

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**Т. А. ПУШКАР  
Г. Г. СОБОЛЄВА**

**ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ НА ПІДПРИЄМСТВАХ  
ХІМІЧНОЇ ГАЛУЗІ**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти всіх форм навчання  
зі спеціальності G1 – Хімічні технології та інженерія)*

**Харків  
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова  
2026**

**Пушкар Т. А.** Техніко-економічне обґрунтування на підприємствах хімічної галузі : конспект лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності G1 – Хімічні технології та інженерія / Т. А. Пушкар, Г. Г. Соболева ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2026. – 136 с.

Автори:

канд. екон. наук, проф. Т. А. Пушкар,  
канд. екон. наук, доц. Г. Г. Соболева

Рецензент

**Д. О. Серьогіна**, кандидат економічних наук, доцент кафедри економіки та маркетингу (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

*Рекомендовано кафедрою економіки та маркетингу, протокол № 22  
від 26 червня 2025 р.*

© Т. А. Пушкар, Г. Г. Соболева, 2026  
© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2026

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ВСТУП.....                                                                                                                                | 4   |
| ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ<br>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОГО ОБҐРУНТУВАННЯ РІШЕНЬ У ХІМІЧНІЙ<br>ГАЛУЗІ.....                               | 6   |
| Тема 1 Сутність і значення техніко-економічного обґрунтування<br>у хімічній галузі.....                                                   | 6   |
| Тема 2 Принципи, функції та етапи техніко-економічного<br>обґрунтування.....                                                              | 13  |
| Тема 3 Інформаційна база та система показників техніко-економічного<br>обґрунтування.....                                                 | 32  |
| ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ<br>ДО ЕКОНОМІЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ РІШЕНЬ<br>У ХІМІЧНІЙ ГАЛУЗІ.....                      | 53  |
| Тема 4 Методичні підходи до розрахунку витрат і собівартості<br>у техніко-економічному обґрунтуванні.....                                 | 53  |
| Тема 5 Методи оцінювання економічної ефективності виробничих,<br>технологічних та організаційних рішень.....                              | 85  |
| Тема 6 Інвестиційне обґрунтування створення, модернізації та<br>розвитку хімічного виробництва.....                                       | 103 |
| ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3 ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ЕКОНОМІЧНОГО<br>ОЦІНЮВАННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНИХ ПРОЄКТІВ ТА ІННОВАЦІЙ<br>У ХІМІЧНІЙ ГАЛУЗІ.....         | 112 |
| Тема 7 Економічне оцінювання науково-дослідних проєктів<br>і дослідно-конструкторських розробок у хімічній галузі.....                    | 112 |
| Тема 8 Практичні аспекти техніко-економічного обґрунтування<br>впровадження нових технологій та інновацій у хімічному<br>виробництві..... | 126 |
| СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ.....                                                                                                         | 135 |

## ВСТУП

Розвиток хімічних технологій пов'язаний із постійним оновленням виробничих процесів, модернізацією обладнання, упровадженням нових матеріалів, методів очищення, автоматизації та ресурсозбереження. Ухвалення щодо створення, реконструкції або технічного переоснащення хімічного виробництва потребує оцінювання не лише технічної можливості їх реалізації, а й обсягів необхідних ресурсів, витрат, очікуваних результатів, строків упровадження та ризиків. Відповідні розрахунки й аналітичні процедури формують зміст техніко-економічного обґрунтування.

Навчальна дисципліна «Техніко-економічне обґрунтування проєктних рішень на підприємствах хімічної галузі» входить до системи підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю G1 «Хімічні технології та інженерія». Її зміст поєднує економічні методи оцінювання з особливостями виробничих, технологічних, науково-дослідних та інноваційних рішень у хімічній галузі.

Метою дисципліни є формування у здобувачів вищої освіти здатності здійснювати техніко-економічне обґрунтування рішень, пов'язаних зі створенням, модернізацією та розвитком хімічного виробництва; визначати витрати і результати їх реалізації; оцінювати економічну ефективність альтернатив; враховувати технічні, комерційні, екологічні та ризикові чинники; обґрунтовувати доцільність упровадження нових технологій і результатів науково-дослідних та дослідно-конструкторських розробок.

Опанування дисципліни пов'язане з формуванням загальної компетентності ЗК-1 – здатності генерувати нові ідеї, а також фахових компетентностей ФК-3 і ФК-5, які передбачають використання результатів наукових досліджень і дослідно-конструкторських розробок для вдосконалення технологій та обладнання і врахування комерційного й економічного контексту під час проєктування хімічних виробництв.

Зміст дисципліни спрямований на досягнення програмних результатів навчання:

ПРН-4 Оцінювати технічні і економічні характеристики результатів наукових досліджень, дослідно-конструкторських розробок, технологій та обладнання хімічних виробництв;

ПРН-8 Здійснювати техніко-економічне обґрунтування хімічного виробництва, володіти методами удосконалення технологічного процесу, розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та керування виробництвом.

Конспект лекцій структуровано за трьома змістовими модулями.

*Змістовий модуль 1 Теоретичні основи техніко-економічного обґрунтування рішень у хімічній галузі*

У модулі розглядаються сутність і призначення техніко-економічного обґрунтування, його місце у системі ухвалення виробничих, технологічних та

управлінських рішень. Висвітлюються принципи, функції та етапи техніко-економічного обґрунтування, види рішень у хімічному виробництві, а також порядок формування інформаційної бази. Окрему увагу приділено джерелам вихідних даних, вимогам до їх достовірності та зіставності, формуванню системи технічних і економічних показників та врахуванню галузевих особливостей хімічного виробництва.

*Змістовий модуль 2. Методичні підходи до економічного оцінювання та обґрунтування рішень у хімічній галузі*

Модуль охоплює методичні підходи до визначення витрат і собівартості, оцінювання виробничих, технологічних та організаційних рішень, розрахунку економічного ефекту й показників ефективності. Розглядаються статичні, динамічні, порівняльні та комплексні методи оцінювання, методи врахування вартості грошей у часі, аналіз беззбитковості, окупності та ризиків. Матеріал модуля також охоплює інвестиційне обґрунтування створення, модернізації й розвитку хімічного виробництва та правила порівняння альтернативних варіантів.

*Змістовий модуль 3. Практичні аспекти економічного оцінювання науково-дослідних проєктів та інновацій у хімічній галузі*

У модулі розглядаються науково-дослідні проєкти, дослідно-конструкторські розробки, нові технології та інноваційні рішення як об'єкти економічного оцінювання. Висвітлюються особливості формування собівартості й ціни науково-дослідних розробок, оцінювання економічних, виробничих, екологічних і науково-технічних результатів. Розкривається порядок техніко-економічного обґрунтування впровадження інновацій у хімічне виробництво – від визначення базового варіанта і потреби в ресурсах до масштабування, дослідно-промислового освоєння та оцінювання фактичних результатів.

Конспект лекцій призначено для здобувачів усіх форм навчання. Матеріал містить теоретичні положення, методичні підходи, систему показників і послідовність розрахунків, які можуть використовуватися під час підготовки техніко-економічних обґрунтувань, порівняння альтернативних рішень та оцінювання результатів науково-дослідної й інноваційної діяльності.

Під час опрацювання матеріалу необхідно враховувати, що техніко-економічне обґрунтування не зводиться до розрахунку одного показника. Висновок щодо доцільності рішення формується на основі взаємопов'язаного аналізу технічної здійсненності, структури витрат, очікуваних результатів, строків реалізації, можливих ризиків і наслідків для виробництва та довкілля.

# **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОГО ОБҐРУНТУВАННЯ РІШЕНЬ У ХІМІЧНІЙ ГАЛУЗІ**

## **Тема 1 Сутність і значення техніко-економічного обґрунтування у хімічній галузі**

1. Господарські рішення в діяльності підприємств хімічної галузі: сутність, види та особливості прийняття.
2. Обґрунтування господарських рішень: зміст, значення та місце в системі управління підприємством.
3. Сутність техніко-економічного обґрунтування та його роль у хімічній галузі.
4. Значення техніко-економічного обґрунтування для створення, функціонування, модернізації та розвитку хімічного виробництва.

### ***Господарські рішення в діяльності підприємств хімічної галузі: сутність, види та особливості прийняття***

Діяльність підприємства пов'язана з постійним вибором між можливими варіантами дій. Підприємство визначає, яку продукцію виробляти, яку технологію застосовувати, яке обладнання придбати, як організувати використання сировини, яким чином зменшити витрати або збільшити виробничу потужність. Результатом такого вибору є господарське рішення.

*Господарське рішення* – це обґрунтований вибір певного варіанта дій, спрямованого на досягнення визначеної виробничої, економічної, технологічної або організаційної мети підприємства.

Рішення виникає лише тоді, коли існує щонайменше два можливі варіанти дій. Якщо підприємство не має альтернативи, фактично йдеться не про вибір, а про виконання заданої дії. Тому однією з основних передумов ухвалення господарського рішення є формування альтернатив.

Наприклад, підприємство планує збільшити випуск продукції. Для цього можуть бути розглянуті різні варіанти:

- модернізація діючої технологічної лінії;
- придбання нового обладнання;
- збільшення кількості робочих змін;
- зміна технологічного режиму;
- передання частини виробничих операцій іншому підприємству.

Кожен із варіантів може забезпечити потрібний результат, але потребуватиме різних витрат, строків реалізації та ресурсів. Крім того, вони

відрізнятимуться за технічними ризиками, якістю продукції, енергоспоживанням і впливом на довкілля.

#### *Види господарських рішень*

У хімічній галузі господарські рішення можна класифікувати за кількома ознаками (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Класифікація господарських рішень

| Класифікаційна ознака     | Види рішень                                                      | Приклад                                                                       |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| За сферою виникнення      | виробничі, технологічні, організаційні, інвестиційні, комерційні | вибір технології очищення сировини                                            |
| За рівнем управління      | стратегічні, тактичні, оперативні                                | створення нового виробництва; модернізація ділянки; коригування режиму роботи |
| За кількістю альтернатив  | безальтернативні, бінарні, багатоваріантні                       | ремонт або заміна реактора; вибір одного з трьох постачальників               |
| За ступенем визначеності  | рішення в умовах визначеності, ризику, невизначеності            | вибір обладнання за відомих витрат; упровадження нової технології             |
| За строком дії            | короткострокові, середньострокові, довгострокові                 | зміна графіка роботи; технічне переоснащення; будівництво нового виробництва  |
| За характером результату  | поточні, інвестиційні, інноваційні                               | зниження витрат сировини; придбання обладнання; упровадження нової технології |
| За можливістю коригування | оборотні та необоротні                                           | зміна постачальника; придбання спеціалізованої виробничої лінії               |

Стратегічні рішення визначають довгостроковий напрям розвитку підприємства. До них належать створення нового виробництва, диверсифікація продукції, перехід на іншу технологічну платформу, реконструкція або суттєве збільшення потужності.

Тактичні рішення деталізують способи реалізації стратегічних цілей. Це можуть бути вибір постачальника обладнання, визначення джерел фінансування, розроблення графіка модернізації, формування запасів сировини.

Оперативні рішення стосуються поточної діяльності: зміни режиму роботи обладнання, коригування виробничої програми, перерозподілу ресурсів, усунення відхилень у технологічному процесі.

#### *Особливості ухвалення рішень у хімічній галузі*

Рішення на підприємствах хімічної галузі мають низку особливостей.

По-перше, технічні та економічні параметри тісно взаємопов'язані. Зміна температури, тиску, складу сировини або тривалості процесу впливає не лише на технологічний результат, а й на витрати енергії, вихід продукції, втрати сировини та собівартість.

По-друге, хімічні виробництва часто характеризуються високою капіталомісткістю. Створення або модернізація виробництва потребує значних вкладень в обладнання, інженерні системи, автоматизацію, контроль безпеки й очищення викидів. Помилка в рішенні може мати довгострокові фінансові наслідки.

По-третє, рішення повинні враховувати безперервність технологічного процесу. Зупинка окремого обладнання може спричинити порушення роботи всієї виробничої системи, втрату сировини або додаткові витрати на повторний запуск.

По-четверте, істотне значення мають вимоги до безпеки. Економічно дешевший варіант не може бути обраний, якщо він не забезпечує прийнятний рівень технологічної, виробничої або екологічної безпеки.

По-п'яте, для багатьох рішень характерний високий рівень невизначеності. Він може бути пов'язаний із нестабільністю цін на сировину й енергоносії, змінами попиту, доступністю обладнання, строками постачання, технологічною новизною та можливістю масштабування лабораторних результатів до промислового виробництва.

Отже, господарське рішення у хімічній галузі має розглядатися не як одноразовий вибір, а як результат послідовного аналізу проблеми, альтернатив, ресурсів, обмежень і можливих наслідків.

### ***Обґрунтування господарських рішень: зміст, значення та місце в системі управління підприємством***

*Обґрунтування господарського рішення* – це процес збирання, перевірки й аналізу інформації, формування альтернатив, оцінювання їхніх наслідків та вибору варіанта, який найбільшою мірою відповідає встановленим цілям і обмеженням.

Обґрунтування не зводиться до розрахунку одного економічного показника. Воно охоплює:

- визначення проблеми або потреби;
- формулювання мети рішення;
- визначення критеріїв оцінювання;
- формування можливих варіантів;
- оцінювання технічної здійсненності;
- розрахунок витрат і результатів;
- аналіз ризиків та обмежень;
- порівняння альтернатив;
- підготовку висновку щодо вибору рішення.

Наприклад, під час вибору нового реактора недостатньо порівняти лише ціни обладнання. Необхідно врахувати продуктивність, строк експлуатації, витрати енергії, ремонтпридатність, сумісність із наявними технологічними

системами, потребу в додаткових приміщеннях, витрати на монтаж, підготовку персоналу та можливі простої виробництва.

### *Значення обґрунтування рішень*

Обґрунтування дає змогу:

- зменшити ймовірність помилкового вибору;
- виявити технічні та ресурсні обмеження;
- оцінити повну потребу у фінансуванні;
- встановити зв'язок між витратами й очікуваними результатами;
- порівняти альтернативи за єдиною системою критеріїв;
- визначити можливі ризики;
- сформувати основу для подальшого планування і контролю;
- забезпечити аргументованість управлінського рішення.

Відсутність обґрунтування може призвести до придбання обладнання, яке не відповідає фактичній виробничій потребі, завищення проєктної потужності, недооцінювання поточних витрат або вибору технології, що є технічно можливою, але економічно невиправданою.

### *Місце обґрунтування в системі управління*

У системі управління підприємством обґрунтування розміщується між етапами виявлення проблеми та ухвалення остаточного рішення.

Логіка процесу має такий вигляд:

*виробнича або управлінська проблема → формування мети → пошук  
альтернатив → техніко-економічне оцінювання → вибір рішення → реалізація  
→ контроль результатів*

Техніко-економічне обґрунтування не замінює управлінське рішення. Воно формує інформаційну й аналітичну основу для його прийняття. Остаточний вибір може залежати не лише від розрахунків, а й від стратегічних цілей підприємства, доступності фінансування, строків реалізації, технологічної безпеки та інших обмежень.

### *Сутність техніко-економічного обґрунтування та його роль у хімічній галузі*

Техніко-економічне обґрунтування (далі – ТЕО) – це системний процес формування, аналізу та порівняння технічних, технологічних, виробничих, економічних і організаційних параметрів рішення з метою визначення можливості та доцільності його реалізації.

У практичній діяльності ТЕО може виступати:

- як процес дослідження та оцінювання рішення;
- як система розрахунків і порівнянь;
- як документ, у якому подано вихідні дані, альтернативи, розрахунки та висновки;
- як інформаційна основа для ухвалення управлінського або інвестиційного рішення.

Головне питання ТЕО полягає не лише в тому, чи можна реалізувати рішення технічно, а й у тому, чи доцільно його реалізовувати за наявних економічних, ресурсних, часових та організаційних умов.

#### *Основні складові ТЕО*

Техніко-економічне обґрунтування охоплює:

- характеристику об'єкта рішення;
- опис наявної проблеми або виробничої потреби;
- визначення мети й завдань;
- формування альтернатив;
- аналіз сировинного та ресурсного забезпечення;
- оцінювання технічних параметрів;
- визначення виробничої потужності;
- розрахунок капітальних і поточних витрат;
- оцінювання собівартості;
- визначення очікуваних результатів;
- аналіз економічної ефективності;
- оцінювання ризиків;
- порівняння варіантів;
- формування висновку щодо доцільності рішення.

#### *Об'єкти техніко-економічного обґрунтування*

У хімічній галузі об'єктами ТЕО можуть бути:

- створення нового виробництва;
- модернізація технологічної лінії;
- заміна обладнання;
- збільшення або скорочення виробничої потужності;
- зміна виду сировини;
- упровадження ресурсозберігальної технології;
- використання вторинної сировини;
- автоматизація окремих операцій;
- удосконалення систем очищення викидів або стічних вод;
- упровадження результатів науково-дослідної роботи;
- комерціалізація нової технології або продукту.

## *Роль ТЕО у хімічній галузі*

ТЕО забезпечує узгодження технічних можливостей із економічними обмеженнями. Воно дає змогу встановити, чи відповідає рішення виробничим потребам, чи забезпечене воно сировиною, енергією, персоналом і фінансуванням, а також якими будуть витрати та очікувані результати.

