється за формулою

$$\mathcal{E}_n = C_6(K_n K_d - I) + \Delta I + \Delta K + \mathcal{E}_c + \mathcal{E}_z \quad (13.30)$$

де  $C_6$  – ціна базової НДДКР;

$K_n$  – коефіцієнт урахування зростання продуктивності нового виробу в порівнянні з базовим. Розраховується як відношення ( $B_2 : B_1$ ) річних обсягів роботи, виробленої при використанні нового виробу ( $B_2$ ) і базового ( $B_1$ ), відповідно до показників, включеними в норма–тивно–технічну документацію, технічне завдання та ін При цьому враховуються показники надійності нового і базового виробів;

$K_d$  коефіцієнт, який враховує зміни терміну служби нового виробу в порівнянні з базовим. Розраховується як відношення:

$$\left(\frac{I}{T_1} + E_n\right) : \left(\frac{I}{T_2} + E_n\right) \text{ Виходячи з термінів служби базового та}$$

нового виробів з урахуванням морального зносу (відповідно  $T_1$  і  $T_2$ ) і нормативного коефіцієнта ефективності ( $E_n = 0,15$ );

$\Delta I$  – Зміна поточних витрат експлуатації у споживача при використанні їм нового виробу замість базового, без урахування витрат на їх реіновацію, за термін служби нового виробу з урахуванням морального

зносу. Розраховується за формулою  $\frac{I_1 - I_2}{I/T_2 + E_n}$  виходячи з річних

експлуатаційних витрат споживача ( $I_1, I_2$ ) при використанні ним базового і нового виробів в розрахунку на обсяг роботи, що виконується за допомогою нового виробу.

При використанні ним базового і нового виробів в розрахунку на обсяг роботи, що виконується за допомогою нового виробу.

$\Delta K$  – Зміна відрахувань від супутніх капітальних інвестицій споживача за термін служби з урахуванням морального зносу при використанні їм нового виробу замість базового. Розраховується за формулою:



$$\frac{E_n(K_1 - K_2)}{I/T_2 + E_n} \quad \text{виходячи з супутніх капітальних інвестицій}$$

споживача ( $K_1$ ,  $K_2$ ) при використанні ним базового і нового виробів в розрахунку на обсяг роботи, виробленої за допомогою нового виробу;

$\mathcal{E}_c, \mathcal{E}_s$  – соціальний та екологічний ефект, обумовлений застосуванням нового виробу у споживача. Розраховується за термін служби з урахуванням морального зносу нового виробу на основі показників, зафіксованих в нормативно-технічній документації, технічному завданні та інших документах.

По окремих видах продукції НДДКР лімітна ціна може визначатися на основі експертних оцінок зміни сукупності параметрів за формулою:

$$Ц_{л} = Ц_{б} \cdot П_{к}, \quad (13.31)$$

де  $П_{к}$  – комплексний (інтегральний) показник якості продукції.

При відсутності аналогів для зіставлення і неможливості визначити корисний ефект від застосування принципово нової продукції НДДКР лімітна ціна визначається на основі укрупнених нормативів матеріальних і трудових витрат.

### **13.4 Оцінка економічної ефективності НДДКР**

#### *13.4.1 Особливості оцінки економічної ефективності НДДКР*

Економічна ефективність (Е.Е) вимірюється зіставленням вартісної оцінки кінцевих результатів з витратами або величиною використаних ресурсів.

При оцінці Е.Е НДДКР враховується багатосторонній вплив НДДКР на розвиток науки, техніки і технології, організації виробництва.

Залежно від характеру та сфери програми наукових досліджень забезпечується досягнення наступних ефектів:

- науково-технічного;
- соціального;
- економічного.

Науково-технічний ефект характеризує розширення знань, втілених у новій науково-технічній інформації, призначеної для розробки нових

способів виробництва, пристроїв і речовин.

Соціальний ефект відображає зміну умовної діяльності товариства та його членів. Він проявляється в поліпшенні характеру і умов праці, побутових умов, підвищення рівня життя населення, поліпшення умов навколишнього середовища, розширення можливостей всебічного розвитку особистості і т.д.

Економічний ефект показує приріст корисних результатів, що реалізуються при впровадженні НДДКР, за вирахуванням витрат на наукові роботи, приведені до однакової розмірності.

При оцінці результатів НДДКР в якості основного критерію приймається один з видів ефекту (1–3), а решта враховуються як додаткові або як обмеження. Основний критерій ефективності визначається спрямованістю НДР. За спрямованістю розрізняють НДР:

- Фундаментальні, результатом яких є нові гіпотези, теорії і т.п.,
- Пошукові, в ході виконання, яких виявляються техніко–економічні можливості та шляхи впровадження результатів фундаментальних НДР,
- Прикладні, в ході виконання, яких створюються та вдосконалюються способи виробництва, предмети праці і т.п.

В якості основних показників фундаментальних НДР приймається науково–технічна ефективність (як правило, соціальна та економічна ефективність не розраховуються).

В якості основного показника пошукових і прикладних НДР, як правило, приймається економічний ефект.

Основними показниками порівняльної ЕЕ капітальних вкладень (КВ) служать:

- приведені витрати;
- коефіцієнт порівняльної ефективності;
- термін окупності додаткових КВ за рахунок зниження собівартості.

Наведені витрати по кожному варіанту виробництва продукції однакового обсягу та якості (це умова обов'язкова для забезпечення порівняльності) являє собою суму поточних витрат (собівартості) і КВ в грошових одиницях (ВО), приведених до однакової розмірності (до року) відповідно до нормативом порівняльної ефективності ( $E_n$ ). При розрахунку показників ЕЕ за рік, КВ приводяться до розмірності поточних витрат і формула наведених поточних витрат має вигляд:

$$Z_t = C_t + EhKi$$

де  $C_i$  – поточні витрати (собівартість річного випуску продукції) за  $i$ -тим варіантом;

$E_n$  – нормативний коефіцієнт КВ;

$K_i$  – КВ за  $i$ -тим варіантом.

Найкращий варіант КВ при оцінці їх порівняльної ефективності визначається по мінімуму наведених витрат  $Z_i \rightarrow \min$ . Однак мінімум приведенних затрат ще не говорить об их целесообразности. Однак мінімум наведених витрат ще не говорить про їхню доцільність. Тому найбільш ефективний – це варіант з найбільшою величиною ефективності  $E$  і найменшим строком окупності КВ:

$$E = (C^o - C^n) / (K^n - K^o) T = 1 / E$$

де  $C^o$ ,  $C^n$  – собівартість одиниці продукції (робіт) при виробництві на базовій (о) і новій (н) техніці, в д.о.

$K^o$ ,  $K^n$  – капітальні вкладення при експлуатації базової і нової техніки,

$T$  – термін окупності.

Коефіцієнт порівняльної ефективності  $E$  характеризує зниження собівартості (доп.прибуток) на Д.О додаткових вкладень.

Термін окупності  $T$  додаткових КВ – період роботи, за який додаткові капітальні витрати окупляться за рахунок зниження собівартості.

Нормативний коефіцієнт порівняльної ЕЕ  $E_n$  відображає мінімально допустиму величину прибутку на ВО додаткових капітальних вкладень, а нормативний термін окупності додаткових капітальних вкладень  $T_n$  – максимально допустимий термін повернення капвкладень за рахунок обумовленої ними додаткового прибутку (економії).

Визначення показників ЕЕ НДДКР та заходів НТП є і відмінності, зумовлені специфікою наукової діяльності.

По-перше, ЕЕ розраховується при техніко-економічному обґрунтуванні (ТЕО), а також при завершенні і при впровадженні НДДКР.

По-друге, визначаються: попередній, потенційний і фактичний ЕЕ.

Попередній ЕЕ розраховується при обґрунтуванні і завершенні НДДКР на річний обсяг використання результатів (це річний ЕЕ).

Потенційний ЕЕ показує максимально можливу економію ресурсів, яка може бути отримана від впровадження за період, обмежений тривалістю

нормального старіння. У різних галузях тривалість нормального старіння різна.

Фактична ЕЕ встановлюється за підсумками впровадження щорічно.

#### *13.4.2 Розрахунок економічної ефективності НДДКР*

Показниками ЕЕ НДДКР на кожному етапі її розрахунку є:

- народногосподарський ЕЕ, що відображає приріст народохозяйствених результатів за вирахуванням витрат на ці роботи, приведені до однакової розмірності;
- госпрозрахунковий ЕЕ підприємства, рівний приросту прибутку при впровадженні НДДКР за вирахуванням витрат на ці роботи, приведені до однакової розмірності;
- госпрозрахунковий ЕЕ наукової організації, що дорівнює її частковій участі в народохозяйствених (госпрозрахунковій) ЕЕ підприємств застосовують НДДКР;
- коефіцієнт економічної ефективності НДДКР, що показує величину госпрозрахункового ефекту на одиницю витрат;
- потенційний ЕЕ розраховується як ефективність заходів НТП;
- народногосподарський (або госпрозрахунковий) ЕЕ будь-якого виду (попередній, очікуваний, плановий, фактичний) залежно від оновлення техніки, розраховується за однією з наступних формул на річний обсяг впровадження результатів НДДКР.