Наприклад, нова технологія може забезпечувати вищий вихід цільового продукту, але потребувати дорожчого каталізатора, складнішого контролю процесу й додаткових витрат на утилізацію відходів. Без техніко-економічного порівняння неможливо визначити, чи компенсує зростання виходу продукції додаткові витрати.

### ***Значення техніко-економічного обґрунтування для створення, функціонування, модернізації та розвитку хімічного виробництва***

Зміст ТЕО залежить від того, на якому етапі розвитку перебуває виробництво.

#### *Створення нового виробництва*

На етапі створення виробництва ТЕО використовується для:

- обґрунтування потреби у виробництві певної продукції;
- визначення проєктної потужності;
- вибору технології;
- оцінювання потреби в сировині, матеріалах та енергоресурсах;
- визначення складу обладнання;
- розрахунку капітальних вкладень;
- прогнозування поточних витрат і собівартості;
- оцінювання економічної ефективності.

На цьому етапі ціна помилки особливо висока, оскільки рішення щодо потужності, технології та обладнання визначатимуть параметри виробництва протягом тривалого періоду.

#### *Функціонування діючого виробництва*

Для діючого підприємства ТЕО застосовується під час:

- зміни виробничої програми;
- вибору виду сировини;
- оптимізації матеріальних та енергетичних витрат;
- зміни режиму роботи обладнання;
- організації ремонтів;
- усунення виробничих обмежень;
- зниження собівартості;
- підвищення завантаження потужностей.

У цьому випадку обґрунтування має враховувати фактичні виробничі дані, результати попередніх періодів і наявні технологічні обмеження.

### *Модернізація виробництва*

Під час модернізації ТЕО дає змогу порівняти:

- продовження експлуатації наявного обладнання;
- капітальний ремонт;
- часткове технічне переоснащення;
- повну заміну обладнання;
- зміну окремої технологічної операції;
- реконструкцію виробничої лінії.

При цьому враховуються не лише витрати на придбання обладнання, а й витрати на демонтаж, монтаж, підготовку приміщень, пусконаладжувальні роботи, простої виробництва, навчання персоналу та подальше технічне обслуговування.

### *Розвиток виробництва*

ТЕО розвитку виробництва може охоплювати:

- збільшення потужності;
- розширення асортименту;
- створення нової виробничої ділянки;
- упровадження інноваційної технології;
- освоєння нового ринку;
- підвищення ресурсоефективності;
- перехід до використання вторинної сировини;
- удосконалення екологічних характеристик виробництва.

У цьому разі ТЕО повинно поєднувати оцінювання поточного стану підприємства з прогнозом майбутніх витрат, результатів і ризиків.

Отже, господарське рішення у хімічній галузі є вибором певного варіанта дій, який впливає одночасно на технічні, виробничі, економічні та організаційні параметри підприємства. Обґрунтування рішення передбачає формування альтернатив, визначення критеріїв, оцінювання витрат і результатів та аналіз можливих наслідків.

Техніко-економічне обґрунтування поєднує технічну здійсненність рішення з оцінкою його економічної доцільності. Воно використовується під час створення нового виробництва, функціонування діючих потужностей, модернізації обладнання та реалізації інноваційних рішень. Його результатом має бути не формальний набір розрахунків, а аргументований висновок щодо можливості, доцільності та умов реалізації обраного варіанта.

### *Питання для самоконтролю*

1. Що розуміють під господарським рішенням?
2. Які види господарських рішень характерні для підприємств хімічної галузі?

3. Чим стратегічні рішення відрізняються від тактичних і оперативних?
4. Які особливості хімічного виробництва впливають на ухвалення рішень?
5. Що включає процес обґрунтування господарського рішення?
6. Яке місце обґрунтування займає в системі управління підприємством?
7. Що розуміють під техніко-економічним обґрунтуванням?
8. Які об'єкти ТЕО можна виділити у хімічній галузі?
9. Яке значення має ТЕО під час створення нового виробництва?
10. Які питання вирішуються за допомогою ТЕО під час модернізації та розвитку підприємства?

## **Тема 2 Принципи, функції та етапи техніко-економічного обґрунтування**

1. Принципи техніко-економічного обґрунтування рішень у хімічній галузі.
2. Функції техніко-економічного обґрунтування в системі управління хімічним виробництвом.
3. Етапи техніко-економічного обґрунтування та їхня характеристика.
4. Взаємозв'язок принципів, функцій і етапів техніко-економічного обґрунтування у процесі підготовки та ухвалення рішень.

### ***Принципи техніко-економічного обґрунтування рішень у хімічній галузі***

Техніко-економічне обґрунтування не є довільним набором розрахунків, які додають до вже фактично прийнятого рішення. Його зміст полягає у послідовному дослідженні проблеми, формуванні можливих варіантів дій та визначенні умов, за яких реалізація певного варіанта є технічно можливою й економічно доцільною.

Якість ТЕО залежить не лише від правильності окремих формул. Навіть бездоганно виконані розрахунки можуть привести до помилкового висновку, якщо використано неповні вихідні дані, неправильно встановлено межі оцінювання, не враховано витрати періоду експлуатації або альтернативні варіанти порівнюються в різних умовах.

Тому техніко-економічне обґрунтування має здійснюватися відповідно до певних принципів.

*Принципи техніко-економічного обґрунтування* – це основні методичні положення та правила, яких необхідно дотримуватися під час формування, оцінювання і порівняння рішень.

У попередньому конспекті серед базових принципів техніко-економічного аналізу визначено системність, комплексність, точність, порівнюваність і реалістичність. Для хімічного виробництва ця система

потребує розширення з урахуванням технологічної взаємозалежності процесів, високої капіталомісткості, ресурсних обмежень, вимог безпеки та екологічних наслідків.

### *Принцип системності*

Системність означає, що рішення розглядається не ізольовано, а як частина виробничої системи підприємства.

Хімічне виробництво складається із взаємопов'язаних технологічних стадій. Зміна одного елемента може впливати на параметри попередніх і наступних процесів. Наприклад, заміна реактора може змінити:

- потребу в сировині;
- продуктивність виробничої лінії;
- тривалість технологічного циклу;
- навантаження на системи охолодження;
- обсяг споживання енергії;
- склад і кількість побічних продуктів;
- вимоги до очищення викидів;
- потребу в складських потужностях.

Якщо під час ТЕО оцінювати лише вартість нового реактора та приріст випуску продукції, висновок буде неповним. Необхідно встановити, як рішення впливатиме на всю виробничу систему.

*Системний підхід передбачає врахування:*

- взаємозв'язку технологічних операцій;
- обмежень суміжного обладнання;
- потреби в матеріальних та енергетичних ресурсах;
- впливу рішення на якість продукції;
- наслідків для організації виробництва;
- змін у структурі витрат;
- впливу на безпеку й довкілля.

### *Принцип комплексності*

Комплексність означає, що рішення оцінюється одночасно за технічними, технологічними, економічними, організаційними, екологічними та комерційними параметрами.

Технічна здійсненність ще не доводить економічної доцільності. Так само економічно привабливий варіант не може бути рекомендований, якщо він не відповідає вимогам технологічної безпеки або не забезпечує потрібної якості продукції.

Наприклад, застосування дешевшої сировини може зменшити прямі матеріальні витрати. Однак її використання може потребувати:

- додаткового очищення;
- зміни температурного режиму;
- збільшення тривалості процесу;
- підвищення витрат енергії;

- використання додаткових реагентів;
- зростання обсягу відходів.

За таких умов економія на ціні сировини не обов'язково означатиме зниження собівартості готової продукції.

Комплексність не означає нескінченне накопичення показників. До ТЕО включають ті параметри, які справді впливають на можливість реалізації рішення, його витрати, результати й ризики. Таблиця на двісті рядків сама собою ще не є ознакою глибини аналізу. Іноді це лише густий туман, у якому остаточне рішення зникає без сліду.

#### *Принцип цільової спрямованості*

ТЕО виконується для досягнення конкретної мети. Мета визначає склад показників, межі дослідження, критерії оцінювання та спосіб порівняння альтернатив.

Мета не повинна формулюватися надто широко. Наприклад, формулювання «підвищити ефективність виробництва» не визначає, який саме результат має бути отриманий.

Більш конкретними цілями можуть бути:

- зменшення питомого споживання енергії;
- скорочення втрат сировини;
- збільшення виходу цільового продукту;
- зниження собівартості одиниці продукції;
- збільшення виробничої потужності;
- зменшення обсягу відходів;
- заміна фізично зношеного обладнання;
- забезпечення випуску продукції з новими характеристиками.

Чітко визначена мета дає змогу відокремити показники, які мають значення для рішення, від інформації, що лише обтяжує розрахунки.

#### *Принцип альтернативності*

Техніко-економічне обґрунтування передбачає порівняння можливих варіантів. Оцінювання лише одного варіанта не дає відповіді на питання, чи є він найкращим із доступних.

До альтернатив можуть належати:

- різні технології виробництва;
- різні моделі обладнання;
- ремонт, модернізація або заміна обладнання;
- різні види сировини;
- різні виробничі потужності;
- різні строки реалізації;
- різні схеми фінансування;
- поетапне або одноразове впровадження.

Окремою альтернативою доцільно розглядати варіант без реалізації рішення, або базовий сценарій. Він показує, що відбудеться, якщо підприємство продовжить працювати без запропонованих змін.

Наприклад, якщо підприємство розглядає заміну обладнання, необхідно порівняти не лише дві нові моделі. Варто оцінити й варіант продовження експлуатації наявного обладнання з урахуванням витрат на ремонт, простоїв, енергоспоживання та можливого зниження продуктивності.

#### *Принцип порівнюваності*

Альтернативні варіанти мають оцінюватися в однакових умовах.

Порівнюваність забезпечується шляхом приведення варіантів до спільної основи за:

- обсягом виробництва;
- якістю продукції;
- строком експлуатації;
- рівнем цін;
- моментом оцінювання;
- складом витрат;
- технологічними умовами;
- ставкою дисконтування;
- системою критеріїв.

Не можна безпосередньо порівнювати собівартість продукції за варіантами, якщо один варіант передбачає більшу потужність або іншу якість продукту. Так само некоректно порівнювати початкову вартість обладнання без урахування відмінностей у строках експлуатації, енергоспоживанні та витратах на ремонт.

#### *Принцип повноти врахування витрат і результатів*

У ТЕО мають враховуватися всі істотні витрати й результати, що змінюються внаслідок ухвалення рішення.

До витрат можуть належати:

- придбання обладнання;
- транспортування;
- монтаж і пусконаладження;
- демонтаж наявного обладнання;
- підготовка приміщень;
- навчання персоналу;
- придбання програмного забезпечення;
- витрати на сировину та енергію;
- технічне обслуговування;
- ремонти;
- утилізація або виведення обладнання з експлуатації.

До результатів можуть належати:

- приріст обсягу виробництва;

- зменшення витрат;
- підвищення виходу продукції;
- скорочення витрат сировини;
- зниження енергоспоживання;
- скорочення тривалості виробничого циклу;
- зменшення браку;
- зниження екологічних платежів;
- підвищення якості продукції.

При цьому враховуються не всі витрати підприємства загалом, а ті, що залежать від розглянутого рішення.

#### *Принцип урахування фактора часу*

Витрати й результати можуть виникати в різні періоди. Тому однакові за номінальною величиною суми, отримані або витрачені в різний час, не є економічно рівнозначними.

Урахування фактора часу необхідне, якщо:

- реалізація рішення триває кілька років;
- капітальні вкладення здійснюються поетапно;
- ефект від упровадження виникає поступово;
- альтернативи мають різні строки експлуатації;
- прогнозується зміна цін, тарифів або вартості ресурсів;
- використовуються залучені фінансові ресурси.

Методичні підходи до дисконтування та оцінювання інвестиційної ефективності докладно розглядатимуться в наступному змістовому модулі. На цьому етапі важливо зафіксувати: часові відмінності не можна ігнорувати, якщо вони здатні вплинути на вибір варіанта.

#### *Принцип достовірності та перевірюваності інформації*

Результати ТЕО безпосередньо залежать від якості вихідних даних.

Інформація має бути:

- підтвердженою;
- актуальною;
- достатньою;
- внутрішньо узгодженою;
- придатною для перевірки;
- отриманою з визначених джерел.

Необхідно розмежовувати:

- фактичні дані;
- нормативні значення;
- дані постачальників;
- експертні оцінки;
- прогнозні припущення;
- розрахункові показники.

Якщо певний показник не може бути визначений точно, у ТЕО зазначають джерело припущення та можливий діапазон його зміни. Прогноз, захищений під виглядом точного факту, – слабкий фундамент для рішення.

#### *Принцип реалістичності*

ТЕО має відображати реальні умови діяльності підприємства, а не лише теоретично можливий результат.

Реалістичність передбачає врахування:

- фактичного стану обладнання;
- кваліфікації персоналу;
- доступності сировини;
- строків постачання;
- можливостей фінансування;
- виробничих простоїв;
- технологічних обмежень;
- фактичного завантаження потужностей;
- можливих відхилень від планових параметрів.

Наприклад, паспортна продуктивність обладнання не завжди дорівнює фактичній продуктивності в умовах конкретного підприємства. Вона може обмежуватися якістю сировини, станом суміжного обладнання, режимом роботи або можливостями складської й транспортної інфраструктури.

#### *Принцип обережності*

У прогностичних розрахунках необхідно уникати необґрунтованого завищення результатів і заниження витрат.

Обережність не означає свідоме погіршення показників. Її зміст полягає у використанні обґрунтованих припущень і перевірці того, як зміниться результат у разі відхилення фактичних параметрів від запланованих.

Доцільно перевіряти вплив:

- зростання вартості сировини;
- збільшення капітальних витрат;
- затримки введення обладнання;
- зменшення обсягу виробництва;
- зниження ціни реалізації;
- збільшення витрат енергії;
- скорочення строку економічної експлуатації.

#### *Принцип урахування ризику та невизначеності*

Розраховане значення показника не є гарантією фактичного результату. Особливо це стосується нових технологій, інноваційного обладнання та довгострокових рішень.

Ризики можуть бути:

- технологічними;
- виробничими;
- фінансовими;

- ресурсними;
- логістичними;
- ринковими;
- екологічними;
- організаційними.

У ТЕО необхідно не лише перелічити ризики, а й визначити:

- причини їхнього виникнення;
- можливі наслідки;
- імовірність прояву;
- показники, на які вони впливають;
- заходи запобігання або зменшення наслідків.

#### *Принцип безпеки та екологічної прийнятності*

Для хімічного виробництва технічна й економічна доцільність рішення не може оцінюватися окремо від вимог безпеки та екологічних обмежень.

Рішення не може бути рекомендоване лише тому, що забезпечує нижчі витрати, якщо воно:

- підвищує ризик аварій;
- не забезпечує належного контролю технологічного процесу;
- збільшує небезпечні викиди;
- створює неконтрольовані відходи;
- погіршує умови праці;
- потребує ресурсів, використання яких неможливе в установлених умовах.

Безпека й екологічна прийнятність у такому разі виступають не просто додатковими критеріями, а обмеженнями допустимості рішення.

#### *Принцип життєвого циклу*

Рішення оцінюється не лише на етапі придбання або впровадження, а протягом усього періоду використання.

Життєвий цикл виробничого рішення може охоплювати:

- формування потреби;
- дослідження та вибір варіанта;
- проектування;
- придбання і монтаж;
- введення в експлуатацію;
- виробниче використання;
- технічне обслуговування і ремонти;
- модернізацію;
- виведення з експлуатації;
- демонтаж, утилізацію або повторне використання.

Дешевше обладнання може виявитися дорожчим протягом життєвого циклу через високе енергоспоживання, часті ремонти, короткий строк служби або значні витрати на утилізацію.

Узагальнення принципів ТЕО подано в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Узагальнення принципів ТЕО

| Принцип                           | Зміст                                                                               |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Системність                       | Урахування взаємозв'язків рішення з усією виробничою системою                       |
| Комплексність                     | Поєднання технічної, економічної, організаційної, екологічної та комерційної оцінки |
| Цільова спрямованість             | Підпорядкування аналізу конкретній меті рішення                                     |
| Альтернативність                  | Формування і порівняння кількох варіантів, включаючи базовий                        |
| Порівнюваність                    | Оцінювання альтернатив за однакових умов і критеріїв                                |
| Повнота                           | Урахування істотних витрат, результатів і наслідків                                 |
| Урахування фактора часу           | Приведення різночасових витрат і результатів до порівнянного вигляду                |
| Достовірність                     | Використання перевірених, актуальних і прозорих даних                               |
| Реалістичність                    | Відповідність розрахунків фактичним умовам підприємства                             |
| Обережність                       | Перевірка стійкості результатів до несприятливих змін                               |
| Урахування ризику                 | Виявлення невизначеностей і оцінювання їхнього впливу                               |
| Безпека й екологічна прийнятність | Дотримання обов'язкових обмежень допустимості рішення                               |
| Життєвий цикл                     | Оцінювання витрат і результатів протягом усього періоду використання                |

Практичне значення цих принципів розкривається через функції, які техніко-економічне обґрунтування виконує в системі управління хімічним виробництвом.

### ***Функції техніко-економічного обґрунтування в системі управління хімічним виробництвом***

Принципи визначають, як має виконуватися ТЕО, а функції показують, для чого воно використовується в системі управління підприємством.

Одна й та сама процедура ТЕО може виконувати кілька взаємопов'язаних функцій.

#### ***Аналітична функція***

Аналітична функція полягає у дослідженні поточного стану об'єкта, виявленні проблем, причин відхилень і взаємозв'язків між технічними та економічними параметрами.

Наприклад, зростання собівартості продукції може бути зумовлене:

- підвищенням ціни сировини;
- збільшенням її питомої витрати;
- зниженням виходу цільового продукту;

- збільшенням браку;
- зростанням енергоспоживання;
- простоями обладнання;
- збільшенням витрат на ремонт.

Аналітична функція дозволяє відокремити безпосередню причину проблеми від її зовнішнього прояву.

#### *Діагностична функція*

Діагностична функція спрямована на визначення того, який елемент виробничої системи потребує зміни.

Наприклад, низька продуктивність може бути пов'язана не з основним реактором, а з недостатньою потужністю системи подавання сировини або охолодження. У такому разі заміна реактора не усуне проблему й лише збільшить капітальні витрати.

Діагностика дає змогу правильно визначити об'єкт ТЕО та межі майбутнього рішення.

#### *Оцінювальна функція*

Оцінювальна функція полягає у визначенні технічних, виробничих та економічних характеристик кожного варіанта.

У межах цієї функції оцінюються:

- технічна здійсненність;
- відповідність виробничим вимогам;
- потреба в ресурсах;
- капітальні витрати;
- поточні витрати;
- собівартість;
- очікуваний економічний ефект;
- строки реалізації;
- можливі ризики.

#### *Порівняльна функція*

Порівняльна функція забезпечує зіставлення альтернатив за єдиною системою показників.

Її результатом є визначення:

- переваг і недоліків кожного варіанта;
- варіантів, які не відповідають обов'язковим вимогам;
- компромісів між витратами та результатами;
- рішення, яке найкраще відповідає встановленим критеріям.

Порівняльна функція особливо важлива, коли один варіант має нижчі капітальні витрати, а інший – нижчі експлуатаційні витрати або вищу продуктивність.

### *Прогнозна функція*

Прогнозна функція полягає у визначенні майбутніх результатів реалізації рішення.

Прогнозуватися можуть:

- *обсяги виробництва;*
- *потреба в сировині;*
- *витрати енергії;*
- *собівартість;*
- *доходи;*
- *грошові потоки;*
- *прибуток;*
- *строк окупності;*
- *обсяг відходів;*
- *витрати на ремонт;*
- *залишкова вартість обладнання.*

Прогноз має спиратися на визначені припущення. Чим довший період оцінювання та вищий рівень новизни рішення, тим більша невизначеність прогнозу.

### *Вибіркова функція*

Вибіркова функція полягає у формуванні аргументованої рекомендації щодо прийняття, відхилення або доопрацювання рішення.

За результатами ТЕО може бути запропоновано:

- реалізувати певний варіант;
- відмовитися від усіх розглянутих варіантів;
- відкласти реалізацію;
- провести додаткові дослідження;
- реалізувати рішення поетапно;
- змінити потужність або технічні параметри;
- переглянути джерела фінансування;
- повернутися до формування альтернатив.

ТЕО не завжди завершується вибором одного з початкових варіантів. Іноді чесний висновок полягає в тому, що жоден із них не є прийнятним.

### *Планова функція*

Результати ТЕО використовуються для подальшого планування реалізації рішення.

На їх основі визначають:

- потребу у фінансуванні;
- строки виконання робіт;
- послідовність етапів;
- потребу в обладнанні та матеріалах;
- графік зупинки виробництва;
- потребу в персоналі;

- строки навчання;
- строки введення обладнання в експлуатацію.

Отже, ТЕО формує початкову основу для виробничого, фінансового та інвестиційного планування.

#### *Координаційна функція*

Підготовка ТЕО потребує узгодження інформації різних підрозділів підприємства:

- технологічного;
- виробничого;
- економічного;
- фінансового;
- енергетичного;
- ремонтного;
- логістичного;
- екологічного;
- служби охорони праці.

Координаційна функція забезпечує погодження технічних вимог із фінансовими можливостями та виробничими обмеженнями.

#### *Попереджувальна функція*

Попереджувальна функція полягає у виявленні проблем до початку реалізації рішення.

У процесі ТЕО можуть бути встановлені:

- нестача виробничої площі;
- недостатня потужність електромереж;
- несумісність нового обладнання з наявною лінією;
- відсутність стабільного постачання сировини;
- недооцінювання витрат на монтаж;
- надмірний строк окупності;
- високий технологічний ризик;
- недостатня кваліфікація персоналу.

Виявлення таких проблем до укладення контрактів і здійснення капітальних витрат обходиться підприємству незрівнянно дешевше, ніж їх усунення після запуску.

#### *Контрольна функція*

Показники ТЕО можуть використовуватися як база для подальшого контролю реалізації рішення.

Після впровадження порівнюються:

- фактичні та планові капітальні витрати;
- заплановані й фактичні строки;
- розрахункова і фактична продуктивність;
- очікуване й фактичне енергоспоживання;
- прогнозна і фактична собівартість;

- запланований і фактичний економічний ефект.

Контроль дозволяє виявляти відхилення, коригувати процес реалізації та підвищувати якість наступних ТЕО.

#### *Інформаційно-комунікаційна функція*

ТЕО узагальнює інформацію про рішення в структурованій формі. Воно забезпечує спільну основу для обговорення між керівниками, технологами, економістами, інвесторами та іншими заінтересованими сторонами.

Документовані вихідні дані, припущення, розрахунки й критерії вибору дають можливість перевірити логіку рішення та зменшують залежність від суб'єктивних пояснень.

### ***Етапи техніко-економічного обґрунтування та їхня характеристика***

Етапи ТЕО визначають послідовність переходу від виявлення проблеми до формування висновку щодо доцільності рішення.

Конкретний склад і деталізація етапів залежать від масштабу об'єкта, складності технології, обсягу інвестицій, доступності інформації та рівня ризику. Водночас загальна логіка залишається сталою.

#### *Етап 1. Виявлення проблеми або виробничої потреби.*

На першому етапі визначається причина проведення ТЕО.

Підставами можуть бути:

- фізичне або моральне зношення обладнання;
- зростання виробничих витрат;
- недостатня потужність;
- високі втрати сировини;
- зміна вимог до якості продукції;
- необхідність скорочення енергоспоживання;
- збільшення обсягів відходів;
- поява нової технології;
- потреба в освоєнні нової продукції;
- зміна ринкових умов.

Проблему необхідно відокремити від її симптомів.

Наприклад, часті зупинки виробничої лінії є симптомом. Причиною може бути зношення обладнання, нестабільність сировини, недостатня автоматизація, помилки персоналу або порушення графіка ремонту.

Результатом першого етапу є попереднє формулювання проблеми та обґрунтування необхідності її вирішення.

#### *Етап 2. Визначення об'єкта, мети, завдань і меж ТЕО.*

На цьому етапі встановлюють:

- що саме оцінюється;
- яку мету потрібно досягти;
- які завдання необхідно виконати;

- які виробничі процеси охоплює ТЕО;
- який період розглядається;
- які підрозділи та ресурси включаються до аналізу;
- які обмеження мають бути враховані.

*Об'єктом ТЕО* може бути технологічний процес, виробнича лінія, окреме обладнання, інноваційна технологія, організаційне або інвестиційне рішення.

*Мета ТЕО визначає очікуваний результат оцінювання.*

Наприклад:

Метою ТЕО є вибір економічно доцільного варіанта модернізації ділянки ректифікації, який забезпечить збільшення продуктивності не менше ніж на 15 % за дотримання встановлених вимог до якості продукції та технологічної безпеки.

Межі ТЕО потрібні для запобігання як надмірному розширенню аналізу, так і втраті істотних наслідків рішення.

*Етап 3. Визначення критеріїв та обмежень.*

До формування альтернатив необхідно встановити, за якими критеріями вони оцінюватимуться.

Критерії можуть бути:

- технічними;
- технологічними;
- виробничими;
- економічними;
- фінансовими;
- ресурсними;
- екологічними;
- часовими;
- організаційними.

Окремо визначають обмеження, порушення яких робить варіант неприйнятним.

Наприклад:

- мінімальна виробнича потужність;
- максимальний обсяг капітальних вкладень;
- допустимий строк зупинки виробництва;
- вимоги до якості продукції;
- доступна потужність енергетичних мереж;
- граничний обсяг викидів;
- сумісність із наявним обладнанням;
- вимоги до безпеки.

Важливо розрізняти критерії вибору й обмеження. За критеріями варіанти порівнюються, а за обмеженнями – відсіюються.

*Етап 4. Формування інформаційної бази.*

На цьому етапі збираються й перевіряються вихідні дані.

До них можуть належати:

- технічні характеристики діючого обладнання;
- фактичні обсяги виробництва;
- норми витрат сировини;
- дані про споживання енергії;
- статистика простоїв і ремонтів;
- відомості про якість продукції;
- комерційні пропозиції постачальників;
- строки постачання та монтажу;
- ціни на сировину й енергоресурси;
- дані бухгалтерського та управлінського обліку;
- результати лабораторних і дослідно-промислових випробувань;
- прогнози попиту та цін.

Джерела інформації, вимоги до неї та порядок формування системи показників докладно розглядатимуться у темі 3.

Результатом етапу є структурована база вихідних даних із визначенням джерел, періоду та ступеня надійності інформації.

#### *Етап 5. Формування альтернативних варіантів.*

Альтернативи формуються з урахуванням мети, технічних можливостей та встановлених обмежень.

Наприклад, для проблеми високого енергоспоживання можуть бути сформовані такі варіанти:

- ремонт і налагодження наявного обладнання;
- заміна окремих енергомістких вузлів;
- установлення системи рекуперації тепла;
- повна заміна технологічної лінії;
- збереження наявної технології без змін.

Кількість варіантів має бути достатньою для реального вибору, але не штучно завищеною. Варіанти, які очевидно не відповідають обов'язковим технічним або безпековим вимогам, не потребують повного економічного розрахунку.

#### *Етап 6. Технічне і технологічне оцінювання альтернатив.*

До переходу до детальних економічних розрахунків необхідно перевірити технічну здійсненність кожного варіанта.

Оцінюються:

- продуктивність;
- виробнича потужність;
- вихід цільового продукту;
- якість продукції;
- потреба в сировині;
- енергоспоживання;
- сумісність із діючим обладнанням;

- складність монтажу;
- надійність;
- ремонтпридатність;
- автоматизація;
- строк служби;
- вимоги до персоналу;
- технологічна та екологічна безпека.

Варіанти, які не відповідають обов'язковим технічним вимогам, вилучаються з подальшого оцінювання або повертаються на доопрацювання.

#### *Етап 7. Економічне оцінювання альтернатив.*

На цьому етапі визначаються економічні наслідки реалізації кожного технічно допустимого варіанта.

Основні напрями розрахунків:

- капітальні витрати;
- потреба в оборотних коштах;
- поточні витрати;
- виробнича та повна собівартість;
- очікувані доходи або економія;
- економічний ефект;
- грошові потоки;
- показники економічної ефективності;
- строк окупності;
- вплив фактора часу.

Економічне оцінювання має охоплювати не тільки придбання обладнання, а й витрати на його доставлення, монтаж, запуск, обслуговування, ремонти та виведення з експлуатації.

#### *Етап 8. Аналіз ризиків і чутливості результатів.*

На цьому етапі визначається, як можливі зміни вихідних параметрів впливають на результати ТЕО.

Перевіряється вплив:

- зростання цін на сировину;
- зміни тарифів на енергію;
- зменшення виробничої потужності;
- затримки введення в експлуатацію;
- перевищення капітальних витрат;
- скорочення строку експлуатації;
- зниження ціни продукції;
- збільшення витрат на ремонт.

Якщо невелика зміна одного параметра повністю змінює висновок щодо доцільності варіанта, рішення є нестійким і потребує особливої уваги.

### *Етап 9. Порівняння альтернатив і вибір рекомендованого варіанта.*

Після виконання технічних та економічних розрахунків альтернативи порівнюються за встановленими критеріями.

Порівняння може бути:

- однокритеріальним;
- багатокритеріальним;
- кількісним;
- якісним;
- комбінованим.

Вибір лише за найнижчими капітальними витратами може бути помилковим. Так само найвища продуктивність не завжди є визначальною, якщо підприємство не має відповідного попиту або ресурсного забезпечення.

Рекомендований варіант має:

- відповідати обов'язковим обмеженням;
  - забезпечувати досягнення мети;
  - мати прийнятний рівень витрат;
  - демонструвати достатню економічну ефективність;
  - бути стійким до основних ризиків;
- відповідати можливостям підприємства.

### *Етап 10. Формування висновків і рекомендацій.*

Підсумковий висновок має містити:

- коротку характеристику проблеми;
- перелік розглянутих альтернатив;
- результати технічного порівняння;
- результати економічного оцінювання;
- основні ризики;
- рекомендований варіант;
- умови його реалізації;
- потребу в додаткових дослідженнях;
- можливі обмеження висновку.

Висновок не повинен бути декларативним. Формулювання «варіант є ефективним і перспективним» без зазначення критеріїв та умов нічого не доводить.

*Коректніше зазначити:*

Варіант 2 рекомендується до реалізації, оскільки він забезпечує встановлену виробничу потужність, відповідає вимогам до якості продукції, має нижчі сукупні витрати протягом строку експлуатації та зберігає економічну доцільність за зростання вартості сировини в межах прийнятого сценарію.

### *Етап 11. Використання результатів ТЕО та подальший контроль.*

Після ухвалення рішення результати ТЕО використовуються для:

- планування фінансування;
- розроблення графіка реалізації;

- підготовки технічного завдання;
- укладення договорів;
- контролю витрат;
- оцінювання фактичних результатів.

Після впровадження доцільно порівняти фактичні показники з прогнозними. Такий аналіз дає змогу встановити причини відхилень і підвищити якість майбутніх обґрунтувань.

### *Загальна послідовність ТЕО*

*Виявлення проблеми → визначення об'єкта і мети → установлення критеріїв та обмежень → формування інформаційної бази → розроблення альтернатив → технічне оцінювання → економічне оцінювання → аналіз ризиків → порівняння варіантів → формування висновку → контроль реалізації*

Процес не завжди є строго лінійним. Якщо під час розрахунків виявляється нестача даних, необхідно повернутися до формування інформаційної бази. Якщо жодна альтернатива не відповідає критеріям, повертаються до етапу формування варіантів. ТЕО має ітеративний характер: результати наступних етапів можуть вимагати уточнення попередніх.

### ***Взаємозв'язок принципів, функцій і етапів техніко-економічного обґрунтування у процесі підготовки та ухвалення рішень***

Принципи, функції та етапи ТЕО описують один процес із різних позицій.

*Принципи* визначають правила проведення обґрунтування.

*Функції* показують роль ТЕО в системі управління.

*Етапи* визначають послідовність виконання роботи.

Їх не варто змішувати.

Наприклад, системність є принципом, оскільки визначає вимогу враховувати взаємозв'язки виробничої системи. Аналітична функція показує, що ТЕО використовується для дослідження причин проблеми. Збір вихідних даних є етапом, на якому формується інформаційна база аналізу (табл. 1.3).

Дотримання принципів забезпечує якість виконання етапів. Послідовне проходження етапів дозволяє реалізувати функції ТЕО. Якщо один із цих елементів випадає, обґрунтування слабшає.

Наприклад, без принципу альтернативності порівняльна функція фактично не реалізується. Без достовірної інформації оцінювальна і прогнозна функції втрачають надійність. Без етапу аналізу ризиків розрахунки створюють ілюзію визначеності, якої в реальному виробництві майже ніколи немає.

Таблиця 1.3 – Взаємозв’язок основних елементів ТЕО

| Етап                          | Реалізовані принципи                                   | Основні функції              |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------|
| Виявлення проблеми            | системність, цільова спрямованість, реалістичність     | аналітична, діагностична     |
| Визначення мети й меж         | цільова спрямованість, комплексність                   | діагностична, планова        |
| Установлення критеріїв        | комплексність, порівнюваність, безпека                 | оцінювальна                  |
| Формування інформаційної бази | достовірність, повнота, перевірюваність                | інформаційна, аналітична     |
| Розроблення альтернатив       | альтернативність, системність                          | пошукова, вибіркова          |
| Технічне оцінювання           | системність, комплексність, безпека                    | оцінювальна, попереджувальна |
| Економічне оцінювання         | повнота, фактор часу, життєвий цикл                    | оцінювальна, прогнозна       |
| Аналіз ризиків                | обережність, реалістичність, урахування невизначеності | прогнозна, попереджувальна   |
| Порівняння альтернатив        | порівнюваність, комплексність                          | порівняльна, вибіркова       |
| Формування висновку           | обґрунтованість, прозорість                            | вибіркова, комунікаційна     |
| Контроль реалізації           | системність, перевірюваність                           | контрольна, коригувальна     |

Приклад взаємозв’язку: модернізація ділянки ректифікації.