1. Базова техніка замінюється новою:

$$\mathcal{E} = (C - C^b) - E_n(K_{y0} - K_{y\delta}) + A - E_n K_n$$

де  $C^b, C^n$  – собівартість одиниці продукції (робіт) при виробництві на базовій і новій техніці (у грошових одиницях – д.о.),

$K_{y0}, K_{y\delta}$  – питомі капітальні вкладення при експлуатації базової і нової техніки д.о.,

$A$  – обсяг річної програми (застосування результатів НДДКР), д.о.,

$E_n$  – величина народохозяйствених нормативного коефіцієнтів загальної ефективності в промисловості ( $E_n = 0.15$ )

$K_n$  – виробничі витрати на НДДКР, наведені за фактором часу, д.о.

1. Створюється принципово нова техніка для випуску продукції, що має ціну (ціна відома):

$$\mathcal{E} = (C - C_n)A - E_n(K_n + K_n)$$

- де  $C$  – ціна одиниці продукції, д.о.,  
 $C_n$  – обсяг застосовуваного результату (річна програма) од.вир.,  
 $K_n$  – капітальні вкладення, пов'язані з випуском продукції (з виробленням продукції на новій техніці), д.о.,  
 $K_p$  – передвиробничі витрати на НДДКР, наведені за фактором часу, д.о.,  
 $K_n + K_p$  – нормативний прибуток.
2. Створюється принципово нова техніка, ціна невідома

$$\mathcal{E} = C_n P A - E_n(K_n + K_p)$$

- де  $P$  – норма рентабельності для продукції (норма в частках від собівартості, якщо виражена у відсотках, то ділять на 100).  
 Госпрозрахунковий ЕЕ комплексу НДДКР підприємства (очікуваний і фактичний) розраховується на річний обсяг випуску продукції за наступною формулою:

$$\mathcal{E} = [P_b(A_n - A_b)]A_b + (C - C)A_n - E_n \text{SUM} \\ (i = 1, n)K_p$$

- де  $P_b$  – прибуток у базисному періоді, д.о.,  
 $A_n, A_b$  – обсяги (річний) продукції в базисному і новому періодах, до і після впровадження НДДКР,  
 $C^b, C^n$  – собівартість продукції в базисному і новому періодах, д.о.,  
 $\text{SUM} (i = 1, n) * K_p$  – виробничі витрати на комплекс НДДКР підприємства (для ряду організацій).

В окремих випадках, коли НДДКР проводиться для одного підприємства і їх результати не відображаються на якості продукції, госпрозрахунковий ефект збігається з величиною народохозяйственных ефекту.

Госпрозрахунковий ефект будь-якого виду, тобто попередній, очікуваний, і т.д., наукової організації, визначається таким чином:

$$\text{Эорг} = \text{Э} * \text{Ді}$$

де Э – народогосподарчий ефект (попередній, очікуваний, плановий, фактичний), знайдений за однією з наведених раніше формул,

Ді – пайова участь організації на і – тому етапі.

Коефіцієнт ЭЭ (очікуваний, плановий, фактичний) визначається наступним чином:

$$K = \text{Эорг} : Kп,$$

де Эорг – ефективність організації,

Kп – передвиробничі витрати.

Коефіцієнт потенційної ЭЭ визначається:

$$Eпот = \text{SUM}(i = 1, t) * \text{Эорг}i / Kп$$

де Эоргi – економічний ефект і-го року,

SUM(I = 1, t) \* Эоргi – потенційний економічний ефект і-го року, наведений за фактором часу до першого року розрахункового періоду,

t – число років розрахункового періоду (вважається нормальним, якщо:

$$Eпот = 1-2 \text{ д.о./д.о.рік})$$

У розрахунках ефективності НДДКР, що проводяться протягом кількох років, витрати (наведені і фактичні) наводяться за фактором часу і сумуються за всі роки:

$$tp-t$$

$$Kn + \text{SUM}(t = 1, n) Kt(1 + Eнп)\text{SUM}(t = 1, n) Ktat$$

де n – число років передвиробничих витрат,

Kt – передвиробничі витрати в t-му році,,

at – коефіцієнт приведення за фактором часу,

tp – розрахунковий рік,

t – поточний рік,

Eнп – норматив приведення за фактором часу. Раніше Eнп = 0,08, а в

кінці 80-х років його рекомендували брати 0,1.

В даний час для приведення його треба брати рівним банківського відсотку, поділене на 100. Так як банківський відсоток зараз високий, то ніхто не вкладає гроші в капітальне будівництво, НДДКР. Гроші просто здають в банк і отримують відсотки. У західних банках цей відсоток коливається від 6 до 25%.

Розглянемо наступний приклад: витрати на НДДКР по роках склали:

1992 – 10млн,

1993 – 20 млн,

1994– 30 млн, 1995 рік – рік початку виробництва (рік приведення).

Як ми розглядали раніше, можливі три варіанти. Якщо всі варіанти дають однакові результати, то наведені витрати  $Z_i \rightarrow \min$ ,  $Z = C + EnKn$

### 13.5 Контрольні питання до розділу

1. Що таке інновація
2. Що таке продуктова інновація
3. Що таке процесна інновація
4. Коли розрачується очікуваний економічний ефект НДДКР
5. Коли розрачується фактичний економічний ефект НДДКР
6. Що характеризує науково-технічний ефект
7. Як розраховується економічний ефект при створенні принципово нової техніки (ціна відома).

## 14 БІЗНЕС – ПЛАНУВАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ

### 14.1 Зміст і методика розробки бізнес–плану

Бізнес план – це короткий програмний документ. Дає уявлення про цілі, методи здійснення та очікувані результати науково–технічного підприємницького проекту. Бізнес–план є результатом детального вивчення підприємницької ідеї, що лежить в його основі, інтегруючий в собі всі основні рішення і висновки, отримані на пред інвестиційній стадії інноваційного проекту. Мета бізнес–плану – змістовне доказ того, що проект дозволяє отримувати прийнятний прибуток на капітал і є привабливим для всіх його потенційних учасників

Бізнес – план має багатоцільове призначення:

- для підприємця – ініціатора проекту дає більш чітке бачення майбутнього бізнесу та визначає програму дій з реалізації проекту;
- для потенційних інвесторів – це документ, що дає оцінку рентабельності інвестованого капіталу і ступеня ризику інвестування;
- для партнерів і персоналу – це джерело інформації про цілі і завдання бізнесу, інструмент залучення та мотивації.

У діловій практиці склалися певні вимоги до бізнес–планів, дотримання яких робить його дуже зручним і практичним.

До цих вимог слід віднести:

- цільова спрямованість бізнес–плану полягає в тому, що цей документ повинен відображати кінцеву мету підприємства або підприємця – ініціатора проекту в даному бізнесі та способи її досягнення;
- багатофункціональне призначення бізнес–плану полягає в тому, що він повинен бути пристосований для використання різними категоріями зацікавлених осіб, яких можуть цікавити різні аспекти проекту. Ця вимога може бути реалізовано у формі різних варіантів бізнес–плану для одного проекту, кожен з яких пристосований для конкретних учасників;
- стислість викладу. Обсяг бізнес–плану зазвичай становить 15–20 сторінок, для великих проектів до 150 сторінок;
- достовірність, яка полягає в тому, що всі основні положення й допущення, прийняті при розробці бізнес–плану. Мають бути аргументовані і обгрунтовані, будучи або результатом власних досліджень, або запозичені із зовнішніх достовірних джерел інформації;
- суворая послідовність викладу, яка є загальноприйнятою у світовій



практиці. Кожен розділ бізнес-плану описує різні, взаємопов'язані аспекти проекту.

Бізнес-план інноваційного проекту може мати наступну структуру розділів: титульний аркуш; резюме; зміст; компанія і галузь; продукція і послуги, дослідження і розробки; аналіз ринку; аналіз конкуренції; план маркетингу; виробничий план; управління і власність; адміністрація та персонал; організаційний план; аналіз ризиків; фінансовий план; додатки до бізнес-плану. Наведений порядок викладу розділів бізнес-плану не обов'язково відповідає порядку, в якому ці розділи розробляються.

При підготовці конкретного бізнес-плану слід враховувати, часто зміст і найменування розділів бізнес-плану, склад включаються матеріалів цих розділів часто визначаються зовнішніми вимогами, наприклад, потенційним інвестором. Дотримання цих вимог зажадає лише реструктуризації та переоформлення бізнес плану, розробленого на основі запропонованої методики.

#### **14.2 Мета, завдання та зміст розділів бізнес-плану**

Титульний лист бізнес плану включає назва проекту, основні відомості про розробника документа (найменування організації, дані про керівників та контактних осіб по проекту, номери телефонів, факсів) та іншу інформацію загального характеру.

Резюме – це є завершений розділ, який представляє собою коротку анотацію бізнес-плану. Його завдання – привернути увагу і захопити увагу тих. Хто знайомиться зі змістом проекту, викликати у них бажання познайомитися з проектом більш детально.