Підприємство розглядає модернізацію ділянки ректифікації через високе енергоспоживання та нестабільність якості продукту.

На етапі діагностики встановлюють причини проблеми. Тут реалізуються принципи системності та достовірності, а також аналітична й діагностична функції.

Після цього формуються варіанти:

- ремонт наявної колони;
- заміна внутрішніх контактних елементів;
- установлення нової ректифікаційної колони;
- модернізація системи теплової інтеграції;
- збереження наявного стану.

Альтернативи порівнюються за продуктивністю, енергоспоживанням, якістю продукту, капітальними витратами, строками зупинки та економічним ефектом. Тут реалізуються принципи альтернативності, комплексності й порівнюваності, а також оцінювальна і порівняльна функції.

Під час аналізу ризиків перевіряється вплив зростання тарифів на енергію, затримки постачання та нижчої фактичної продуктивності. Це реалізує принципи обережності й урахування невизначеності та виконує попереджувальну функцію.

У підсумку може бути встановлено, що повна заміна колони має найбільший технічний ефект, але потребує надмірних капітальних вкладень і тривалої зупинки. Модернізація системи теплової інтеграції забезпечує менший

приріст продуктивності, проте значно скорочує енергоспоживання та має прийнятний строк окупності. Саме цей варіант може бути рекомендований за сукупністю критеріїв.

Цей приклад показує, що найкращий технічний варіант не завжди є оптимальним господарським рішенням. ТЕО потрібне саме для того, щоб технічна привабливість не підміняла економічну доцільність.

Отже, принципи техніко-економічного обґрунтування визначають методичні вимоги до формування й оцінювання рішень. Для хімічного виробництва ключовими є системність, комплексність, альтернативність, порівнюваність, повнота врахування витрат і результатів, достовірність інформації, реалістичність, врахування фактора часу, ризиків, вимог безпеки та життєвого циклу.

Функції ТЕО відображають його місце в системі управління підприємством. Техніко-економічне обґрунтування забезпечує аналіз проблеми, діагностику її причин, оцінювання і порівняння альтернатив, прогнозування результатів, вибір рішення, планування реалізації та контроль фактичних наслідків.

Етапи ТЕО утворюють послідовність від виявлення проблеми й формування інформаційної бази до оцінювання альтернатив, аналізу ризиків і підготовки висновку. Водночас цей процес не є абсолютно лінійним: отримання нової інформації або виявлення неприйнятності варіантів може вимагати повернення до попередніх етапів.

Принципи, функції та етапи утворюють єдину логіку обґрунтування. Принципи визначають якість процесу, функції – його управлінське призначення, а етапи – порядок практичного виконання.

#### *Питання для самоконтролю*

1. Що розуміють під принципами техніко-економічного обґрунтування?
2. У чому полягає принцип системності?
3. Чим системність відрізняється від комплексності?
4. Яке значення має принцип альтернативності?
5. Чому до складу альтернатив доцільно включати базовий варіант?
6. За якими параметрами забезпечується порівнюваність рішень?
7. У чому полягає принцип життєвого циклу?
8. Чому безпека та екологічна прийнятність можуть виступати обмеженнями рішення?
9. Які функції виконує ТЕО в системі управління підприємством?
10. Чим оцінювальна функція відрізняється від порівняльної?
11. У чому полягає попереджувальна функція ТЕО?
12. Які основні етапи техніко-економічного обґрунтування?
13. Чому визначення критеріїв має передувати детальному оцінюванню альтернатив?
14. У чому полягає відмінність між критеріями та обмеженнями?

15. Чому процес ТЕО може мати ітеративний характер?

16. Як пов'язані між собою принципи, функції та етапи техніко-економічного обґрунтування?

### **Тема 3 Інформаційна база та система показників техніко-економічного обґрунтування**

1. Інформаційне забезпечення техніко-економічного обґрунтування рішень у хімічній галузі.

2. Джерела інформації та вимоги до інформаційної бази обґрунтування рішень на підприємствах хімічної галузі.

3. Система техніко-економічних показників в обґрунтуванні виробничих, технологічних та організаційних рішень.

4. Використання системи показників для аналізу, оцінювання та вибору оптимальних рішень у хімічному виробництві.

#### ***Інформаційне забезпечення техніко-економічного обґрунтування рішень у хімічній галузі***

Техніко-економічне обґрунтування здійснюється на основі даних про технічний стан виробництва, параметри технологічних процесів, витрати ресурсів, обсяги випуску продукції, економічні результати та умови реалізації рішення. Від повноти й достовірності цих даних залежить обґрунтованість розрахунків і висновків.

Навіть правильно обрана методика оцінювання не забезпечить надійного результату, якщо розрахунки виконано на основі застарілих цін, неповних відомостей про витрати або паспортних характеристик обладнання, які не відповідають фактичним умовам його експлуатації. Тому формування інформаційної бази є окремим етапом техніко-економічного обґрунтування.

*Інформаційне забезпечення техніко-економічного обґрунтування* – це процес визначення інформаційних потреб, збирання, перевірки, систематизації, опрацювання та використання даних, необхідних для оцінювання виробничих, технологічних, організаційних та інвестиційних рішень.

Інформаційне забезпечення охоплює:

- визначення переліку необхідних даних;
- установлення джерел їх отримання;
- перевірку достовірності й актуальності;
- приведення даних до єдиних одиниць вимірювання;
- розмежування фактичних, нормативних, планових і прогнозних значень;
- формування системи техніко-економічних показників;

- підготовку інформації для порівняння альтернатив;
- документування використаних припущень.

Інформаційна база повинна відповідати меті й об'єкту ТЕО. Якщо обґрунтовується заміна обладнання, необхідні дані про його технічний стан, фактичну продуктивність, частоту ремонтів, енергоспоживання та витрати на експлуатацію. Якщо оцінюється впровадження нової технології, додатково потрібна інформація про склад сировини, вихід продукту, технологічні режими, якість продукції, утворення побічних продуктів і можливість масштабування процесу.

### *Дані та інформація у ТЕО*

У процесі обґрунтування необхідно розрізняти поняття «дані» та «інформація».

Дані – це зафіксовані кількісні або якісні характеристики об'єкта:

- обсяг випущеної продукції;
- витрати сировини;
- споживання електроенергії;
- тривалість простою;
- температура або тиск процесу;
- вартість ремонту;
- ціна одиниці обладнання.

Окремі дані не завжди дають змогу оцінити стан виробництва. Наприклад, загальне споживання електроенергії за місяць не характеризує енергоефективність без урахування обсягу виробленої продукції.

Інформація – це опрацьовані та інтерпретовані дані, які використовуються для аналізу й ухвалення рішення.

Якщо загальне споживання електроенергії співвіднести з обсягом виробництва, можна визначити питоме енергоспоживання. Порівняння цього показника за кілька періодів дозволить встановити його динаміку та виявити можливе погіршення ефективності використання обладнання.

Отже, інформаційне забезпечення передбачає не лише збирання показників, а й перетворення їх на змістовну основу для аналізу.

### *Інформаційні потреби на етапах ТЕО*

Склад інформації змінюється залежно від етапу техніко-економічного обґрунтування.

На етапі виявлення проблеми використовують дані про:

- фактичні обсяги виробництва;
- витрати сировини та енергії;
- рівень браку;
- простої;
- ремонтні витрати;
- якість продукції;
- завантаження обладнання.

Під час формування альтернатив потрібні відомості про:

- наявні технології;
- можливі моделі обладнання;
- види сировини;
- умови постачання;
- строки монтажу;
- технічні вимоги;
- виробничі та ресурсні обмеження.

Для економічного оцінювання необхідні дані про:

- капітальні витрати;
- поточні витрати;
- собівартість продукції;
- очікувані доходи;
- економію ресурсів;
- строк експлуатації;
- потребу в оборотних коштах;
- грошові потоки.

Для аналізу ризиків використовують інформацію про:

- можливі зміни цін;
- нестабільність поставок;
- імовірні відхилення продуктивності;
- строки реалізації;
- можливе перевищення витрат;
- технологічні та організаційні ризики.

На початковому етапі ТЕО можуть використовуватися укрупнені дані.

Після попереднього відбору варіантів інформація уточнюється та деталізується.

#### *Інформаційні блоки ТЕО*

Інформаційна база техніко-економічного обґрунтування рішень у хімічній галузі може бути поділена на кілька взаємопов'язаних блоків.

Технічний блок містить дані про обладнання, виробничу потужність, продуктивність, строк експлуатації, надійність, технічний стан, ремонтпридатність і рівень автоматизації.

Технологічний блок охоплює інформацію про склад і властивості сировини, параметри технологічного процесу, вихід цільового продукту, тривалість циклу, втрати, побічні продукти та якість продукції.

Виробничий блок включає дані про обсяг виробництва, виробничу програму, завантаження потужностей, режим роботи, простої та використання виробничої площі.

Ресурсний блок характеризує потребу в сировині, матеріалах, воді, енергії, паливі, трудових ресурсах і можливості їх постачання.

Економічний блок містить інформацію про капітальні вкладення, поточні витрати, собівартість, доходи, прибуток, економію та економічну ефективність.

Комерційний блок охоплює дані про попит, ціни, вимоги споживачів, конкурентні характеристики продукції та можливості її реалізації.

Організаційний блок включає строки впровадження, склад виконавців, потребу в підготовці персоналу, графік зупинки та запуску обладнання.

Екологічний блок містить інформацію про викиди, скиди, утворення відходів, використання води, витрати на очищення й утилізацію.

Блок ризиків охоплює фактори, які можуть спричинити відхилення фактичних результатів від запланованих.

Поділ на блоки полегшує збирання і систематизацію даних. Водночас вони не повинні розглядатися ізольовано. Зміна технологічного режиму може одночасно впливати на вихід продукції, енергоспоживання, обсяг відходів і собівартість. Тому інформація має формуватися як єдина система взаємопов'язаних характеристик.

#### *Рівень деталізації інформації*

Обсяг і точність даних залежать від масштабу рішення.

Для попереднього оцінювання можуть використовуватися:

- орієнтовна вартість обладнання;
- укрупнені норми витрат;
- прогнозна потужність;
- приблизний строк реалізації;
- попередня оцінка економічного результату.

Для поглибленого ТЕО потрібні:

- детальні технічні специфікації;
- матеріальні й енергетичні баланси;
- комерційні пропозиції;
- калькуляції витрат;
- графіки монтажу;
- результати лабораторних або дослідно-промислових випробувань;
- прогнозні грошові потоки;
- сценарні розрахунки.

Надмірна деталізація на початковій стадії збільшує витрати часу, але не завжди підвищує якість рішення. Водночас укрупнені оцінки не можуть бути достатньою основою для остаточного вибору капіталомісткого або технологічно складного варіанта.

### ***Джерела інформації та вимоги до інформаційної бази обґрунтування рішень на підприємствах хімічної галузі***

Для формування інформаційної бази використовують внутрішні й зовнішні джерела.

### *Внутрішні джерела інформації*

Внутрішні джерела формуються у процесі діяльності підприємства та характеризують фактичні умови функціонування виробництва.

До них належать:

- технологічні регламенти;
- технічні паспорти обладнання;
- виробничі журнали;
- матеріальні та енергетичні баланси;
- звіти про випуск продукції;
- дані лабораторного контролю;
- відомості про якість сировини та продукції;
- графіки технічного обслуговування;
- ремонтні відомості;
- дані про планові й аварійні простої;
- бухгалтерська і фінансова звітність;
- калькуляції собівартості;
- бюджети підприємства;
- договори з постачальниками;
- складські документи;
- звіти про використання ресурсів;
- документи екологічного контролю;
- матеріали внутрішніх аудитів.

Перевагою внутрішніх джерел є їх безпосередній зв'язок з умовами конкретного підприємства. Водночас дані різних підрозділів можуть бути сформовані за різними періодами, методиками або одиницями вимірювання. Тому вони потребують перевірки й узгодження.

### *Зовнішні джерела інформації*

Зовнішні джерела використовують для оцінювання нових технологій, обладнання, цін, ринкових і ресурсних умов.

До них належать:

- комерційні пропозиції постачальників;
- технічні каталоги виробників;
- договори та пропозиції підрядних організацій;
- інформація про ціни на сировину й енергоресурси;
- статистичні дані;
- галузеві огляди;
- наукові публікації;
- патентна документація;
- результати науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт;
- технічні стандарти;
- нормативні документи;

- відкриті дані державних органів;
- інформація професійних об'єднань;
- відомості про підприємства або технології-аналоги.

Зовнішні дані дають змогу оцінити рішення, які раніше не застосовувалися на підприємстві. Проте вони не можуть переноситися без перевірки, оскільки умови експлуатації, склад сировини, режим роботи або виробнича інфраструктура можуть суттєво відрізнятися.

#### *Первинна і вторинна інформація*

Первинна інформація збирається спеціально для конкретного ТЕО.

Її отримують шляхом:

- вимірювання технологічних параметрів;
- хронометражу операцій;
- обстеження обладнання;
- проведення лабораторних випробувань;
- дослідно-промислової експлуатації;
- опитування фахівців;
- енергетичного або технологічного аудиту;
- отримання актуальних комерційних пропозицій.

Первинна інформація найбільше відповідає меті конкретного обґрунтування, але потребує додаткових витрат часу й ресурсів.

Вторинна інформація була зібрана раніше для інших цілей. До неї належать звітність, нормативи, технічні каталоги, статистичні матеріали, попередні розрахунки й наукові публікації.

Вона є доступнішою, але може не повністю відповідати умовам конкретного рішення.

#### *Види інформації за способом формування*

У техніко-економічному обґрунтуванні використовують:

- фактичну;
- нормативну;
- планову;
- прогнозну;
- експертну;
- розрахункову інформацію.

Фактична інформація відображає результати, які вже отримані підприємством.

Нормативна інформація містить установлені норми, ліміти та вимоги.

Планова інформація характеризує показники, які передбачається досягти.

Прогнозна інформація відображає очікувані майбутні умови й результати.

Експертна інформація формується на основі професійних суджень фахівців.

Розрахункова інформація отримується шляхом опрацювання вихідних даних.

У документах ТЕО необхідно чітко зазначати статус кожного показника. Фактичне значення, прогноз і оцінка постачальника не є рівнозначними джерелами, навіть якщо записані в сусідніх клітинках таблиці.

### *Джерела інформації для ТЕО*

Таблиця 1.4 – Основні джерела інформації для техніко-економічного обґрунтування

| Група джерел                        | Приклади                                                     | Використання                                      |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Технічна документація               | паспорти обладнання, технологічні регламенти, схеми процесів | визначення технічних параметрів і обмежень        |
| Виробничий облік                    | обсяги випуску, витрати сировини, простої                    | оцінювання фактичного стану виробництва           |
| Економічний облік                   | калькуляції, бюджети, витрати, звітність                     | визначення собівартості та фінансових результатів |
| Лабораторні й експериментальні дані | аналіз сировини, випробування, дослідні партії               | перевірка технологічної здійсненості              |
| Дані постачальників                 | ціни, специфікації, строки постачання, гарантії              | оцінювання обладнання й умов придбання            |
| Ринкова інформація                  | попит, ціни, вимоги споживачів                               | прогнозування реалізації продукції                |
| Нормативні джерела                  | стандарты, технічні вимоги, обмеження                        | перевірка допустимості рішення                    |
| Науково-технічна інформація         | публікації, патенти, результати НДР і ДКР                    | пошук та оцінювання нових технологій              |
| Експертні оцінки                    | висновки технологів, економістів, інженерів                  | оцінювання невизначеності й заповнення прогалів   |

Інформація з різних джерел має бути приведена до порівняльного вигляду. Дані можуть стосуватися різних періодів, рівнів цін, обсягів виробництва або умов експлуатації. Без попереднього узгодження їх безпосереднє зіставлення може привести до помилкових висновків.

### *Вимоги до інформаційної бази*

Достовірність означає відповідність даних фактичному стану об'єкта та можливість їх підтвердження.

*Достовірність перевіряється шляхом:*

- зіставлення кількох джерел;
- аналізу первинних документів;
- повторного вимірювання;
- перевірки розрахунків;
- погодження з відповідальними підрозділами;
- порівняння з даними попередніх періодів.

Повнота означає наявність усіх даних, які істотно впливають на оцінювання рішення.

Повнота не передбачає безмежного накопичення інформації. Інформаційна база є повною, якщо вона дозволяє:

- перевірити технічну здійсненність;
- визначити витрати;
- оцінити результати;
- порівняти альтернативи;
- проаналізувати ризики;
- сформулювати висновок.

Актуальність означає відповідність інформації періоду, для якого проводиться ТЕО.

Найшвидше змінюються:

- ціни на сировину;
- тарифи на енергоресурси;
- комерційні пропозиції;
- строки постачання;
- вартість монтажних робіт;
- умови фінансування;
- ринкові ціни на продукцію.

Релевантність означає відповідність інформації меті й об'єкту обґрунтування.

Середньогалузеві дані можуть використовуватися як орієнтир, але не замінюють фактичні показники конкретного підприємства.