Відомості, що включаються до резюме, повинні передавати всі особливості проекту. Включаючи цілі проекту, специфіку продукції та послуг, ринки збуту і конкуренцію, організацію та управління проектом, фінансову інформацію про проект, потенційні вигоди для можливих учасників проекту. Стиль викладу даного розділу повинен бути досить простим, включати мінімум спеціальних термінів, щоб спробувати пояснити переваги проекту будь неспеціалізованому.

Зміст бізнес-плану дає можливість читачеві швидко знайти розділи, що представляють для нього найбільший інтерес.

Компанія і галузь. Завдання розділу полягає в короткому описі

історії створення та існуючого становища компанії–ініціатора проекту, а також в оцінці стану галузі, в якій діє компанія і місце в галузі, займане компанією.

Рекомендований вміст підрозділів:

– короткий зміст початку діяльності та історію створення компанії, де вона розташована і який вид бізнесу вона представляє на ринку, значні етапи її розвитку;

– опис існуючого стану компанії, її репутація в зовнішньому середовищі (постачальники, споживачі), сильні сторони компанії і слабкості, які вона відчуває. Основні продукції та послуги, які компанія представляє на ринку. Розмір майнового комплексу, яким володіє компанія, його склад і вартісна оцінка. Структура власного і позикового капіталу, напрями використання. Відомості про обсяги продажів, доходи (збитки) компанії за останні роки;

– найближчі перспективи розвитку компанії із зазначенням того, як плани розвитку компанії відібуються на її положенні (зростання виробничого і науково–технічного потенціалу, розвиток системи розповсюдження продукції (послуг), збільшення ринкової частки тощо);

– опис галузі промисловості, в якій діє компанія, з зазначенням її специфіки, розмірів, географічного положення, історію виникнення, стану і тенденцій розвитку;

– опис учасників галузі–постачальників основних ресурсів, покупців (оптових і / або роздрібних торговців), конкурентів, коротка характеристика впливу учасників галузі на розвиток бізнесу в галузі, з зазначенням сильних і слабких сторін тих з них, хто реально може впливати на реалізацію інноваційного проекту.

При написанні даного розділу слід використовувати відомості з заслуговують довіру джерел, цитати і вислови зі спеціальних та періодичних видань, особистих бесід, із зазначенням відповідних джерел інформації та оцінкою ступеня достовірності інформації.

Продукція та послуги – завдання розділу полягає в описі споживчих властивостей продукції та / або послуг, пропонованих в результаті реалізації проекту. При підготовці даного розділу бізнес–плану рекомендується відзначити особливості продукції (послуг), що відрізняють її від продукції конкурентів, привести подальші плани її вдосконалення, дати характеристику того, які споживчі функції продукції (послуги) виконують і для кого вони призначені. У загальних рисах варто описати плани на

майбутнє щодо удосконалення або по впровадженню нових видів продукції / послуг. Матеріал розділу рекомендується викладати в такій послідовності:

– опис продукції (послуг), її призначення і функціонування, відмінні риси пропонованої продукції порівняно з продукцією, яка здійснює на ринку і задовольняє аналогічні потреби покупців. Доцільно навести порівняльну таблицю техніко–експлуатаційних параметрів продукції, що порівнюється (табл 14.1).

Таблиця 14.1 .– Техніко–експлуатаційні параметри продукції, що порівнюється

Найменування параметрів продукції		
Одиниця виміру	Нова продукція	Продукція конкурентів (найменування, марки)
1	2	3

*Примітка:* до складу порівнюваних техніко–експлуатаційних параметрів необхідно включити всі істотні для споживача параметри, можливо і не мають кількісно–вимірних значень (наприклад: дизайн, упаковка, колірна гамма та ін.) У цьому випадку в таблиці використовуються або бальні оцінки якісних параметрів, які оцінки типу «краще – гірше», «вище – нижче», «більше – менше» і т.п.

– обговорення економічних, соціальних, екологічних та інших вигод, які може отримати споживач від використання пропонованої продукції в порівнянні з існуючою;

– обговорення питань власності на проповану продукцію. Слід вказати на наявність патентів, товарних і фірмових знаків, інших авторських прав та правові обмеження, які захищають нову продукцію або послуги;

– опис планів розвитку продукції.

*Дослідження та розробки* – цей розділ розробляється для проєктів, що передбачають проведення науково–дослідних робіт з метою створення наукомісткої продукції. Його завдання – дати загальне уявлення про відмінні особливості технології, за якої виготовляється продукція, виділивши етапи наукових досліджень і дослідно–конструкторських робіт, і вказавши значні досягнення в цій галузі. При розробці цього розділу слід коротко описати історію виникнення ідеї створення нової продукції (в результаті попередніх наукових розробок, маркетингових досліджень тощо), розглядаючи всі етапи розробки нової наукомісткої продукції від моменту виникнення ідеї до появи готового продукту. Виділяються істотні наукові чи інші досягнення в ході цього процесу, вказавши також все те, що ще необхідно зробити, щоб

довести продукцію до ринку.

Аналіз ринку. Завдання розділу полягає у визначенні загальних характеристик ринку збуту, встановлення сегментів аналізованого ринку та оцінки потенційного попиту на продукцію в кожному сегменті ринку. При підготовці розділу необхідно показати, що ініціатори проекту розуміють ринок, можуть успішно проникнути на нього і здатна контролювати визначають показники успіху. Саме це дозволить компанії, що здійснює реалізацію проекту, домогтися необхідних показників збуту. Найголовніше в цьому розділі показати, що на нову продукцію / послуги існує попит, що потенційна частка і що впливають звідси перспективні оцінки прибутку цілком реальні.

Рекомендований порядок викладу матеріалу:

- загальна характеристика ринку збуту, оцінка його поточних розмірів (обсяг продажів на ринку), стадії розвитку (зароджується, зростаючий, зрілий або падаючий), а також характеристики продукції. Реалізованої на даному ринку, з урахуванням періоду життєвого циклу продукції на ринку;

- аналіз вимог різних груп потенційних покупців до продукції, виділивши серед загальних вимог до продукції (новизна, технічний рівень продукції, якість і надійність в експлуатації, рівень післяпродажного обслуговування, ціна продукції тощо) ті її характеристики, які є найбільш суттєвими для визначення груп споживачів;

- сегментування ринку, тобто розподіл ринку на окремі сегменти за групами покупців, що володіють подібними потребами щодо вимог до продукції на ринку, готових і здатних її купити;

- оцінка попиту на продукцію в кожному сегменті ринку з урахуванням чисельності потенційних покупців, а також тенденції зміни цього попиту.

Аналіз конкуренції. Аналіз конкуренції проводиться з метою обґрунтування цільового сегмента ринку на основі вивчення конкурентних позицій нової продукції в різних сегментах ринку, оцінки сприятливих можливостей і загроз розвитку бізнесу в кожному сегменті ринку. Основне завдання розділу – довести обґрунтованість цільового сегмента ринку, на основі вивчення конкурентних позицій нової продукції (послуг), оцінки сприятливих можливостей і загроз розвитку бізнесу в кожному сегменті ринку. Для цього слід пояснити, в чому сильні сторони нової продукції (послуг) та ініціаторів проекту в порівнянні з конкурентами, як ініціатори

проекту планують їм протидіяти і долати свої слабкі сторони. У цьому розділі також слід дати загальну характеристику іншим учасникам, зайнятим у галузі, їх переваг та недоліків. Особлива увага приділяється аналізу переваг ініціатора проекту в конкурентному суперництві.

Рекомендований порядок викладу матеріалу:

- аналіз конкурентної позиції нової продукції порівняно з продукцією, яка реалізується в кожному сегменті ринку. Вказати поліпшені параметри або недоліки нової продукції і оцінити вплив цих параметрів на споживчий вибір;

- аналіз можливих бар'єрів при вході на конкретний сегмент ринку, акцентувавши увагу на можливих способах подолання цих бар'єрів;

- вибір найбільш привабливого сегмента або кількох сегментів ринку з урахуванням таких факторів – привабливості сегмента з точки зору прибутковості бізнесу в сегменті, стабільності і темпів зростання обсягів продажу, з одного боку, і високих конкурентних позицій, які може зайняти нова продукція на ринку, з іншого .

План маркетингу – розробляється для цільових ринків (сегментів ринку) і включає встановлення цілей і способів проникнення на цільовий ринок з новою продукцією (послугами), вибір цінової політики та оцінку очікуваних обсягів продажів нової продукції (послуг), розробку плану збуту і розповсюдження продукції (послуг), розробку методів просування інновації на ринок, включаючи методи післяпродажного обслуговування і сервісні послуги, методи рекламної діяльності щодо нової продукції (послуги). При розробці плану маркетингу необхідно конкретно пояснити, як ініціатор проекту планує вийти на ринок, зуміє зберегти свою частку ринку і досягне запланованих перспективних фінансових показників.