Точність характеризує допустимий рівень похибки.

Фактичні витрати ресурсів можуть бути визначені доволі точно. Водночас прогноз ціни продукції через кілька років завжди міститиме невизначеність. Тому точність подання результатів має відповідати точності вихідних даних.

Порівнюваність передбачає приведення альтернатив до однакових умов за:

- одиницями вимірювання;
- рівнем цін;
- періодом оцінювання;
- обсягом виробництва;
- якістю продукції;
- строком експлуатації;
- складом витрат;
- методикою розрахунку.

Узгодженість означає відсутність суперечностей між різними розділами ТЕО.

Обсяг виробництва, прийнятий для розрахунку доходу, має відповідати обсягу, використаному під час визначення витрат сировини, енергії та собівартості.

Простежуваність передбачає можливість встановити:

- джерело показника;
- дату отримання;
- спосіб розрахунку;
- відповідального виконавця;
- використані припущення;
- внесені коригування.

Своєчасність означає отримання інформації до моменту ухвалення рішення.

Економічність передбачає відповідність витрат на збирання інформації масштабу та значущості рішення.

Конфіденційність означає захист технологічної, комерційної та фінансової інформації підприємства при забезпеченні доступу до неї відповідальних виконавців.

Перед проведенням розрахунків необхідно перевірити, чи визначено джерела показників, чи відповідають дані одному періоду, чи розмежовано фактичні й прогностичні значення та чи можна відтворити виконані розрахунки. Така перевірка не усуває невизначеність повністю, але дозволяє побачити її межі, а це вже значно чесніше за оманливу точність.

### ***Система техніко-економічних показників в обґрунтуванні виробничих, технологічних та організаційних рішень***

Після формування інформаційної бази вихідні дані перетворюються на систему показників, за допомогою яких характеризують стан виробництва, оцінюють альтернативи та визначають наслідки рішення.

Показник – це кількісна або якісна характеристика певної властивості об'єкта, процесу або результату.

Окремий показник відображає лише одну сторону рішення. Продуктивність характеризує можливий обсяг випуску, але не показує витрат на його забезпечення. Собівартість відображає витрати на одиницю продукції, але не характеризує надійність обладнання або екологічні наслідки.

Система техніко-економічних показників – це взаємопов'язана сукупність технічних, технологічних, виробничих, ресурсних, економічних, організаційних та екологічних характеристик, необхідних для комплексного оцінювання об'єкта й порівняння альтернативних рішень.

Система показників повинна:

- відповідати меті ТЕО;
- охоплювати істотні характеристики рішення;
- забезпечувати порівняння альтернатив;
- поєднувати абсолютні та відносні величини;
- відображати витрати, результати й ефективність;

- не містити необґрунтованого дублювання.

Показник, критерій та обмеження

Показник вимірює характеристику об'єкта.

Наприклад, продуктивність обладнання становить 8 т/год.

Критерій визначає правило оцінювання.

Наприклад, перевагу має варіант із нижчою собівартістю за однакової якості продукції.

Обмеження встановлює допустиму межу.

*Наприклад*, продуктивність обладнання повинна бути не меншою за 7 т/год.

Один показник може одночасно використовуватися як критерій порівняння й обмеження допустимості.

#### *Класифікація показників*

За формою вираження показники поділяють на:

- абсолютні;
- відносні;
- середні;
- питомі.

Абсолютні показники відображають загальну величину:

- обсяг виробництва;
- загальну потребу в сировині;
- капітальні вкладення;
- поточні витрати;
- кількість працівників;
- обсяг відходів.

Відносні показники характеризують співвідношення величин:

- коефіцієнт завантаження обладнання;
- рентабельність;
- частку браку;
- частку відходів;
- коефіцієнт використання сировини.

Середні показники визначають типові значення за період:

- середньорічний обсяг виробництва;
- середню ціну сировини;
- середню тривалість ремонту;
- середньорічні експлуатаційні витрати.

Питомі показники визначають витрати або результати на одиницю продукції, потужності чи часу:

- матеріаломісткість;
- енергомісткість;
- трудомісткість;
- питомі капітальні вкладення;

- питомий обсяг відходів.

#### *Технічні показники*

Технічні показники характеризують обладнання та виробничу систему:

- установлену потужність;
- продуктивність;
- строк служби;
- надійність;
- міжремонтний період;
- тривалість простоїв;
- ремонтпридатність;
- рівень автоматизації;
- потребу у виробничій площі;
- сумісність із діючою інфраструктурою.

Продуктивність обладнання визначається як відношення обсягу виробленої або обробленої продукції до тривалості роботи:

Продуктивність обладнання визначається як відношення обсягу виробленої або обробленої продукції до тривалості роботи:

$$P = \frac{Q}{T}, \quad (1.1)$$

де  $P$  – продуктивність обладнання;

$Q$  – обсяг продукції;

$T$  – час роботи.

Коефіцієнт використання виробничої потужності визначається як:

$$K_{\text{вн}} = \frac{Q_{\text{ф}}}{P_{\text{вир}}}, \quad (1.2)$$

де  $Q_{\text{ф}}$  – фактичний обсяг виробництва;

$P_{\text{вир}}$  – виробнича потужність.

#### *Технологічні показники*

Технологічні показники характеризують перебіг процесу та його результати:

- вихід цільового продукту;
- ступінь конверсії сировини;
- селективність;
- тривалість технологічного циклу;
- втрати сировини;
- частку браку;

- стабільність якості;
- утворення побічних продуктів;
- потребу в каталізаторах і реагентах.

Вихід цільового продукту може визначатися як:

$$B_{np} = \frac{M_{цп}}{M_c} \cdot 100\%, \quad (1.3)$$

де  $M_{цп}$  – маса цільового продукту;

$M_c$  – маса використаної сировини.

Підвищення виходу продукту не повинно оцінюватися окремо від зміни витрат енергії, реагентів, тривалості процесу та якості продукції.

#### *Виробничі показники*

До виробничих показників належать:

- обсяг випуску;
- виробнича програма;
- кількість змін;
- фонд часу роботи обладнання;
- тривалість виробничого циклу;
- рівень завантаження;
- обсяг незавершеного виробництва;
- кількість простоїв;
- втрати від браку.

Вони дозволяють оцінити, чи відповідає технічне рішення реальним виробничим потребам підприємства.

#### *Ресурсні показники*

Ресурсні показники характеризують потребу в матеріальних, енергетичних і трудових ресурсах.

До них належать:

- загальна потреба в сировині;
- матеріаломісткість;
- енергомісткість;
- водомісткість;
- паливомісткість;
- трудомісткість;
- потреба в допоміжних матеріалах;
- втрати ресурсів.

Матеріаломісткість визначається як:

$$M_m = \frac{M}{Q}, \quad (1.4)$$

де  $M$  – витрати матеріальних ресурсів;

$Q$  – обсяг продукції.

Енергомiсткiсть:

$$E_m = \frac{E}{Q}, \quad (1.5)$$

де  $E$  – споживання енергії;  
 $Q$  – обсяг продукції.

Трудомiсткiсть:

$$T_m = \frac{T}{Q}, \quad (1.6)$$

де  $T$  – витрати робочого часу;  
 $Q$  – обсяг продукції.

#### *Показники якостi продукцiї*

До показникiв якостi можуть належати:

- вміст основної речовини;
- чистота;
- концентрація;
- вологість;
- стабільність властивостей;
- частка продукції, що відповідає встановленим вимогам;
- рівень браку.

Порівняння економічних показникiв має здійснюватися за однакового або порівнянного рiвня якостi продукцiї.

#### *Вартісні показники*

Вартісні показники характеризують потребу у фінансуванні:

- вартість обладнання;
- витрати на доставлення;
- витрати на монтаж;
- витрати на демонтаж;
- пусконаладжувальні витрати;
- витрати на підготовку персоналу;
- потребу в оборотних коштах;
- витрати на ремонт;
- витрати на виведення з експлуатації.

Питомі капітальні вкладення визначаються як:

$$K_{\text{нм}} = \frac{K}{\Pi_{\text{вир}}}, \quad (1.7)$$

де  $K$  – загальні капітальні вкладення;  
 $\Pi_{\text{вир}}$  – виробнича потужність.

### *Показники витрат і собівартості*

До цієї групи належать:

- змінні витрати;
- постійні витрати;
- виробнича собівартість;
- повна собівартість;
- собівартість одиниці продукції;
- економія за окремими статтями.

Собівартість одиниці продукції визначається як:

$$C_{од} = \frac{C_{заг}}{Q}, \quad (1.8)$$

де  $C_{заг}$  – загальна сума витрат;  
 $Q$  – обсяг продукції.

Для всіх альтернатив має використовуватися однаковий склад витрат.

### *Показники економічного результату*

Економічний результат може проявлятися у вигляді:

- приросту доходу;
- приросту прибутку;
- економії сировини;
- зниження енергоспоживання;
- скорочення ремонтних витрат;
- зменшення втрат;
- приросту обсягу виробництва.

Економічний ефект у загальному вигляді визначається як:

$$E = P - B, \quad (1.9)$$

де  $E$  – економічний ефект;  
 $P$  – вартісна оцінка результатів;  
 $B$  – витрати на досягнення результатів.

### *Показники економічної ефективності*

До показників економічної ефективності належать:

- рентабельність;
- строк окупності;
- чиста приведена вартість;
- індекс прибутковості;
- співвідношення вигід і витрат;
- внутрішня норма дохідності.

Вони характеризують співвідношення між витратами, вкладеними ресурсами та отриманими результатами. Цей вид показників буде розглянуто в змістовому модулі 2.

#### *Організаційні й часові показники*

До них належать:

- строк підготовки рішення;
- строк постачання обладнання;
- тривалість монтажу;
- тривалість пусконаладжувальних робіт;
- строк виходу на проєктну потужність;
- тривалість зупинки виробництва;
- потреба в додатковому персоналі;
- строк навчання працівників.

Часові параметри мають прямі економічні наслідки, оскільки затримка запуску може спричинити втрату випуску та відтермінування отримання ефекту.

#### *Екологічні показники*

До екологічних показників належать:

- обсяг викидів;
- питомі викиди на одиницю продукції;
- обсяг стічних вод;
- споживання води;
- утворення відходів;
- частка повторного використання ресурсів;
- витрати на очищення;
- витрати на утилізацію;
- обсяг використання вторинної сировини.

#### *Показники безпеки й надійності*

До них можуть належати:

- частота відмов;
- середня тривалість простою;
- кількість аварійних зупинок;
- строк безвідмовної роботи;
- витрати на запобіжні заходи;
- потреба в додаткових системах контролю;
- можливі втрати від зупинки процесу.

Узагальнення системи показників подано в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Основні групи техніко-економічних показників

| Група показників      | Приклади                                             | Призначення                                    |
|-----------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Технічні              | потужність, продуктивність, строк служби, надійність | оцінювання технічної здійсненності             |
| Технологічні          | вихід продукту, конверсія, втрати, тривалість циклу  | оцінювання результативності процесу            |
| Виробничі             | обсяг випуску, завантаження, простої                 | оцінювання виробничих можливостей              |
| Ресурсні              | матеріаломісткість, енергомісткість, трудомісткість  | оцінювання використання ресурсів               |
| Якісні                | чистота, концентрація, стабільність, брак            | перевірка відповідності продукції              |
| Вартісні              | капітальні вкладення, монтаж, ремонти                | визначення потреби у фінансуванні              |
| Витратні              | поточні витрати, собівартість, економія              | оцінювання витрат виробництва                  |
| Результативні         | дохід, прибуток, економічний ефект                   | визначення очікуваних результатів              |
| Ефективності          | рентабельність, окупність, NPV, PI                   | оцінювання співвідношення результатів і витрат |
| Організаційні         | строки реалізації, персонал, тривалість зупинки      | оцінювання умов упровадження                   |
| Екологічні            | викиди, відходи, стоки, вторинна сировина            | оцінювання впливу на довкілля                  |
| Безпеки та надійності | відмови, аварійні простої, безвідмовна робота        | оцінювання допустимості та стійкості рішення   |

Наведений перелік не є однаковим для всіх об'єктів ТЕО. Склад показників визначається метою обґрунтування, видом рішення та його масштабом. Водночас обрана система повинна забезпечити зв'язок між технічними характеристиками варіанта, потребою в ресурсах, витратами та очікуваними результатами.

### ***Використання системи показників для аналізу, оцінювання та вибору оптимальних рішень у хімічному виробництві***

Система показників використовується для аналізу стану виробництва, перевірки допустимості альтернатив, визначення витрат і результатів та вибору варіанта, який найбільшою мірою відповідає меті підприємства.

Обчислення показників саме по собі не є завершеним ТЕО. Кожен показник має бути пов'язаний із конкретним питанням:

- чи забезпечує варіант необхідний технічний результат;
- чи відповідає він установленим обмеженням;
- які ресурси потрібні для його реалізації;
- які витрати виникнуть;
- які результати буде отримано;

- наскільки стійкими є результати;
- який варіант має перевагу за сукупністю критеріїв.

Визначення бази порівняння

Порівняння альтернатив починається з визначення базового варіанта.

Базою може бути:

- фактичний стан виробництва;
- продовження експлуатації наявного обладнання;
- чинна технологія;
- нормативний рівень;
- об'єкт-аналог;
- варіант без упровадження змін.

Економічний результат модернізації визначається порівняно з тим, що відбудеться без її реалізації. Тому базовий варіант повинен відображати реальний, а не умовний стан підприємства.

Установлення цільових і граничних значень

Для основних показників доцільно визначити:

- фактичне значення;
- цільове значення;
- мінімально або максимально допустиме значення;
- прогнозне значення за кожною альтернативою.

Наприклад:

Таблиця 1.6 – Основні показники

| Показник                      | Фактичне значення | Допустиме значення | Варіант 1 | Варіант 2 |
|-------------------------------|-------------------|--------------------|-----------|-----------|
| Продуктивність, т/год         | 6,5               | не менше 8,0       | 8,3       | 9,5       |
| Вихід продукту, %             | 82                | не менше 85        | 86        | 88        |
| Енергоспоживання, кВт · год/т | 420               | не більше 390      | 370       | 350       |
| Тривалість зупинки, днів      | –                 | не більше 30       | 12        | 45        |

Варіант 2 має кращі технологічні показники, але перевищує допустиму тривалість зупинки. Якщо це обмеження є жорстким, варіант не може бути прийнятий без зміни способу впровадження.

*Приведення показників до порівнянного вигляду*

Перед порівнянням альтернатив показники приводять:

- до однакового обсягу продукції;
- до однакової якості;
- до єдиного періоду;
- до одного рівня цін;
- до однакового строку експлуатації;

- до однакових умов завантаження;
- до єдиних одиниць вимірювання.

Для варіантів різного масштабу необхідно використовувати не лише абсолютні, а й питомі показники.

### *Послідовність оцінювання альтернатив*

На першому рівні перевіряється технічна, технологічна, екологічна та безпекова допустимість варіанта.

Альтернатива вилучається з подальшого оцінювання, якщо вона:

- не забезпечує потрібну продуктивність;
- не відповідає вимогам до якості;
- несумісна з діючим обладнанням;
- порушує встановлені обмеження;
- не може бути реалізована у визначений строк.

На другому рівні оцінюється ресурсна забезпеченість:

- наявність сировини;
- доступність енергії й води;
- можливість фінансування;
- наявність персоналу;
- доступність сервісного обслуговування;
- наявність виробничих площ.

На третьому рівні визначаються:

- капітальні витрати;
- поточні витрати;
- собівартість;
- доходи;
- економія;
- економічний ефект;
- показники ефективності.

На четвертому рівні аналізуються ризики та чутливість результатів до зміни вихідних умов.

На п'ятому рівні проводиться комплексне порівняння технічних, економічних, організаційних та екологічних характеристик.

### *Однокритеріальний і багатокритеріальний вибір*

Якщо альтернативи забезпечують однаковий результат і відрізняються лише величиною витрат, рішення може прийматися за критерієм мінімуму витрат.

Здебільшого рішення в хімічному виробництві є багатокритеріальними. Варіанти можуть одночасно відрізнятися за:

- продуктивністю;
- виходом продукту;

- якістю;
- енергоспоживанням;
- капітальними вкладеннями;
- строком реалізації;
- надійністю;
- екологічними наслідками.

За таких умов вибір за одним показником може бути необґрунтованим.

### *Приклад порівняння варіантів*

Підприємство розглядає два варіанти модернізації технологічної лінії.

Таблиця 1.7 – Порівняння варіантів модернізації технологічної лінії

| Показник                        | Базовий стан | Варіант 1 | Варіант 2 |
|---------------------------------|--------------|-----------|-----------|
| Продуктивність, т/рік           | 10 000       | 11 500    | 13 000    |
| Вихід цільового продукту, %     | 82           | 86        | 88        |
| Енергоспоживання, кВт·год/т     | 420          | 370       | 345       |
| Витрати сировини, т/т продукції | 1,22         | 1,16      | 1,14      |
| Капітальні витрати, млн грн     | –            | 8,0       | 14,0      |
| Строк реалізації, місяців       | –            | 5         | 9         |
| Зупинка виробництва, днів       | –            | 10        | 35        |
| Строк служби обладнання, років  | –            | 7         | 12        |
| Обсяг відходів, кг/т            | 58           | 44        | 39        |

Варіант 2 має кращі технічні та ресурсні характеристики, але потребує більших капітальних вкладень і тривалішої зупинки виробництва.

Варіант 1 поступається за приростом продуктивності, але потребує менших витрат і може бути реалізований швидше.

Для остаточного вибору необхідно розрахувати:

- економію сировини;
- економію енергії;
- приріст обсягу виробництва;
- втрати продукції під час зупинки;
- витрати на ремонт і обслуговування;
- економічний ефект;
- строк окупності;
- результат за весь період експлуатації.

Це показує, що технічно найкращий варіант не завжди є оптимальним господарським рішенням. Оптимальним є варіант, який забезпечує досягнення мети за прийнятного рівня витрат, строків і ризиків.

### *Аналіз чутливості*

Після попереднього вибору варіанта необхідно перевірити, чи зберігається його перевага за зміни вихідних умов.

Можуть змінюватися:

- ціна сировини;
- тариф на енергію;
- фактичний обсяг виробництва;
- капітальні витрати;
- строк реалізації;
- вихід цільового продукту;
- тривалість простоїв;
- витрати на ремонт.

Якщо незначна зміна одного параметра змінює результат вибору, рішення є нестійким. У такому разі необхідно уточнити дані, розглянути кілька сценаріїв або передбачити додаткові заходи зі зниження ризику.

#### *Типові помилки під час використання показників*

До типових помилок належать:

- використання паспортної продуктивності замість фактично можливої;
- порівняння варіантів різного масштабу лише за абсолютними показниками;
- використання різних рівнів цін;
- неповне врахування витрат на монтаж, навчання й запуск;
- ігнорування витрат продукції під час зупинки виробництва;
- подвійне врахування одного результату;
- порівняння продукції різної якості;
- використання надмірної кількості показників без визначення їх ролі;
- змішування фактичних і прогнозних даних;
- вибір варіанта за одним показником;
- надання прогнозним величинам невинуватеної точності;
- відсутність аналізу ризиків і чутливості.

Помилки під час формування системи показників не завжди помітні у підсумковій таблиці. Саме тому важливо перевіряти не лише арифметику, а й логіку походження кожного показника та його місце в загальній системі оцінювання.

Отже, інформаційне забезпечення техніко-економічного обґрунтування охоплює визначення інформаційних потреб, збирання, перевірку, систематизацію та опрацювання даних. Якість ТЕО залежить від достовірності, повноти, актуальності, порівнюваності та простежуваності інформації.

Інформаційна база формується з внутрішніх і зовнішніх джерел. Внутрішні джерела відображають фактичні умови діяльності підприємства, а зовнішні використовуються для оцінювання нових технологій, обладнання, ринкових і ресурсних умов.

Система техніко-економічних показників поєднує технічні, технологічні, виробничі, ресурсні, економічні, організаційні та екологічні характеристики. Її склад визначається метою та об'єктом ТЕО.

Використання показників передбачає визначення базового варіанта, установлення цільових і граничних значень, приведення альтернатив до порівнянного вигляду, перевірку допустимості, оцінювання витрат і результатів та аналіз ризиків. Оптимальним є не варіант із найкращим окремим показником, а рішення, яке забезпечує досягнення мети за прийняттого рівня витрат, ресурсних обмежень і ризику.

#### *Питання для самоконтролю*

1. Що розуміють під інформаційним забезпеченням ТЕО?
2. Чим дані відрізняються від інформації?
3. Які інформаційні блоки формуються під час підготовки ТЕО?
4. Як змінюється склад інформації залежно від етапу обґрунтування?
5. Які внутрішні джерела інформації використовуються на підприємстві?
6. Які зовнішні джерела можуть застосовуватися під час підготовки ТЕО?
7. Чим первинна інформація відрізняється від вторинної?
8. Які види інформації виділяють за способом її формування?
9. Які вимоги висуваються до інформаційної бази?
10. Що означає порівнюваність інформації?
11. У чому полягає простежуваність даних?
12. Що розуміють під системою техніко-економічних показників?
13. Чим показник відрізняється від критерію та обмеження?
14. Які групи техніко-економічних показників використовуються у хімічному виробництві?
15. Для чого застосовуються питомі показники?
16. Чому якість продукції необхідно враховувати під час порівняння альтернатив?
17. Які показники характеризують використання матеріальних та енергетичних ресурсів?
18. Як визначається база порівняння?
19. Якою є послідовність оцінювання альтернатив?
20. Які типові помилки виникають під час формування системи показників?
21. Для чого проводиться аналіз чутливості результатів ТЕО?

## **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ЕКОНОМІЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ РІШЕНЬ У ХІМІЧНІЙ ГАЛУЗІ**

### **Тема 4 Методичні підходи до розрахунку витрат і собівартості у техніко-економічному обґрунтуванні**

1. Види витрат у техніко-економічному обґрунтуванні рішень у хімічній галузі.
2. Методичні підходи до розрахунку витрат і собівартості в процесі обґрунтування рішень у хімічній галузі.
3. Основні принципи проведення CPV-аналізу в обґрунтуванні виробничих та інвестиційних рішень.
4. Динамічна точка беззбитковості та її використання в техніко-економічному обґрунтуванні рішень.
5. Використання результатів аналізу витрат, собівартості, CPV-аналізу та динамічної точки беззбитковості при обґрунтуванні інвестиційної пропозиції.

#### ***Види витрат у техніко-економічному обґрунтуванні рішень у хімічній галузі***

Техніко-економічне обґрунтування рішення у хімічній галузі передбачає визначення всіх витрат, які виникають упродовж життєвого циклу проєкту: від розроблення технічної ідеї та проєктної документації до введення об'єкта в експлуатацію, виробництва продукції, модернізації, припинення діяльності та відновлення території. Обмеження розрахунків лише вартістю обладнання або поточними виробничими витратами може призвести до викривлення економічної оцінки альтернатив.

У техніко-економічному обґрунтуванні витрати доцільно класифікувати за кількома ознаками. Основне значення мають поділ витрат за етапами реалізації проєкту, способом їх включення до собівартості, залежністю від обсягу виробництва та впливом на вибір рішення.

#### ***Витрати за етапами життєвого циклу проєкту***

*Життєвий цикл проєкту* в хімічній галузі охоплює послідовність взаємопов'язаних фаз – від формування задуму (ідеї) до завершення експлуатації виробничого об'єкта. На кожній фазі виникають різні види витрат, доходів і ризиків, тому економічне оцінювання рішення не повинно обмежуватися лише початковими інвестиціями або собівартістю продукції. Загальні витрати проєкту визначаються з урахуванням тривалості його реалізації, строку експлуатації обладнання, потреби в ремонтах і модернізації, а також майбутніх витрат на припинення діяльності (рис. 2.1).

## Умовна динаміка витрат протягом життєвого циклу проєкту

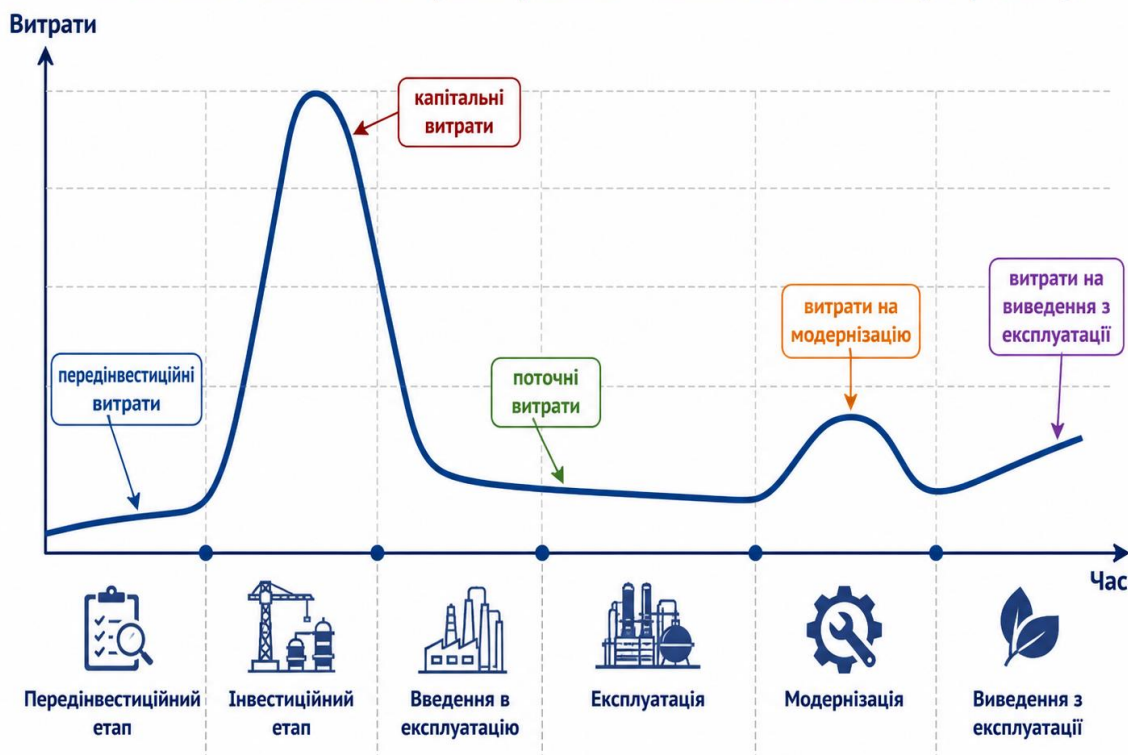


Рисунок 2.1 – Умовна схема життєвого циклу проєкту

*Передінвестиційна фаза* охоплює формування ідеї проєкту, визначення його мети, аналіз ринку, дослідження сировинної бази, вибір технологічних альтернатив, проведення лабораторних і дослідно-промислових випробувань, попереднє оцінювання впливу на довкілля та підготовку техніко-економічного обґрунтування. На цій фазі визначають прогнозні обсяги виробництва, потребу в ресурсах, орієнтовну величину капітальних і поточних витрат, можливі джерела фінансування та очікувані економічні результати. Саме тут закладається логіка подальших розрахунків: помилка у вихідних припущеннях згодом множиться разом із кошторисом.

*Інвестиційна фаза* передбачає проєктування, придбання технологій і обладнання, будівництво або реконструкцію виробничих об'єктів, монтаж технологічних ліній, створення допоміжної та природоохоронної інфраструктури, пусконаладжувальні роботи й введення об'єкта в експлуатацію. Основну частину витрат на цій фазі становлять капітальні вкладення.

*Експлуатаційна фаза* починається після введення об'єкта в дію та охоплює виробництво продукції, технічне обслуговування, ремонти, контроль якості, забезпечення промислової й екологічної безпеки, модернізацію обладнання та, зрештою, виведення об'єкта з експлуатації. На цій фазі формуються поточні витрати, собівартість продукції, виручка, прибуток і

грошові потоки, за якими оцінюють економічну результативність прийнятого рішення.

*За етапами реалізації проєкту* можна виокремити передінвестиційні, капітальні, поточні, соціальні, природоохоронні витрати, а також витрати, пов'язані із завершенням експлуатації об'єкта.

*Передінвестиційні витрати* виникають до ухвалення остаточного рішення про реалізацію проєкту. До них належать витрати на проведення маркетингових, технологічних та інженерних досліджень, лабораторних випробувань, розроблення технічної концепції, підготовку техніко-економічного обґрунтування, отримання консультацій і необхідних вихідних даних.

*Окремі передінвестиційні витрати можуть здійснюватися незалежно від того, чи буде проєкт реалізований.* Під час порівняння альтернатив необхідно визначити, які з них є майбутніми витратами, пов'язаними з конкретним рішенням, а які вже понесені й тому не повинні впливати на подальший вибір.

*Капітальні витрати* – це переважно одноразові витрати, пов'язані зі створенням, придбанням, реконструкцією, модернізацією або технічним переоснащенням виробничого об'єкта. Вони здійснюються до введення об'єкта в експлуатацію або під час реалізації інвестиційного етапу проєкту.

У техніко-економічному обґрунтуванні до капітальних витрат хімічного виробництва можуть бути включені:

- 1) витрати на будівництво та реконструкцію виробничих, складських, лабораторних і допоміжних приміщень;
- 2) витрати на придбання реакторів, колон, теплообмінників, насосів, компресорів, резервуарів, трубопроводів та іншого технологічного обладнання;
- 3) витрати на монтаж обладнання, технологічних комунікацій і систем автоматизованого управління;
- 4) витрати на створення систем електро-, тепло-, газо- і водопостачання;
- 5) витрати на спорудження очисних установок, систем уловлювання викидів, перероблення або знешкодження відходів;
- 6) витрати на проєктні, конструкторські, технологічні та інженерні роботи;
- 7) витрати на пусконаладжувальні роботи, випробування обладнання та підготовку його до експлуатації;
- 8) витрати на придбання земельної ділянки або оформлення права користування нею;
- 9) витрати на демонтаж наявних споруд і обладнання, підготовку території та перенесення інженерних мереж;
- 10) витрати на придбання патентів, ліцензій, технологічної документації та прав на використання технології;

11) первісні витрати на формування виробничих запасів і оборотного капіталу;

12) інші витрати, безпосередньо пов'язані зі створенням виробничого об'єкта.

У бухгалтерському обліку зміст капітальних інвестицій та порядок формування первісної вартості основних засобів визначаються, зокрема, Національним положенням (стандартом) бухгалтерського обліку 7 «Основні засоби». Відповідно до цього стандарту до первісної вартості об'єкта основних засобів включаються витрати, безпосередньо пов'язані з доведенням об'єкта до стану, у якому він придатний для використання за призначенням.

До таких витрат можуть належати проєктування, інженерні розрахунки, монтаж, випробування та пусконаладження обладнання. Порядок віднесення витрат на науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи потребує окремого обґрунтування. Не всі витрати на дослідження можуть автоматично включатися до вартості основного засобу. Їх визнання залежить від характеру робіт, безпосереднього зв'язку зі створюваним об'єктом і вимог відповідних стандартів бухгалтерського обліку.

*У техніко-економічному обґрунтуванні поняття капітальних витрат може бути ширшим за бухгалтерське поняття первісної вартості основних засобів. До інвестиційної потреби проєкту можуть також включатися витрати на підготовку персоналу, формування початкових запасів сировини, резерв непередбачених витрат та інші платежі, необхідні для початку виробництва.*

*Поточні, або експлуатаційні, витрати виникають у процесі функціонування виробничого об'єкта. Вони повторюються протягом усього періоду експлуатації та залежать від прийнятої технології, виробничої потужності, обсягів випуску продукції, цін на ресурси й організації виробництва.*

До поточних витрат хімічного виробництва належать:

- витрати на сировину, основні та допоміжні матеріали;
- витрати на реагенти, каталізатори, сорбенти, розчинники та інші технологічні компоненти;
- витрати на паливо, електроенергію, пару, воду, стиснене повітря та інші енергетичні ресурси;
- оплата праці виробничого, допоміжного, адміністративного та управлінського персоналу;
- витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт обладнання;
- витрати на лабораторний контроль, контроль якості продукції та виробничий моніторинг;
- витрати на очищення викидів і стічних вод, поводження з відходами та екологічний контроль;
- витрати на охорону праці, промислову і пожежну безпеку;
- орендна плата, страхові платежі, податки та обов'язкові збори;

- витрати на транспортування, зберігання і збут продукції;
- адміністративні та інші операційні витрати.

Для хімічної галузі істотне значення має врахування технологічних витрат сировини, виходу побічних продуктів, повторного використання матеріалів, утилізації тепла та можливості повернення окремих компонентів у виробничий цикл. Такі особливості впливають не лише на величину витрат, а й на собівартість основної та супутньої продукції.

Окремою складовою поточних витрат є «амортизація основних засобів» і «амортизація нематеріальних активів». *Амортизація не завжди супроводжується поточним грошовим платежем, однак включається до собівартості продукції та відображає поступове перенесення вартості обладнання, будівель, споруд і технологічних прав на вироблену продукцію.*

Під час формування грошових потоків проекту амортизацію необхідно відрізнити від реального відтоку коштів. *Змішування бухгалтерських витрат і грошових платежів може призвести до подвійного врахування капітальних витрат.*

*Природоохоронні витрати у хімічному виробництві можуть бути як капітальними, так і поточними. До капітальних належать витрати на створення очисних споруд, систем рекуперації, утилізації відходів, герметизації обладнання та контролю викидів. Поточними є витрати на експлуатацію цих систем, екологічний моніторинг, лабораторні вимірювання, очищення стічних вод, знешкодження відходів і сплату екологічних платежів.*

Природоохоронні витрати не варто розглядати як неов'язкове доповнення до технологічного рішення. Вони є частиною витрат на створення та експлуатацію об'єкта, якщо без відповідних заходів його робота не відповідає встановленим вимогам або створює неприйнятний рівень ризику.