При виборі цінової політики слід враховувати безліч різноманітних факторів, що впливають на цей вибір. До таких в загальному випадку відносяться: конкурентна структура ринку, етап життєвого циклу попиту, загальні цілі компанії – ініціатора проекту, можливість впливу на ціни з боку постачальників ресурсів, споживачів продукції, учасників каналів розповсюдження продукції. Конкурентів, держави та інших ринкових агентів, а також величина виробничо-збутових витрат. Ці чинники, у свою чергу, визначають різноманіття видів цінової політики і методів управління цін на нову продукцію. Так, п введення нового продукту на ринок ціна може бути встановлена навмисно заниженою – «ціна проникнення», яка встановлюється з метою швидкого залучення більшого числа покупців і

захоплення більшої частки ринку. У деяких випадках, наприклад, при прагненні швидко окупити витрати на наукові дослідження і розробку нової продукції, при прагненні поставити ціну у відповідність високій якості та престижності нового продукту, при «короткому» життєвому циклі продукту на ринку, ціна може бути завищеною – ціна «зняття вершків». При відсутності відомостей про ринок ціна продукції може встановлюватися методом "витрати + нормативна прибуток». При встановленні цін на нову продукцію часто доцільно проведення розрахунків з оцінки економічної ефективності в сфері споживання, тобто очікуваного ефекту, який отримує потенційний споживач (клієнт) від використання нового продукту. Головне у виборі цінової політики – це забезпечення прибутковості нового продукту. Цей аспект вибору цінової політики має бути, аргументовано обґрунтований в бізнес-плані.

Збут і розповсюдження нової продукції планується відповідно до очікуваними обсягами виробництва і продажів нової продукції, її ринковими характеристиками. При встановленні каналів збуту нової продукції слід проаналізувати ситуацію, збутову мережу, дати оцінку доцільності використання наявних збутових каналів для нової продукції та / або формування нової мережі збуту продукції.

Просування продукції на ринок планується з метою стимулювання попиту на нову продукцію, включає аналіз можливих заходів впливу на потенційних покупців для їх залучення до покупки нової продукції. Зокрема, необхідно дати аналіз і встановити форми і методи рекламування нового продукту, обрати запропоновані покупцям різного роду способи післяпродажного обслуговування – навчання персоналу, надання знижок з ціни при покупці наступних версій і модифікацій продукту, гарантійне обслуговування покупців і т.п. Необхідно також описати власні методи використання засобів масової інформації для просування нового продукту на ринок.

Виробничий план – опис процесу виробництва нової продукції, підготовки його до виходу на ринок, оцінка потрібних для цього виробничих ресурсів і способів їх отримання. При обґрунтуванні передбачуваного місця розташування виробництва нової продукції слід дати оцінку впливу обраного положення виробництва на величину виробничо-збутових витрат при реалізації проекту, враховуючи близькість місця виробництва до потенційних споживачів (цільових ринків), наявність трудових ресурсів, доступ до транспортних засобів, постачальникам матеріальних і,

енергетичних. Інших виробничих, фінансових та інформаційних ресурсів.

При описі видів технологічного обладнання плановане до використання у виробничому процесі, проводиться розрахунок потреби в обладнанні з урахуванням його виробничої потужності і очікуваних обсягів випуску нової продукції. Доцільно вказати передбачувані способи придбання обладнання та виробничих приміщень (купівля або оренда), джерела їх придбання та їх вартість.

При описі виробничого процесу необхідно дати оцінку трудомісткості проведення окремих технологічних операцій і привести вимоги до чисельності та професійно – кваліфікаційної структури виробничого персоналу, задіяного в проекті.

Управління і власність – завдання розділу полягає в змістовному доказі того, що управління і керівництво здійснюється вмілими і знаючими людьми справа, що їхня робота добре оплачується і вони мають високу мотивацію на досягнення цілей проекту. При викладі матеріалів розділу слід навести відомості про основні засновників (пайовиків, акціонерів), членів керівного складу проекту із зазначенням імен, адрес, коротких біографічних відомостей. Також слід показати розподіл прав власності на майно, що залучаються в проект, вказавши, хто саме володіє власністю і якою її частиною. Основна увага в розділі слід приділити доказу того, що у вищому управлінні проектом задіяні грамотні фахівці, здатні успішно реалізувати проект.

Адміністрація та персонал – дати опис організаційної структури управління проектом, представити організацію компанії – ініціатора проекту, лінії підпорядкування та відповідальності, привести оцінку потреб в персоналі.

У даному розділі необхідно навести відомості про те, як управляється компанія і хто керує нею. Подібні відомості слід ув'язати з організаційною схемою управління проектом, яка наочно покаже структуру компанії, лінії підпорядкування і відповідальності. У цьому розділі визначається склад і структура персоналу, необхідного для успішної реалізації проекту, дається опис підбору персоналу, планування організації його навчання.

Організаційний план. – Встановлення календарного плану проведення основних заходів з реалізації проекту, із зазначенням очікуваних термінів їх проведення, потрібних для цього ресурсів і джерел їх залучення, відповідальність за їх здійсненням. У даному розділі необхідно чітко

сформулювати основні етапи реалізації проекту, спрямовані на досягнення його головних цілей, а також обґрунтування того, як і коли вони будуть виконані і що повинно бути зроблено для їх реального втілення в прийнятні терміни. Слід концентрувати увагу на критичних і найбільш важливих етапах. Важливо також проаналізувати, що буде у випадку не досягнення проміжних цілей, і, які альтернативи будуть в цьому випадку необхідно привести календарний план реалізації проекту, який може бути представлений в табличній формі або у формі мережевого графіка, якщо планований комплекс заходів має складну структуру.

Аналіз ризиків – виявлення основних ризиків у реалізації проекту, аналіз їх джерел та причин виникнення, оцінка можливих збитків та вжиття заходів щодо зниження ризиків.

Розділ доцільно почати з виявлення та опису головних проблем, які можуть істотно вплинути на хід реалізації проекту із зазначенням стадії та етапів, де ці проблеми можуть виникнути (перед–інвестиційна, інвестиційна або експлуатаційна стадії проекту), вказавши природу проблеми і можливі її наслідки для проекту, оцінивши можливі збитки.

При аналізі заходів щодо запобігання можливих ризиків слід обґрунтувати конкретні способи страхування (створення страхових фондів, розподіл ризику серед учасників проекту та ін) для застрахованих видів ризику, а також привести перелік запланованих заходів щодо зниження не страхуються ризиків. У висновку розділу необхідно проаналізувати сценарій найгіршого розвитку ситуації при реалізації проекту (песимістичний прогноз), з яким може зіткнутися компанія – ініціатор проекту.

Фінансовий план – прогнозна оцінка руху фінансових коштів, викликаних реалізацією проекту і оцінка економічної ефективності проекту. Фінансовий план – це узагальнення відомостей попередніх розділів бізнес–плану, виражених у вартісних показниках. Відомості фінансового плану уважно і критично розглядаються інвесторами, більшість з яких зроблять незалежний фінансовий аналіз проекту. Фінансовий план проекту розробляється з особливою ретельністю. При підготовці фінансового плану необхідно довести, що фінансове проектування реалістично, очікувані доходи від реалізації проекту повністю покривають всі витрати і дають економічну вигоду для всіх потенційних учасників проекту.

Розділ починається з встановлення вихідних припущень і припущень, на основі яких проводяться фінансові розрахунки. Враховуючи прогнозний характер проведених розрахунків, рекомендується всі



припущення (допущення) та відповідні їм фінансові розрахунки проводити до трьох варіантів прогнозу: песимістичного в припущенні найгірших для проекту умов його реалізації, оптимістичного – для найбільш вигідних умов реалізації проекту, і найбільш імовірного.

Далі доцільно провести розрахунок величини початкових капіталовкладень, необхідних для реалізації проекту, наприклад, для організації виробництва і збуту нової продукції в планованих обсягах. При оцінці потреби в початкових інвестиціях в проект, слід базуватися на одному з варіантів прогнозу оптимістичному, для якого обсяги виробництва, а відповідно і потреба в інвестиціях будуть максимальними. При виборі джерел фінансування початкових інвестицій слід дати плановану структуру залученого капіталу (власний або позиковий) із зазначенням конкретних джерел, умов і передбачуваних термінів залучення позикового капіталу для фінансування проекту.

Оцінка поточних доходів від реалізації проекту проводиться із зазначенням джерел їх отримання (виручка про реалізацію продукції (послуг), залишкова вартість інвестованого капіталу і т.п.) строків і розмірів грошових надходжень.

Оцінка поточних витрат, викликаних реалізацією проекту, передбачає встановлення статей витрат (виробничо-збутові витрати, обслуговування кредитів, податки тощо), термінів і розмірів грошових платежів. На основі розрахунків поточних доходів і витрат, пов'язаних з реалізацією проекту, проводиться прогноз руху грошових коштів протягом інвестиційного періоду з виділенням чистого грошового потоку, а також складаються результуючі документи фінансового плану. – Прогноз доходів і витрат, прогноз руху грошових коштів, балансовий план та ін

Оцінка економічної ефективності проекту для різних його учасників проводиться на основі розроблених фінансових прогнозів і системи критеріїв оцінки економічної ефективності інноваційних проєктів.

У додатках до бізнес-плану приводиться різноманітна документація, що підтверджує достовірність відомостей, на основі яких розроблявся бізнес-план (документи підтримки проекту і компанії-ініціатора, матеріали по вивченню цільового ринку, юридичні, адміністративні та інші документи), а також матеріали про фінансування і інвестиціях (фінансові документи компанії-ініціатора – бухгалтерський баланс компанії, звіт про доходи та витрати і т.п., структура інвестиційних витрат і період інвестування проекту, додаткові документи та детальні розрахунки до фінансового плану.

### 14.3 Роль і місце ризику у фінансуванні інноваційної діяльності

Аналізуючи сутність і зміст ризику, зараз уже немає необхідності доводити, що успіх підприємця, бізнесмена, менеджера в значній мірі залежить від розуміння значення ризику. Ця проблема викликає особливий інтерес і заслуговує всебічного вивчення.

Ризик у підприємницькій діяльності, бізнесі має цілком самостійне теоретичне і прикладне значення як важлива складова частина теорії і практики керування, особливо якщо врахувати недостатнє вивчення цієї серйозної проблеми. Перелік джерел з питань керування в ситуації ризику і ступеня його оцінки у вітчизняній літературі бідний, фундаментальних досліджень, власне кажучи, немає. Орієнтація протягом тривалого часу на переважно екстенсивний розвиток інтелектуального виробництва країни, надмірно високий ступінь централізації керування, панування адміністративних методів керування не створювали ситуацію необхідності враховувати невизначеність і ризик. Крім того, за «економіки дефіциту» у підприємця немає зацікавленості і бажання йти на ризик, змінювати сформовану технологію виробництва. Звідси зрозумілі причини відсутності стійкого інтересу до проблеми господарського і соціального ризику.

Аналіз економічної літератури, присвяченої проблемі ризику, показує, що серед дослідників немає єдиної думки щодо визначення підприємницького ризику. На сьогодні немає однозначного розуміння сутності ризику. Це пояснюється, зокрема, багатоаспектністю цього явища, практично повним ігноруванням його нашим господарським законодавством у реальній економічній практиці й управлінській діяльності. Крім того, ризик – це складне явище, що має безліч різних, а іноді протилежних реальних основ. Це обумовлює можливість існування декількох визначень ризику з різних точок зору.

Аналіз численних визначень ризику дозволяє виявити основні моменти, що є характерними для ризикової ситуації, такі як:

- випадковий характер події, що визначає, яке з можливих начал реалізується на практиці (наявність невизначеності);
- наявність альтернативних рішень;
- відомі або такі, що можна визначити, імовірності витоків і очікувані результати;
- імовірність виникнення збитків;
- імовірність одержання додаткового прибутку.

Зупинимося на визначенні, яке, на наш погляд, найбільш повно відбиває поняття «ризик».

Ризик – це діяльність, зв'язана з подоланням невизначеності в ситуації неминучого вибору, у процесі якої є можливість кількісно і якісно оцінити імовірність досягнення передбачуваного результату чи невдачі і відхилення від мети.

Різниця між ризиком і невизначеністю відноситься до способу задання інформації і визначається наявністю (у випадку ризику) або відсутністю (за невизначеності) вірогідних характеристик неконтрольованих перемінних. У такому смислі ці терміни вживаються в математичній теорії дослідження операцій, де розрізняють задачі на прийняття рішень при ризику і відповідно в умовах невизначеності.

Якщо існує можливість якісно і кількісно визначити ступінь імовірності того або іншого варіанта, то це і буде ситуація ризику.

Отже, ситуація ризику (ризикована ситуація) – це різновид невизначеності, коли настання подій імовірне і може бути визначене, тобто в цьому випадку об'єктивно існує можливість оцінити імовірність подій, які виникають у результаті спільної діяльності партнерів по виробництву, контрдій конкурентів або супротивників, впливу природного середовища на розвиток економіки, упровадження досягнень науки в народне господарство і т.д.

У літературі існують три основні точки зору, що визнають або суб'єктивну, або об'єктивну, або суб'єктивно-об'єктивну природу ризику. На нашу думку, найбільш правильний підхід – суб'єктивно-об'єктивний, тому що основним аргументом для його обґрунтування є визнання того факту, що оскільки людина, група, колектив і т.д. у процесі діяльності включаються в суб'єктивні відносини, то і сама діяльність має як суб'єктивну, так і об'єктивну сторони.

Тому що ризик – специфічна діяльність в умовах невизначеності і ситуації обов'язкового (необхідного) вибору, то він також є діалектичною єдністю об'єктивного і суб'єктивного.

Отже, ризик завжди зв'язаний з вибором певних альтернатив і розрахунком імовірності їхнього результату. У цьому виявляється його суб'єктивна сторона. Разом з тим величина ризику не тільки суб'єктивна, але й об'єктивна, оскільки вона є формою якісно-кількісного вираження реально існуючої невизначеності.

Об'єктом ризику називають економічну систему, оцінити

ефективність і умови функціонування якої на перспективу у вичерпній повноті і з необхідною точністю неможливо. Суб'єкт ризику – особа або колектив, які зацікавлені в результатах управління об'єктом ризику і мають відповідну компетенцію щодо управління й прийняття відповідних рішень стосовно об'єкта ризику.

Джерела ризику – це чинники (процеси, явища), котрі спричиняють невизначеність, конфліктність.

Наука про економічний ризик (ризикологія) покликана вивчати на засадах синергетичного підходу й системного аналізу закономірності, принципи, інструментарій щодо діагностики, ідентифікації, оцінювання, математичного моделювання і управління ризиком. Отже, йдеться, зокрема, про:

- врахування та якісний (вербальний) аналіз ризику;
- формування системи кількісних показників ступеня ризику;
- кількісний аналіз ризику;
- моделювання й прогнозування ризику;
- управління ризиком і методи зниження його ступеня.

Спираючись на викладене, можна дати таке визначення ризикології.

Ризикологія – це наука про основні закономірності, принципи та інструментарій виявлення, врахування, оцінювання ризику й управління ним. Ризик відображає характерні особливості сприйняття зацікавленими суб'єктами господарювання об'єктивно наявних невизначеності, конфліктності, іманентних процесів цілепокладання, оцінювання, управління об'єктами ризику, котрі обтяжені можливими загрозами й невикористаними можливостями.

Для розуміння природи підприємницького ризику фундаментальне значення має зв'язок ризику і прибутку. Підприємець виявляє готовність іти на ризик в умовах невизначеності, оскільки поряд з ризиком втрат існує можливість додаткових доходів. Хоча ясно, що одержання прибутку підприємцеві не гарантовано, винагородою за витрачені ним час, зусилля і здібності можуть бути як прибуток, так і збитки.

На рис. 14.1 показано залежність прибутку від ризику.

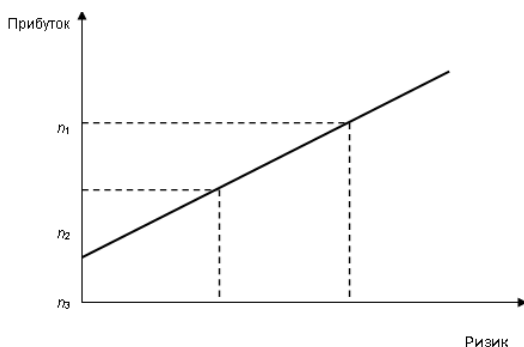


Рис.14 1. Залежність прибутку від ризику

Питання класифікації ризиків є досить складною проблемою, що обумовлено їх різноманітністю.

Оскільки головним завданням є оцінка ступеня ризиків, то їх класифікація за цілком визначеними ознаками буде корисною для вирішення поставлених завдань.

За характером наслідків ризику розподіляються на чисті і спекулятивні.

Особливість чистих ризиків (їх іноді називають статистичними або простими) полягає в тому, що вони практично завжди несуть у собі втрати для підприємницької діяльності. Їхніми причинами можуть бути стихійні лиха, нещасні випадки, неієздатність керівників фірм тощо.

Спекулятивні ризику, які називають також динамічними або комерційними, несуть у собі або втрати, або додатковий прибуток для підприємця. Їхніми причинами можуть бути зміна курсів валют, зміна кон'юнктури ринку, зміна умов інвестицій та ін.

За сферою виникнення (сферою діяльності) розрізняють такі види ризиків:

- виробничий ризик, зв'язаний з невиконанням підприємством своїх планів і зобов'язань щодо виробництва продукції, товарів, послуг, інших видів виробничої діяльності в результаті впливу як зовнішнього середовища, так і внутрішніх факторів;

- комерційний ризик – це ризик утрат у процесі фінансово-господарської діяльності; його причинами можуть бути зниження обсягів реалізації, непередбачене зниження обсягів закупівель, підвищення закупівельної ціни товару, підвищення витрат обороту, втрати товару в процесі обороту й ін.;

– фінансовий ризик виникає в зв'язку з неможливістю виконання фірмою своїх фінансових зобов'язань, причиною чого може бути зміна купівельної спроможності грошей, нездійснення платежів, зміна валютних курсів і т.п.