*Соціальні витрати пов'язані із забезпеченням умов праці, соціального захисту персоналу та взаємодії підприємства з територіальною громадою. До них можуть належати витрати на медичне обслуговування і страхування працівників, навчання персоналу, забезпечення засобами індивідуального захисту, утримання соціальної інфраструктури, організацію харчування і транспортування працівників.*

У розширеному техніко-економічному обґрунтуванні можуть оцінюватися також зовнішні соціальні наслідки проекту: вплив на здоров'я населення, зайнятість, безпеку території, навантаження на місцеву інфраструктуру. Частина таких наслідків не має безпосередньої ринкової ціни, тому їх доцільно відокремлювати від фінансових витрат підприємства.

Для хімічного виробництва потрібно також враховувати «витрати на виведення об'єкта з експлуатації». До них можуть належати витрати на демонтаж обладнання, очищення резервуарів і трубопроводів, знешкодження залишків небезпечних речовин, утилізацію обладнання, рекультивацію земельної ділянки та відновлення території. Якщо такі витрати є

прогнозованими й невідворотними, їх необхідно враховувати ще на етапі вибору проєктного рішення.

#### *Класифікація витрат за способом включення до собівартості*

За способом віднесення на окремих вид продукції витрати поділяються на прямі та непрямі.

*Прямі витрати* можуть бути безпосередньо віднесені до виробництва конкретного виду продукції. До них належать витрати на основну сировину, реагенти, технологічну енергію, заробітну плату виробничого персоналу та інші ресурси, споживання яких можна визначити для відповідного продукту.

*Непрямі витрати* пов'язані з роботою кількох виробництв, установок або видів продукції. До них можуть належати витрати на утримання загальнозаводських мереж, лабораторій, ремонтних служб, адміністративного персоналу та систем промислової безпеки. Такі витрати розподіляються між видами продукції за обраною базою: обсягом виробництва, прямими витратами, машино-годинами, енергоспоживанням або іншими показниками.

#### *Класифікація витрат залежно від обсягу виробництва*

Для аналізу взаємозв'язку між витратами, обсягом виробництва та фінансовим результатом витрати поділяються на постійні, змінні та змішані.

*Постійні витрати* у межах визначеного діапазону виробничої потужності не залежать безпосередньо від зміни обсягу випуску продукції. До них можуть належати амортизація, орендна плата, оплата праці адміністративного персоналу, охорона об'єкта та частина витрат на технічне обслуговування.

*Змінні витрати* змінюються залежно від обсягу виробництва. До них належать витрати на сировину, реагенти, технологічне паливо, пакувальні матеріали та частина енергетичних витрат.

*Змішані витрати* містять постійну і змінну складові. Наприклад, плата за електроенергію може включати постійну плату за приєднану потужність і змінну оплату фактичного споживання.

Поділ витрат на постійні та змінні є необхідним для проведення CVP-аналізу, визначення точки беззбитковості та оцінювання впливу завантаження виробничої потужності на фінансовий результат.

#### *Витрати, релевантні для ухвалення рішення*

Під час порівняння альтернатив потрібно враховувати не всі витрати підприємства, а лише ті, величина яких змінюється залежно від вибраного рішення.

*Релевантні витрати* – це майбутні витрати, які відрізняються для альтернативних варіантів. Наприклад, під час вибору між двома технологіями релевантними будуть різниця у вартості обладнання, споживанні енергії, витратах сировини, обслуговуванні та поводженні з відходами.

*Безповоротні витрати* – це витрати, які вже здійснені й не можуть бути повернуті незалежно від подальшого рішення. Витрати на завершене

дослідження або придбану раніше консультацію не повинні визначати вибір між майбутніми альтернативами.

*Альтернативні витрати* характеризують вигоду, від якої відмовляються внаслідок вибору певного варіанта. Наприклад, використання наявного приміщення для нового виробництва означає відмову від можливості передати його в оренду або використати для іншого проєкту.

Прирістні витрати відображають додаткові витрати, що виникають унаслідок зміни обсягу виробництва, впровадження нового продукту або переходу до іншої технології.

#### *Співвідношення витрат і доходів проєкту*

Дохід не є видом витрат, тому його потрібно розглядати окремо. Проте техніко-економічна оцінка рішення потребує зіставлення витрат із грошовими надходженнями та іншими економічними вигодами.

*Дохід від реалізації проєкту* – це сукупна грошова вигода, яку отримає ініціатор (інвестор, замовник, власник) після завершення та введення об'єкта в експлуатацію. Він є основою для оцінки інвестиційної ефективності проєкту в межах ТЕО.

До економічних вигод від реалізації проєкту можуть належати:

- виручка від реалізації основної продукції;
- доходи від продажу побічної продукції та виробничих відходів;
- економія сировини, енергії або трудових ресурсів;
- зменшення витрат на ремонти, простої та усунення аварій;
- зниження екологічних платежів і витрат на поводження з відходами;
- надходження від продажу обладнання або інших активів наприкінці проєкту;

- субсидії, компенсації та інші передбачені проєктом надходження.

Отже, *дохід від проєкту в ТЕО* – це не лише виручка, а сукупність усіх фінансових вигод, пов'язаних із його реалізацією та подальшим функціонуванням. Його варто оцінювати у динаміці, з урахуванням податкових, ринкових і експлуатаційних факторів.

Для оцінювання проєкту визначають прогноз доходів і витрат за окремими періодами, можливу нерівномірність надходжень, рівень використання виробничої потужності та зміни цін на продукцію і ресурси. У наступних етапах техніко-економічного обґрунтування ці показники використовуються для розрахунку собівартості, точки беззбитковості, грошових потоків та показників економічної ефективності.

Отже, витрати у техніко-економічному обґрунтуванні хімічного виробництва необхідно визначати не лише за економічними елементами або статтями калькуляції, а й за часом їх виникнення, залежністю від обсягу виробництва, способом включення до собівартості та впливом на вибір проєктного рішення. Такий підхід дає змогу уникнути неповного або подвійного врахування витрат і створює основу для подальшого розрахунку собівартості та оцінювання альтернатив.

## ***Методичні підходи до розрахунку витрат і собівартості в процесі обґрунтування рішень у хімічній галузі***

Розрахунок витрат і собівартості в техніко-економічному обґрунтуванні необхідний для визначення потреби в ресурсах, оцінювання економічних наслідків технологічного рішення, формування прогнозової ціни продукції та порівняння альтернативних варіантів. У хімічній галузі такий розрахунок ускладнюється значною матеріало- й енергоємністю виробництва, безперервністю окремих технологічних процесів, утворенням побічної продукції, технологічними втратами, необхідністю очищення викидів і стічних вод, а також залежністю витрат від рівня завантаження виробничої потужності.

*Собівартість продукції* відображає вартісну оцінку ресурсів, використаних для її виробництва та реалізації. Водночас у техніко-економічному обґрунтуванні собівартість не варто розглядати як єдиний показник витрат. Для ухвалення рішення необхідно окремо визначати капітальні вкладення, поточні грошові витрати, амортизацію, витрати на фінансування, податки та інші платежі, а також майбутні витрати, пов'язані з модернізацією і виведенням об'єкта з експлуатації.

### ***Послідовність розрахунку витрат і собівартості***

Методика розрахунку залежить від мети техніко-економічного обґрунтування. Це може бути створення нового виробництва, збільшення потужності, заміна обладнання, зміна рецептури, перехід на іншу сировину, впровадження енергоощадної технології або організація випуску нового виду продукції.

Розрахунок доцільно проводити за такою послідовністю:

- визначення об'єкта оцінювання та меж розрахунку;
- встановлення планового обсягу виробництва;
- формування матеріального та енергетичного балансу;
- визначення потреби в персоналі;
- розрахунок прямих виробничих витрат;
- визначення та розподіл непрямих витрат;
- розрахунок виробничої і повної собівартості;
- визначення собівартості одиниці продукції;
- перевірка чутливості результатів до зміни основних вихідних параметрів;
- порівняння розрахованих показників за альтернативними рішеннями.

На першому етапі встановлюють *об'єкт калькулювання*, тобто продукцію, роботу або технологічний процес, для якого визначається собівартість. Об'єктом може бути окремий хімічний продукт, партія продукції, технологічна стадія, виробнича установка або весь комплекс виробництва.

Одночасно визначають *калькуляційну одиницю*. Нею може бути одна тонна, один кілограм, один кубічний метр, один літр, одна партія або інша фізична одиниця продукції. Для забезпечення зіставності альтернатив калькуляційна одиниця повинна бути однаковою для всіх варіантів.

Під час оцінювання технологій важливо враховувати не лише кількість продукції, а й її якісні характеристики: концентрацію основної речовини, ступінь очищення, вологість, фракційний склад, форму пакування та інші параметри. Порівнювати собівартість тони продукції різної якості без відповідного коригування некоректно.

#### *Формування вихідної інформації*

Основою розрахунку витрат є технічні, технологічні та економічні вихідні дані. До них належать:

- проєктна виробнича потужність;
- прогнозний обсяг випуску продукції;
- режим роботи обладнання;
- норми витрат сировини, матеріалів, реагентів і каталізаторів;
- норми споживання палива, електроенергії, пари, води та інших ресурсів;
- вихід готової продукції;
- рівень технологічних втрат;
- обсяги побічної продукції та відходів;
- чисельність персоналу;
- ціни на сировину, матеріали та енергетичні ресурси;
- ставки оплати праці;
- вартість обладнання та строк його корисного використання;
- витрати на ремонт, технічне обслуговування і природоохоронні заходи.

Джерела вихідних даних мають бути зазначені в техніко-економічному обґрунтуванні. Для кожного показника необхідно вказувати дату, одиницю вимірювання, умови постачання, податковий режим і використані припущення. Дані, отримані для різних періодів або в різних цінах, перед використанням потрібно привести до порівнянного вигляду.

#### *Матеріальний баланс як основа розрахунку витрат*

Для хімічного виробництва розрахунок матеріальних витрат спирається на матеріальний баланс технологічного процесу. Він відображає надходження сировини та матеріалів, вихід основної і побічної продукції, утворення відходів і технологічні втрати.

У загальному вигляді матеріальний баланс можна подати так:

*Надходження сировини і матеріалів = вихід основної продукції + вихід побічної продукції + відходи + технологічні втрати*

Потреба в окремому виді сировини визначається за нормою її витрачання на одиницю продукції:

$$M_i = H_i \cdot Q_i, \quad (2.1)$$

де  $M_i$  – потреба в  $i$ -му виді сировини або матеріалу;  
 $H_i$  – норма витрати ресурсу на одиницю продукції;  
 $Q$  – плановий обсяг виробництва.

Вартість матеріальних ресурсів розраховується як добуток їх кількості та ціни:

$$B_m = \sum (M_i \cdot C_i), \quad (2.2)$$

де  $B_m$  – загальна вартість матеріальних ресурсів;  
 $C_i$  – ціна одиниці  $i$ -го ресурсу.

До ціни придбання можуть додаватися транспортно-заготівельні витрати, витрати на страхування, зберігання та підготовку сировини до використання. Якщо вартість окремих поворотних відходів або залишків може бути відшкодована, її віднімають із загальної величини матеріальних витрат.

Матеріальні витрати на одиницю продукції визначаються за формулою:

$$B_{m.od} = \frac{B_m}{Q}. \quad (2.3)$$

Розрахунок лише за нормативною рецептурою може бути недостатнім. У техніко-економічному обґрунтуванні необхідно враховувати фактичний або прогнозний коефіцієнт виходу продукції, можливий брак, втрати під час транспортування, зберігання, змішування, нагрівання, охолодження, фільтрації та інших технологічних операцій.

#### *Розрахунок енергетичних витрат*

Енергетичні витрати визначають окремо за кожним видом енергії:

$$B_e = \sum (E_j \cdot T_j), \quad (2.4)$$

де  $B_e$  – загальні енергетичні витрати;  
 $E_j$  – обсяг споживання  $j$ -го виду енергетичного ресурсу;  
 $T_j$  – тариф або ціна одиниці відповідного ресурсу.

До розрахунку можуть включатися витрати на електроенергію, природний газ, пару, гарячу і холодну воду, стиснене повітря, холодоагенти та

інші ресурси. У разі наявності постійної плати за потужність і змінної плати за фактичне споживання ці складові необхідно розділяти.

Для порівняння альтернативних технологій доцільно визначати питомі енергетичні витрати на одиницю готової продукції. Однак нижче питоме споживання енергії не завжди автоматично означає економічну перевагу. Енергоощадна технологія може потребувати дорожчого обладнання, складнішого обслуговування або додаткових матеріалів, тому оцінювати потрібно сукупний економічний результат.

#### *Розрахунок витрат на оплату праці*

Витрати на оплату праці визначають на основі чисельності персоналу, режиму роботи та встановлених ставок оплати праці. До розрахунку включають оплату праці основних виробничих робітників, допоміжного персоналу, інженерно-технічних працівників, лабораторного й управлінського персоналу.

Загальні витрати на оплату праці можуть бути визначені за формулою:

$$Bon = \sum (C_k \cdot Z_k), \quad (2.5)$$

де  $Bon$  – витрати на оплату праці;

$C_k$  – чисельність працівників  $k$ -ї категорії;

$Z_k$  – витрати на оплату праці одного працівника відповідної категорії за розрахунковий період.

У їхньому складі розрізняють основну та додаткову заробітну плату. Основна заробітна плата – це оплата за фактично виконану роботу відповідно до тарифних ставок, окладів або відрядних розцінок. Додаткова заробітна плата охоплює премії, надбавки, доплати, оплату відпусток та інші передбачені виплати.

Загальний фонд оплати праці визначають як:

$$\Phi ОП = ЗПосн + ЗПдод. \quad (2.6)$$

Окремо враховують нарахування на оплату праці відповідно до прийнятих у розрахунку умов. Якщо частина персоналу обслуговує кілька технологічних ліній або видів продукції, відповідні витрати належать до непрямих і потребують розподілу.

#### *Амортизаційні витрати*

Амортизаційні витрати визначають для основних засобів і нематеріальних активів, які використовуються у виробництві. За спрощеного прямолінійного підходу річна сума амортизації може бути розрахована так:

$$A = \frac{(ПВ - ЛВ)}{T}, \quad (2.7)$$

де  $A$  – річна сума амортизації;

$ПВ$  – первісна вартість активу;

*ЛВ* – прогнозна ліквідаційна вартість;

*T* – строк корисного використання.

Якщо обладнання використовується для виробництва кількох продуктів, амортизацію розподіляють між ними відповідно до часу роботи обладнання, обсягу виробництва, машино-годин або іншої обґрунтованої бази.

У техніко-економічному обґрунтуванні необхідно розмежовувати амортизацію та капітальні вкладення. Капітальні витрати є грошовим відтоком на інвестиційному етапі, а амортизація є поступовим перенесенням вартості активу на продукцію. Їх одночасне включення до одного й того самого показника витрат без відповідного розмежування призводить до подвійного рахунку.

#### *Витрати на ремонт і технічне обслуговування*

Витрати на ремонт та обслуговування обладнання можуть розраховуватися:

- за нормативом у відсотках до вартості обладнання;
- на основі графіка планово-попереджувальних ремонтів;
- за фактичними витратами аналогічного обладнання;
- за даними постачальника або сервісного договору.

Для нового виробництва використання лише середнього відсотка від вартості обладнання дає орієнтовний результат. Точніший підхід передбачає врахування періодичності ремонтів, вартості запасних частин, тривалості простоїв, витрат на залучення спеціалізованих організацій і строків заміни окремих вузлів.

#### *Природоохоронні витрати*

До собівартості продукції хімічного виробництва можуть включатися витрати на:

- очищення стічних вод;
- очищення й контроль викидів;
- збирання, зберігання, транспортування та знешкодження відходів;
- експлуатацію природоохоронного обладнання;
- лабораторний та екологічний контроль;
- сплату обов'язкових екологічних платежів;
- відновлення та повторне використання окремих ресурсів.

Якщо побічний продукт або відхід може бути реалізований чи повторно використаний, відповідний дохід або економію потрібно враховувати окремо. Проте очікувана вартість реалізації відходів не повинна автоматично зменшувати собівартість, якщо їх продаж не підтверджений ринком, договором або технічною можливістю подальшого використання.

#### *Виробнича та повна собівартість*

Для цілей техніко-економічного обґрунтування доцільно розмежовувати виробничу і повну собівартість.

*Виробнича собівартість* охоплює витрати, безпосередньо пов'язані з виробництвом продукції:

$$C_{\text{вир}} = V_{\text{прям}} + V_{\text{заг.вир}}, \quad (2.8)$$

де  $C_{\text{вир}}$  – виробнича собівартість;

$V_{\text{прям}}$  – прямі виробничі витрати;

$V_{\text{заг.вир}}$  – розподілені загальновиробничі витрати.

До прямих виробничих витрат належать сировина, основні й допоміжні матеріали, технологічна енергія, оплата праці виробничого персоналу та інші витрати, які можна безпосередньо віднести до конкретного продукту.

*Повна собівартість* охоплює виробничу собівартість, а також адміністративні витрати, витрати на збут та інші витрати, пов'язані з виробництвом і реалізацією продукції:

$$C_{\text{повн}} = C_{\text{вир}} + V_{\text{адм}} + V_{\text{зб}} + V_{\text{ін}}, \quad (2.9)$$

де  $C_{\text{повн}}$  – повна собівартість;

$V_{\text{адм}}$  – адміністративні витрати;

$V_{\text{зб}}$  – витрати на збут;

$V_{\text{ін}}$  – інші враховані операційні витрати.