У залежності від основної причини виникнення ризиків, вони поділяються на такі категорії:

– природні ризики – це ризики, зв'язані з проявом стихійних сил природи;

– екологічні ризики, зв'язані з настанням цивільної відповідальності за нанесення збитку навколишньому середовищу;

– політичні ризики – це можливість виникнення збитків або скорочення розмірів прибутку внаслідок державної політики;

– транспортні ризики, зв'язані з перевезеннями вантажів різними видами транспорту;

– майнові ризики – це ризики від втрати майна підприємця з причин, від нього не залежних;

– торговельні ризики, які залежать від збитків через затримку платежів, нестачання товару, відмов від платежу і т. п.

Велика група ризиків зв'язана з купівельною спроможністю грошей. Сюди належать:

– інфляційні ризики, обумовлені знецінюванням реальної купівельної спроможності грошей; при цьому підприємець несе реальні втрати;

– дефляційний ризик, зв'язаний з тим, що при зростанні дефляції падає рівень цін і, отже, знижуються доходи;

– валютні ризики, зв'язані зі зміною валютних курсів; вони відносяться до спекулятивних ризиків, тому за втрат однієї зі сторін у результаті зміни валютних курсів інша сторона, як правило, дістає додатковий прибуток, і навпаки;

– ризик ліквідності, зв'язаний із втратами при реалізації цінних паперів або інших товарів через зміну оцінки їхньої якості і споживчої вартості.

Інвестиційні ризики зв'язані з можливістю недоодержання або втрати прибутку в ході реалізації інвестиційних проектів. Вони містять у собі такі підвиди ризиків:

– ризик втраченої вигоди: виникає фінансовий збиток у результаті нездійснення певного заходу;

– ризик зниження прибутковості, що зв'язаний зі зменшенням розміру відсотків і дивідендів за портфельними інвестиціями; він поділяється на процентний ризик, який виникає в результаті перевищення процентних ставок, виплачуваних на залучені кошти, над ставками з наданих кредитів, і кредитний ризик, який виникає у разі несплати позичальником основного боргу і відсотків, які приписуються кредиторів;

– біржові ризики, що складають собою небезпеку утрат від біржових угод;

– селективні ризики, які виникають через неправильне формування видів вкладення капіталів, виду цінних паперів для інвестування;

– ризик банкрутства, що зв'язаний з повною втратою підприємцем власного капіталу через його неправильне вкладення.

Природно, аналіз класифікаційних ознак, видів і підвидів ризику можна продовжити, але це, в основному, приведе до чергового перерахування думок різних дослідників і фахівців, що не дасть відповіді на основне питання: яка класифікація є основною, у якій мірі вона буде сприяти зниженню ступеня ризику.

Зупинимося лише на такому критерії, як припустима межа ризику.

Під припустимим ризиком розуміється рівень ризику в межах його середнього рівня, тобто середнього стосовно інших видів діяльності й інших господарських суб'єктів. Якщо позначити через  $R$  середній рівень ризику в економіці, а через  $R_D$  рівень припустимого ризику, то повинна мати місце нерівність

$$R_D < R. \quad (14.1)$$

Під критичним ризиком  $R_{KP}$  розуміється ризик, рівень якого вищий за середній, але в межах максимально припустимих значень ризику  $R_{max}$ , прийнятих у даній економічній системі для певних видів діяльності, тобто

$$R_D < R_{KP} < R_{max} \quad (14.2)$$

Катастрофічний ризик  $R_{kat}$  – це такий ризик, що перевищує максимальну межу ризику  $R_{max}$ , що склалася в даній економічній системі,

і для якого виконується умова

$$R_{kat} > R_{max} \quad (14.3)$$

Характерною причиною виникнення економічного ризику є невизначеність.

Раніше зазначалося, що ризик як економічна категорія є подією, що може відбутися або не відбутися. У разі здійснення такої події можливі три економічних результати: негативний (збиток, втрата, програш), нульовий і позитивний (прибуток, вигода, виграш).

Ризикована ситуація зв'язана зі статистичними процесами, і їй властиві три співіснуючі умови: наявність невизначеності, необхідність вибору альтернативи і можливість при цьому якісної і кількісної оцінки імовірності здійснення того чи іншого варіанта.

Зупинимось докладніше на першій умові. Розглядаючи діяльність деякої економічної системи, потрібно враховувати, що вона завжди зв'язана з невизначеністю у всіляких сферах і на всіляких етапах її розвитку. Наявність невизначеності в діяльності економічних систем обумовлює виникнення ризиків, без врахування яких неможливий ефективний розвиток економіки.

Наявність невизначеностей у будь-яких видах підприємницької діяльності обумовлено тим, що економічні системи в процесі свого функціонування зазнають різних впливів, які можна систематизувати у вигляді схеми невизначеностей, поданої на рис. 14.2.





*Рисунок 14.2 – Схема невизначеностей*

За часом виникнення невизначеності розподіляються на ретроспективні, поточні і перспективні. Необхідність враховувати фактор часу в оцінці економічної ефективності прийнятих рішень обумовлена тим, що як ефект, так і витрати можуть бути розподілені в часі. Рівні за величиною витрати, по-різному розподілені в часі, дають неоднаковий корисний результат того чи іншого виду (економічний, соціальний і ін.).

#### **14.4 Методи оцінки ризику**

Щоб оцінити імовірність тих чи інших втрат, обумовлених розвитком подій за непередбаченим варіантом, необхідно, насамперед, знати всі види втрат, пов'язаних з підприємництвом, і вміти заздалегідь прорахувати їх чи виміряти як імовірні прогностні величини. При цьому природним є бажання оцінити кожний з видів втрат у кількісному вираженні і звести їх воедино, що, однак, не завжди вдається зробити.

Матеріальні втрати виявляються в не передбачених

підприємницьким проектом додаткових витратах чи прямих втратах устаткування, майна, продукції, сировини, енергії й інших ресурсів. Відносно кожного окремого з перерахованих видів втрат застосовні свої одиниці виміру. Найбільш природно вимірювати матеріальні втрати в тих же одиницях, у яких вимірюється кількість даного виду матеріальних ресурсів, тобто у фізичних одиницях ваги, обсягу, площі й ін.

Звести воедино втрати, вимірювані в різних одиницях, і виразити їх однією величиною не здається можливим: не можна складати кілограми і метри. Тому, практично, неминуче обчислення втрат у вартісному вираженні, у грошових одиницях. Для цього втрати у фізичному вимірі переводяться у вартісне вираження множенням їх на вартісну одиницю відповідного матеріального ресурсу. Для досить значної кількості матеріальних ресурсів, ціни яких заздалегідь відомі, втрати відразу можна оцінити в грошовому вираженні.

Одержуючи, таким чином, оцінку ймовірних втрат за кожним окремим видом матеріальних ресурсів у грошовому вираженні, можна звести їх воедино, дотримуючись при цьому правила дій з випадковими величинами та їх ймовірностями.

Трудові втрати – це втрати робочого часу, викликані випадковими, непередбаченими обставинами. Трудові втрати вимірюються в людино-годинах чи людино-днях, просто годинах робочого часу. Переведення трудових втрат у грошове вираження здійснюється множенням нормо-годин на вартість (ціну) однієї години.

Фінансові втрати – це прямий грошовий збиток, пов'язаний з непередбаченими платежами, виплатою штрафів, сплатою додаткових податків, втратою коштів. Збиток може виникнути через недоодержання чи повне неотримання грошей з передбачених джерел, через неповернення боргів, несплату покупцем поставленої йому продукції, зменшення виторгу внаслідок зниження цін на реалізовану продукцію і послуги.

Особливі види грошового збитку можуть бути пов'язані з інфляцією, зміною валютного курсу гривні, додатковим до зазначеного вилученням засобів підприємств у державний, республіканський чи місцевий бюджети.

Поряд з остаточними, безповоротними можуть бути і тимчасові фінансові втрати, обумовлені заморожуванням рахунків, несвочасною видачею коштів, відстрочкою сплати боргів.

Втрати в часі існують тоді, коли процес підприємницької діяльності йде повільніше, ніж було намічено. Пряма оцінка таких втрат здійснюється в

годинах, днях, місяцях, на які запізнюється одержання наміченого результату. Для того щоб перевести оцінку втрат часу в грошовий вимір, необхідно встановити, які втрати із прибутку здатні спричинити випадкові втрати часу.

Спеціальні види втрат бувають у вигляді нанесення збитку здоров'ю і життю людей, навколишньому середовищу, престижу підприємця, а також інших несприятливих соціально–психологічних і політичних наслідків. Найчастіше спеціальні види втрат вкрай важко визначити в кількісному і, тим паче, у вартісному вираженні. Звичайно, щодо кожного виду втрат можливість виникнення і величину слід визначити за певний час, що охоплює місяць, рік або термін здійснення підприємницької операції. Треба враховувати тільки випадкові втрати, які не піддаються прямому розрахунку, безпосередньому прогнозуванню і тому не відбиті в підприємницькому проекті.

Якщо втрати важко заздалегідь передбачати, то вони мають розглядатися не як втрати, а як неминучі витрати і повинні включатися в калькуляцію. Так, передбачений рух цін, податків, їх зміну в ході здійснення господарської діяльності підприємець зобов'язаний врахувати в плані.

До випадкових втрат відносять збитки від впливу непередбачених політичних факторів. Такі втрати породжують політичний ризик. Він виявляється у формі несподіваної, обумовленої політичними подіями зміни умов господарської діяльності, що створює несприятливий для підприємця фон і тим самим може призвести до підвищених витрат ресурсів і втрати прибутку. Типові джерела такого ризику – збільшення податкових ставок, введення примусових відрахувань, зміна договірних умов, трансформація видів і відносин власності, відчуження майна і коштів з політичних мотивів. Величину можливих втрат і обумовлений ними ступінь ризику в цьому випадку дуже важко передбачати.

Досить близькі за несподіваністю непередбачені втрати, обумовлені стихійним лихом, а також злодійством і рекетом. Такі обставини прийнято називати форс–мажорними.

Можливі дуже специфічні втрати, викликані недосконалістю методології і некомпетентністю осіб, які формують план і здійснюють розрахунок прибутку і доходу. Якщо в результаті дії цих факторів величини очікуваного прибутку і доходу від підприємницького проекту будуть завищені, а реально отримані результати виявляться нижчими, то різниця мимоволі сприймається як втрати.

Особливе місце займають втрати підприємця, обумовлені несумлінністю чи неспроможністю компаньйонів. Ризик виявиться обдуреним в угоді чи зіштовхнутися з неплатоспроможністю боржника, безповоротністю боргу, на жаль, досить реальний.

Незважаючи на чимало причин, які можуть негативно позначитися на діяльності підприємця-інноватора, необхідно вивчати їх, застосовуючи спеціальні знання і прийоми для того, щоб навчитися знижувати збиток, завчасно оцінювати і вчасно корегувати траєкторію, напрямок розвитку бізнесу і, нарешті, уникнути кризових ситуацій.

Життєве поняття «розумний ризик» має потребу в кількісній оцінці за кількома параметрами.

Економічні границі, межі ризику визначаються, з одного боку, тим, в якій мірі підприємець готовий іти на ризик, якщо ресурси, якими він розпоряджається, відповідають цілям, завданням конкретного проекту або розвитку підприємства в цілому, дозволяють здійснити проект. До числа таких параметрів, що впливають на границі ризику, можна віднести стійкість виробництва і реалізації продукції, прибутковість бізнесу, платоспроможність, чіткий облік. З іншого боку, господарський керівник навмисно йде на ризик, якщо він вважає, що надійно керує наявними ресурсами.

Ризик – це ймовірна категорія, й у цьому смислі найбільш грамотно, обґрунтовано, з наукових позицій слід характеризувати і вимірювати його як ймовірність виникнення певного рівня втрат. Строго кажучи, всесторонньо оцінюючи ризик, варто було б встановлювати для кожного абсолютного чи відносного значення величини можливих втрат відповідну ймовірність виникнення такої величини збитку.

1. У ряді випадків міра ризику (як ступінь очікуваної невдачі) визначається через співвідношення ймовірності неуспіху і ступеня несприятливих наслідків, які можуть наступити в цьому випадку.

2. Іноді, навпаки, звертаються до визначення величини, пов'язаної з корисністю, яку можна одержати у разі удачі:

$$K = (P_y O_y) - (P_H O_H) \quad (14.4)$$

де  $K$  – очікувана корисність від прийнятого рішення;  $P_y$  – ймовірність успіху (удачі);  $O_y$  – оцінка успіху;  $P_H$  – ймовірність неуспіху;  $O_H$  – втрати від

невдачі.

Точність очікуваної корисності, звичайно, буде не абсолютною, але дає змогу зіставляти варіанти за критерієм корисності і приймати цілком виправдане і значиме практичне рішення.

Іншим цікавим підходом, викладеним у теорії корисності, є вибір певної лінії поведінки особи, що приймає рішення (ОПР) у залежності від цілей і засобів їх досягнення, що характеризуються різним ступенем небажаності і вірогідності.

Завдання оцінюється за допомогою побудови матриці ліній поведінки й імовірності появи об'єктивних умов.

3. Ступінь ризику часто визначається як добуток очікуваного збитку на ймовірність того, що цей збиток буде.

Найкращим тут буде рішення, якому відповідає мінімальний ризик. Іншими словами, піддаючись мініальному ризику, людина в даній ситуації поводить оптимально.

Для вибору рішення з мінімальним ризиком пропонується скласти функцію ризику

$$R = AP_1 + (A + B)P_2 \quad (14.5)$$

де  $R$  – ризик;  $A$  й  $B$  – збиток від обраних рішень;  $P_1$ ,  $P_2$  – ступінь впевненості (ймовірності), що будуть помилки при прийнятті рішень.

4. Для оцінювання ступеня економічного ризику як імовірності технічного і комерційного успіху при нововведеннях можна використовувати формулу, застосовувану багатьма американськими компаніями:

$$E = \frac{\Pi \cdot C \cdot T \cdot P_M \cdot P_K}{\sum_{i=1}^n Z_i} \quad (14.6)$$

де  $E$  – ефективність реалізації нововведень;  $\Pi$  – щорічний обсяг продажу нового виробу;  $C$  – продажна ціна виробу;  $T$  – життєвий цикл новачки (період від освоєння виробу до зняття його з виробництва);  $P_M$  – ймовірність технічного успіху (впровадження);  $P_K$  – ймовірність комерційного успіху (можливість збуту й одержання очікуваного прибутку);  $\sum_{i=1}^n Z_i$  – сума затрат на реалізацію, що містить витрати на розробку, освоєння виробництва і поточні виробничі затрати.

Ймовірність технічного і комерційного успіху визначається в залежності від характеру продукції за спеціально розробленими таблицями з урахуванням інших факторів (інформаційних виробничо-технічних, науково-технічних, юридичних, кадрових).

5. У ряді випадків для визначення ступеня ризику і вибору оптимальних рішень застосовується методика «дерева рішень». Вона допускає графічну побудову різних варіантів, які можуть бути прийняті. Співвідносячи суб'єктивні й об'єктивні оцінки подій, розміри втрат, доходів і рухаючись за гілками «дерева», оцінюють кожен варіант шляху і вибирають найкращий. Аналогічний приклад розглядається й у більш пізніх роботах.

Іноді для оцінки ризику застосовують окремі положення теорії ігор.

Оцінка конкретного виду ризику (рис.11.3) припускає як визначення фінансової заможності, реальності окремого рішення чи проекту в цілому, так і вкладення засобів у даний проект.

Для практичного застосування така схема організації робіт вимагає, природно, деталізації в залежності від цілей і завдань розв'язуваної проблеми.

Як уже було відзначено, ризик супроводжує всяке рішення, при виборі якого є можливість і необхідність оцінювати ймовірність удачі, неуспіху і відхилення від поставленої мети, завдання. Кількісна величина ймовірності, що виражається значенням в інтервалі від 0 до 1, визначає ступінь ризику. Іншими словами, кількісною оцінкою, критерієм ступеня ризику служить міра його врахованої невизначеності, ймовірності досягнення необхідного, заданого результату.



Рисунок 14.3 – Схема проведення оцінки ризику

## 14.5 Контрольні питання до розділу

1. Як визначаються економічні границі межі ризику?
2. Спеціальні види витрат бувають у вигляді?
3. Що таке фінансові втрати?
4. Характерною причиною виникнення економічного ризику є?
5. Які підвиди ризиків містить інвестиційний ризик?
6. На які категорії поділяються ризики залежно від основної причини їх виникнення?
7. Джерела ризику?
8. ризик у підприємницькій діяльності?

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Невлюдов І.Ш. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень: підручник / І.Ш. Невлюдов. Кривий Ріг: Криворізький коледж НАУ, 2019. 448 с.
2. Невлюдов І.Ш. Комп'ютерно-інтегровані технології виробництва технічних засобів автоматизації. Частина 1: підручник для студентів закладів вищої освіти; Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. Харків: ФОП Панов А.М., 2021. 604 с. ISBN 978-617-7947-67-6
3. Невлюдов І.Ш. Комп'ютерно-інтегровані технології виробництва технічних засобів автоматизації. Частина 2: підручник / І.Ш. Невлюдов. Кривий Ріг: Видавець Чернявський Д. О., 2022. 424 с. з іл. ISBN 978-617-8045-44-92.
4. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП: Навчальний посібник / укладачі: Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.
5. Новіков Ф.В. Техніко-економічне обґрунтування сучасних технологій виробництва : навч. посібник / Ф.В. Новіков, Д.Ф. Новіков, О. А. Єрмоленко та ін. Дніпро: ЛІРА, 2022. 256 с.
6. Петренко К.В. Економіка і організація виробництва: навчальний посібник/ К.В. Петренко, Н.Є. Скоробогатова. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 177 с.
7. Економіка та організація виробництва програмних продуктів : конспект лекцій для студентів техн. спец. усіх форм навчання / уклад. Т.В. Романчик; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". Харків: НТУ "ХПІ", 2021. 75 с.
8. Базилевич В. Д. Мікроекономіка: навч. посіб. / В.Д. Базилевич та ін. К.: Знання, 2020. 679 с.
9. Шклярук С.Г. Управління фінансовими ризиками: навч. посіб. / С.Г. Шклярук. Київ: ДП «Вид. дім «Персонал», 2019. 494 с
10. Dillon, A.P. (Ed.). (2019). A Study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315136509>
11. Groover, M.P. (2020). Fundamentals of modern manufacturing: materials, processes, and systems. John Wiley & Sons.



12. Хома І. Моделювання фінансових рішень в умовах невизначеності. Навчальний посібник // І. Хома Л. Бондаренко О. Чубка. Книга. Кондор.» 2023. 284 с.

13. Ігнатюк А.І. Мікроекономіка. Підручник // А.І. Ігнатюк. Ліра-К. 2023. 420 с.

14. Федорова В. Економіка підприємств та міжнародних компаній. Навчальний посібник // В. Федорова, О. Соловійова. Центр навчальної літератури. 2019. 232 с.

15. Білецька Л.В. Економічна теорія. Політекономія, мікроекономіка, макроекономіка. Навчальний посібник // Л.В. Білецька, О.В.Білецький, В.І. Савич, Центр навчальної літератури. 2109. 688 с.

16. Маслак О. Економіка промислового підприємства. Навчальний посібник// О. І. Маслак, Л. Д. Воробйова. Центр учбової літератури. 2023. 172 с.

17. Косова Т. Організація і методика економічного аналізу. Навчальний посібник // Т. Косова, Л. Ващенко. Центр учбової літератури, 2021. 528с.

18. Барковський В.В. Вища математика для економістів. Навчальний посібник // В.В. Барковський, Н.В. Барковська. Центр учбової літератури. 2021. 448 с.

19. Гронтковська Г.Е. Макроекономіка. Навчальний посібник // Г.Е. Гронтковська, А.Ф. Косік. Центр учбової літератури. 2021. 672 с.

20. Гринчуцький В.І. Економіка підприємства. Навчальний посібник // В.І. Гринчуцький, Е.Т. Карапетян, Б.В. Погріщук. Центр учбової літератури. 2021. 304 с.

21. Мацелюх Н.Н. Основи економічної науки. Навчальний посібник // Н.Н. Мацелюх, О.М. Розум, І.А. Максименко, М.М. Телищук. Центр учбової літератури. 2021. 324 с.

22. Балабанова Л.В. Стратегічний маркетинг Навчальний посібник // Л.В. Балабанова, В.В. Холод, І.В. Балабанова. Центр учбової літератури. 2021. 612 с.

23. Tukker, A. (2010). Prosperity Without Growth: The Transition to a Sustainable Economy by Tim Jackson. *Journal of Industrial Ecology*, 14(1), 178-179. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2009.00213.x>.

24. United Nations. (2023). The 17 Sustainable Development Goals. United Nations. Retrieved 09.09.2023 from <https://sdgs.un.org/goals#icons>.

25. A new Circular Economy Action Plan, (2020). <https://eur->

lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2020%3A98%3AFIN.

26. Neves, S. A., & Marques, A. C. (2022). Drivers and barriers in the transition from a linear economy to a circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 341, 130865. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130865>.

27. Millar, N., McLaughlin, E., & Börger, T. (2019). The Circular Economy: Swings and Roundabouts? *Ecological Economics*, 158, 11-19. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.12.012>.

28. EMF. (2015). Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition.

29. Bressanelli, G., Perona, M., & Saccani, N. (2019). Challenges in supply chain redesign for the Circular Economy: a literature review and a multiple case study. *International Journal of Production Research*, 57(23), 7395-7422. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1542176>.

30. Lieder, M., & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, 115, 36-51. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.042>.

31. Rosa, P., Sassanelli, C., & Terzi, S. (2019). Circular Business Models versus circular benefits: An assessment in the waste from Electrical and Electronic Equipments sector. *Journal of Cleaner Production*, 231, 940-952. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.310>.

32. Deineko, L., Tsyplitska, O. and Deineko, O. (2019). Opportunities and barriers of the Ukrainian industry transition to the circular economy. *Environmental Economics*, 10(1). [https://doi.org/10.21511/ee.10\(1\).2019.06](https://doi.org/10.21511/ee.10(1).2019.06).

33. ISO/DIS 59004. (2023). Circular Economy – Terminology, Principles and Guidance for Implementation. In.

34. Freitag (2023). Freitag. Retrieved 03.10.2023 from <https://www.freitag.ch/en/production>.

35. Turning waste to energy: Sweden's recycling revolution (2023). Retrieved 03.10.2023 from <https://www.blueoceanstrategy.com/blog/turning-waste-energy-sweden-recycling-revolution/#:~:text=Only%201%25%20of%20Sweden%27s%20trash,just%2044%25%20of%20its%20waste.>

36. The Ellen MacArthur Foundation. (2021). Europe's first circular economy factory for vehicles: Renault. The Ellen MacArthur Foundation. <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-examples/groupe-renault>.

37. Toyota. (2021). Sustainability Report 2021 Toyota Material Handling

Europe. [https://media.toyota-forklifts.eu/published/25785\\_Original%20document\\_toyota%20mh.pdf?\\_gl=1\\*\\_hdx3\\*\\_ga\\*NzA2MDg2MTk4LjE2OTYyMzUxNTk.\\*\\_ga\\_4R9EL54GDX\\*MTY5NzAxNjcyNC4zLjAuMTY5NzAxNjc4OS4wLjAuMA.\\*\\_ga\\_393GCHVPN5\\*MTY5NzAxNjcyNC4zLjAuMTY5NzAxNjc4OS4wLjAuMA.\\*\\_ga\\_393GCHVPN5\\*MTY5NzAxNjcyNC4wLjAuMA](https://media.toyota-forklifts.eu/published/25785_Original%20document_toyota%20mh.pdf?_gl=1*_hdx3*_ga*NzA2MDg2MTk4LjE2OTYyMzUxNTk.*_ga_4R9EL54GDX*MTY5NzAxNjcyNC4zLjAuMTY5NzAxNjc4OS4wLjAuMA.*_ga_393GCHVPN5*MTY5NzAxNjcyNC4zLjAuMTY5NzAxNjcyNC4wLjAuMA).

38. Tamturbo. (2023). Tamturbo. Retrieved 03.10.2023 from <https://www.tamturbo.com/company/success-stories/>.

39. Novo Nordisk. (2023). Novo Nordisk. Retrieved 03.10.2023 from <https://www.novonordisk.com>.

40. Hyllested-Winge, J., Sparre, T., & Pedersen, L. K. (2016). NovoPen Echo(®) insulin delivery device. *Med Devices (Auckl)*, 9, 11-18. <https://doi.org/10.2147/mder.S59229>

41. Worldshop. (2023). Upcycling Collections. Limited-edition design objects made from aviation materials. Retrieved 03.10.2023 from <https://www.worldshop.eu/en/upcycling/?p=hQNk-bmWD2g>.

42. DniproM. (2021). Upcycling of airplane: how the old is recreated in the new. <https://dnipro-m.ua/news/chto-delat-so-starymi-samoletami/>.

43. ReTuna Återbruksgalleria. (2023). Retrieved 2 September 2023 from <https://www.retuna.se/english/about-us/>.

44. Edinburgh Tool Library and The Edinburgh Remakery. (2023). Sharing & Repairing, Together. <https://shareandrepair.scot/about-the-network/>.

45. Bjarkason, J. (2023). The Munasafn Tool Library Enters A New Phase. <https://grapevine.is/mag/2023/05/26/the-munasafn-tool-library-enters-a-new-phase/>.

46. MakersLink. (2023). Makerspace Linköping. <https://makerslink.se>.

47. Nordic Circular Summit. (2023b). Future value: Nordic sustainable and circular finance. Nordic Circular Summit., <https://www.nordiccircularsummit.com/sessions-17-october/future-value-nordic-sustainable-and-circular-finance>. 26. Astarta. (2023). Astarta. Retrieved 03.10.2023 from <https://astartaholding.com/en/>.

48. Interpipe steel. (2023). Interpipe steel. Retrieved 03.10.2023 from <http://interpipesteel.biz>.

49. MHP. (2023). MHP. Retrieved 03.10.2023 from <https://mhp.com.ua/en/pro-kompaniu>.

50. ATP16363. (2023). ATP 16363. Retrieved 03.10.2023 from <https://atp16363.org.ua>.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**І.Ш. Невлюдов**

**ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ  
ОБҐРУНТУВАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ  
В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

ПІДРУЧНИК

*Рекомендовано Вченою радою  
Харківського національного університету радіоелектроніки  
(протокол № 4 від 28.03.2024 2024 року)*

*Комп'ютерна верстка Н.К. Ляшова*

Підп. до друку 22.04.24 р Формат 60x84 1/16.  
Папір офсетний. Друк ротатійний та цифровий лазерний.  
Тираж 300 прим.Зам № 22-04/24  
**Видано на замовлення ХНУРЕ**

---

Видавець: Д.О. Чернявський  
200-річчя Кривого Рогу, 17 (зуп. «Спаська»)  
Свідоцтво ДК 3449 від 02.09.2009 р.  
Oktanprint.com.ua; oktanshop.com;  
тел.+38(067)46-46-102  
oktanprint@ukr.net