Собівартість одиниці продукції визначається так:

$$C_{\text{од}} = \frac{C_{\text{повн}}}{Q}, \quad (2.10)$$

де  $C_{\text{од}}$  – повна собівартість одиниці продукції;

$Q$  – обсяг товарної продукції за відповідний період.

Середня собівартість одиниці залежить від завантаження виробничої потужності. За зменшення обсягу випуску постійні витрати розподіляються на меншу кількість продукції, тому собівартість одиниці зазвичай зростає. Через це в техніко-економічному обґрунтуванні потрібно зазначати, для якого рівня використання потужності виконано розрахунок.

*Непрямі витрати* не можуть бути безпосередньо віднесені до окремого виду продукції, тому розподіляються за обраною базою. Такою базою можуть бути:

- прямі матеріальні витрати;
- витрати на оплату праці;
- обсяг виробництва;
- машино-години;

- тривалість технологічного процесу;
- обсяг споживання енергії;
- площа виробничих приміщень;
- кількість технологічних операцій.

База розподілу повинна відображати причинно-наслідковий зв'язок між витратами та об'єктом калькулювання. Наприклад, витрати ремонтної служби доцільніше розподіляти за машино-годинами або вартістю обладнання, а витрати лабораторії – за кількістю аналізів чи партій продукції.

Застосування однієї бази для всіх непрямих витрат спрощує розрахунок, але може суттєво викривити собівартість окремих продуктів. Для складного багатопродуктового виробництва доцільно використовувати кілька баз розподілу для різних груп витрат.

#### *Методи калькулювання собівартості*

Метод калькулювання обирають залежно від характеру виробництва, тривалості технологічного циклу та номенклатури продукції.

Попроцесний метод застосовують у масовому та безперервному виробництві, де продукція послідовно проходить кілька технологічних стадій. Витрати обліковують за процесами, переділами, установками або цехами, після чого визначають середню собівартість одиниці продукції. Для багатьох хімічних виробництв цей метод є базовим.

Попередільний метод використовують, якщо технологічний процес складається з окремих завершених стадій – переділів, на кожному з яких утворюється напівфабрикат або проміжний продукт. Собівартість кінцевої продукції формується шляхом послідовного накопичення витрат за всіма переділами.

Позамовний метод доцільний для одиничного або дрібносерійного виробництва, виконання окремих дослідних партій, виготовлення спеціалізованих реагентів, матеріалів або обладнання за індивідуальним замовленням. Витрати накопичуються окремо за кожним замовленням.

Нормативний метод передбачає визначення собівартості на основі встановлених норм витрат ресурсів і подальший облік відхилень від цих норм. Він дає змогу виявляти причини перевитрат сировини, енергії або робочого часу.

У техніко-економічному обґрунтуванні найчастіше використовується планова або прогнозна калькуляція. Вона ґрунтується на технічних нормах, прогнозних цінах і плановому рівні використання потужності.

#### *Калькулювання у комплексних виробництвах*

У хімічній промисловості один технологічний процес може одночасно давати кілька видів продукції. У такому разі виникає необхідність розподілу спільних витрат між основною, супутньою та побічною продукцією.

Спільні витрати можуть розподілятися:

- пропорційно фізичному обсягу продукції;
- пропорційно масі або об'єму;

- за енергетичним або хімічним вмістом;
- пропорційно ринковій вартості продукції;
- за чистою вартістю реалізації;
- на основі технологічно обґрунтованих коефіцієнтів.

Вибір методу впливає на собівартість кожного продукту, але не змінює загальної суми витрат комплексного виробництва. Тому під час порівняння технологічних альтернатив потрібно застосовувати однаковий підхід до розподілу спільних витрат.

Якщо побічна продукція має незначну вартість, дохід від її реалізації може відніматися із загальних витрат на виробництво основної продукції. Такий підхід потребує обґрунтування, оскільки завищена оцінка побічної продукції штучно знижує собівартість основного продукту.

#### *Розрахунок витрат за альтернативними рішеннями*

Під час техніко-економічного обґрунтування необхідно розраховувати витрати окремо для кожного альтернативного варіанта. Порівняння лише повної собівартості може бути недостатнім, особливо якщо частина витрат залишається однаковою для всіх альтернатив.

До розрахунку необхідно включати витрати, які змінюються залежно від прийнятого рішення:

- додаткову потребу в сировині та енергії;
- зміну чисельності персоналу;
- витрати на обслуговування нового обладнання;
- зміну екологічних платежів;
- витрати на утилізацію відходів;
- додаткові капітальні вкладення;
- витрати на зупинення та переналагодження виробництва;
- можливі втрати продукції під час переходу на нову технологію.

Для порівняння варіантів може використовуватися показник питомих приведених витрат, витрат на одиницю продукції або прирістних витрат. Метод порівняння обирають залежно від того, чи відрізняються альтернативи обсягом виробництва, строком експлуатації, якістю продукції та величиною початкових інвестицій.

Якщо альтернативи мають різний строк реалізації або витрати виникають у різні періоди, їх не можна безпосередньо підсумовувати без урахування фактора часу. У такому разі формують прогноз витрат за роками та приводять їх до порівнянного моменту часу шляхом дисконтування. Детально цей підхід застосовується під час оцінювання економічної ефективності інвестиційних рішень.

#### *Перевірка обґрунтованості розрахунку*

Розрахована собівартість потребує перевірки. Для цього доцільно:

- порівняти питомі витрати з даними аналогічних виробництв;

- перевірити відповідність витрат матеріальному та енергетичному балансу;
- зіставити проєктну потужність і плановий обсяг випуску;
- перевірити відсутність подвійного включення витрат;
- визначити частку основних статей у загальній собівартості;
- оцінити вплив зміни цін на сировину й енергію;
- перевірити реалістичність норм технологічних витрат;
- виконати розрахунок для різних рівнів завантаження потужності.

Особливої уваги потребує уникнення подвійного рахунку. Наприклад, транспортні витрати не можна одночасно включати до ціни сировини та окремої статті калькуляції. Амортизацію не варто повторно враховувати як капітальні витрати у складі поточних грошових платежів.

#### *Використання результатів розрахунку*

Результатом розрахунку має бути не лише загальна величина собівартості, а структуроване подання витрат за основними статтями, періодами та альтернативними варіантами. Це дає змогу визначити найбільш витратомісткі елементи виробництва, оцінити резерви зниження витрат і встановити фактори, які найбільше впливають на економічний результат.

Розраховані постійні та змінні витрати використовуються для проведення CVP-аналізу, визначення точки беззбитковості, запасу фінансової міцності й необхідного обсягу виробництва. Прогнозні витрати разом із доходами є основою для формування грошових потоків та подальшого оцінювання інвестиційної ефективності проєктного рішення.

Отже, методика розрахунку витрат і собівартості в хімічній галузі повинна поєднувати технологічні норми, матеріальні та енергетичні баланси, обґрунтований розподіл непрямих витрат і прогноз економічних умов реалізації проєкту. Якість такого розрахунку визначається не кількістю статей калькуляції, а повнотою вихідних даних, відсутністю подвійного рахунку та зіставністю альтернативних варіантів.

### ***Основні принципи проведення CVP-аналізу в обґрунтуванні виробничих та інвестиційних рішень***

CVP-аналіз (Cost–Volume–Profit analysis) – це метод дослідження взаємозв'язку між витратами, обсягом виробництва та реалізації, ціною продукції і прибутком. У техніко-економічному обґрунтуванні його використовують для визначення мінімального обсягу реалізації, необхідного для покриття витрат, оцінювання запасу фінансової міцності та прогнозування зміни прибутку залежно від завантаження виробничої потужності.

Для хімічного виробництва CVP-аналіз дає змогу встановити, за якого обсягу випуску нова технологічна лінія або виробнича установка стане беззбитковою, як на результат впливають ціни на сировину й енергоресурси та наскільки стійким є рішення за неповного завантаження потужності.

### *Передумови проведення CVP-аналізу*

Проведення CVP-аналізу потребує розподілу витрат на постійні та змінні.

Постійні витрати в межах визначеного діапазону виробничої потужності не залежать безпосередньо від обсягу випуску. До них можуть належати амортизація обладнання, орендна плата, оплата праці управлінського персоналу, витрати на охорону та частина витрат на технічне обслуговування.

Змінні витрати змінюються залежно від обсягу виробництва. У хімічному виробництві це витрати на сировину, реагенти, допоміжні матеріали, технологічне паливо, пакування та змінна частина енергетичних витрат.

Змішані витрати необхідно розділити на постійну і змінну складові. Наприклад, плата за електроенергію може включати постійну плату за приєднану потужність і змінну оплату фактичного споживання.

*Класичний CVP-аналіз ґрунтується на таких припущеннях:*

- ціна одиниці продукції не змінюється;
- змінні витрати на одиницю залишаються постійними;
- загальна величина постійних витрат є незмінною;
- обсяг виробництва відповідає обсягу реалізації;
- структура реалізації кількох видів продукції залишається сталою;
- технологія та продуктивність обладнання істотно не змінюються.

Ці припущення спрощують реальні виробничі процеси, тому результати аналізу необхідно розглядати як розрахункову модель, дійсну в установленому діапазоні обсягів виробництва.

### *Маржинальний дохід*

Основним показником CVP-аналізу є *маржинальний дохід* – частина виручки, яка залишається після покриття змінних витрат і використовується для відшкодування постійних витрат та формування прибутку.

Маржинальний дохід на одиницю продукції:

$$MДод = Ц - ЗВод, \quad (2.11)$$

де  $MДод$  – маржинальний дохід на одиницю продукції;

$Ц$  – ціна одиниці продукції;

$ЗВод$  – змінні витрати на одиницю продукції.

Загальний маржинальний дохід:

$$МД = ВР - ЗВ, \quad (2.12)$$

де  $ВР$  – виручка від реалізації;

$ЗВ$  – загальна величина змінних витрат.

Прибуток визначають як:

$$\Pi = MD - PB, \quad (2.13)$$

де  $\Pi$  – прибуток;

$PB$  – постійні витрати.

Якщо маржинальний дохід дорівнює постійним витратам, підприємство повністю покриває свої витрати, але не отримує прибутку. Такий стан відповідає точці беззбитковості.

#### *Точка беззбитковості*

Точка беззбитковості – це обсяг виробництва та реалізації, за якого виручка дорівнює сукупним витратам, а прибуток дорівнює нулю.

Точка беззбитковості у натуральному вираженні:

$$Q_{б.з.} = \frac{PB}{(Ц - З_{в\text{од}})} \quad (2.14)$$

або

$$Q_{б.з.} = \frac{PB}{MD_{од}}, \quad (2.15)$$

де  $Q_{б.з.}$  – беззбитковий обсяг реалізації.

Для визначення точки беззбитковості у вартісному вираженні спочатку розраховують коефіцієнт маржинального доходу:

$$K_{мд} = \frac{MD_{од}}{Ц}. \quad (2.16)$$

Тоді беззбиткова виручка становить

$$BP_{бз} = \frac{PB}{K_{мд}}, \quad (2.17)$$

де  $BP_{бз}$  – виручка в точці беззбитковості.

Чим вищий маржинальний дохід на одиницю продукції, тим менший обсяг реалізації потрібний для покриття постійних витрат.

#### *Цільовий обсяг виробництва*

CVP-аналіз дає змогу визначити обсяг реалізації, необхідний для отримання запланованого прибутку:

$$Q_{ц} = \frac{(PB + \Pi_{ц})}{MD_{од}}, \quad (2.18)$$

де  $Q_{ц}$  – необхідний обсяг реалізації;  
 $\Pi_{ц}$  – цільовий прибуток.

Отриманий показник зіставляють із проектною потужністю обладнання та прогнозним попитом. Якщо необхідний обсяг перевищує технічну потужність або реалістичний обсяг збуту, рішення потребує перегляду.

*Запас фінансової міцності*

Запас фінансової міцності показує, наскільки плановий обсяг реалізації перевищує точку беззбитковості:

$$ЗФМ = Q_{пл} - Q_{б.з.}, \quad (2.19)$$

де  $Q_{пл}$  – плановий обсяг реалізації.

У відсотках:

$$ЗФМ\% = \frac{(Q_{пл} - Q_{б.з.})}{Q_{пл} \cdot 100\%}. \quad (2.20)$$

Чим більший запас фінансової міцності, тим стійкішим є виробниче рішення до скорочення попиту, перебоїв у постачанні сировини, ремонтних зупинок та інших несприятливих змін.

Невеликий запас означає, що навіть незначне зменшення обсягу реалізації може призвести до збитків. Для хімічних виробництв це особливо суттєво через високі постійні витрати та необхідність підтримання технологічного режиму.

*Операційний важіль*

Вплив зміни обсягу реалізації на прибуток характеризує операційний важіль:

$$ОВ = \frac{МД}{\Pi}, \quad (2.21)$$

де  $ОВ$  – рівень операційного важеля.

Високий операційний важіль характерний для виробництв зі значною часткою постійних витрат. Після досягнення точки беззбитковості збільшення обсягу реалізації забезпечує швидке зростання прибутку. Водночас скорочення обсягу виробництва так само швидко зменшує прибуток і підвищує ризик збитків.

### Графічне подання CVP-аналізу

Графік беззбитковості будують у системі координат, де на горизонтальній осі відображають обсяг виробництва або реалізації, а на вертикальній – витрати й виручку (рис. 2.2).

Лінія постійних витрат є горизонтальною. Лінія сукупних витрат починається на рівні постійних витрат і зростає разом зі змінними витратами. Лінія виручки починається з початку координат і змінюється залежно від ціни та обсягу реалізації.

Точка перетину лінії виручки з лінією сукупних витрат є точкою беззбитковості. Ліворуч від неї утворюється зона збитків, праворуч – зона прибутку.

### Умовний графік точки беззбитковості

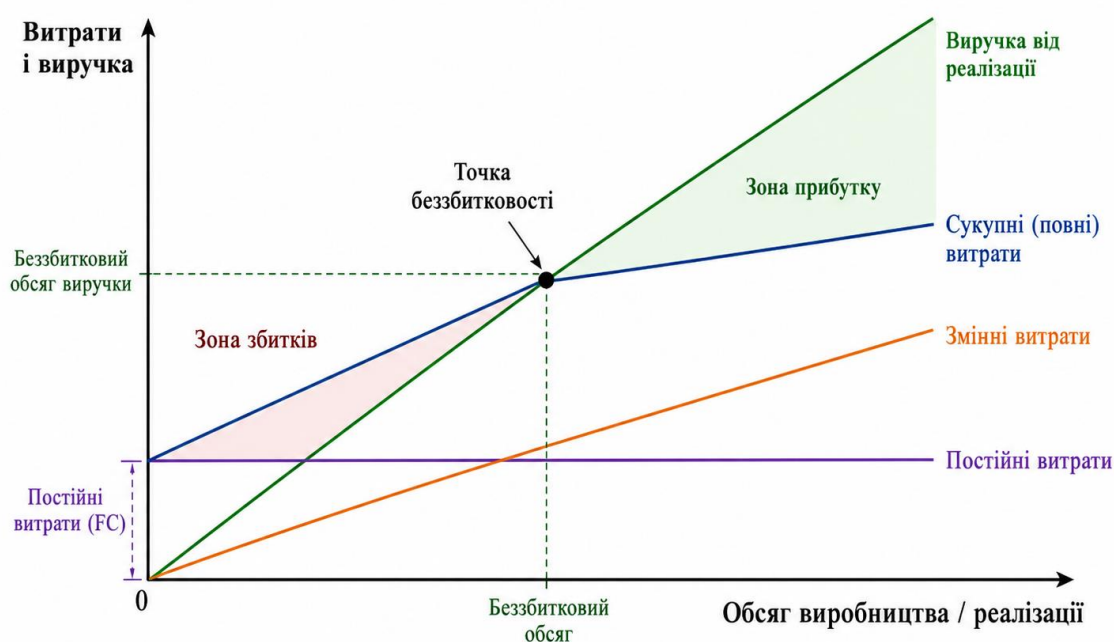


Рисунок 2.2 – Графічне представлення точки беззбитковості

### Особливості CVP-аналізу в хімічній галузі

У хімічному виробництві залежність між витратами та обсягом випуску не завжди є лінійною. На неї можуть впливати:

- зміна виходу продукції за різного завантаження обладнання;
- підвищення питомого енергоспоживання за неповної потужності;
- необхідність підтримувати мінімальний технологічний режим;
- періодичні зупинки для ремонту, очищення або регенерації каталізаторів;
- зміна обсягів відходів, браку та технологічних втрат;

- зростання витрат на очищення викидів і стічних вод;
- ступінчасте збільшення постійних витрат після введення додаткової зміни або обладнання.

Тому постійні та змінні витрати необхідно визначати в межах конкретного діапазону виробничої потужності. Якщо після досягнення певного обсягу потрібне додаткове обладнання або персонал, для нового діапазону необхідно розрахувати окрему точку беззбитковості.

### *Багатопродуктове виробництво*

Якщо підприємство виробляє кілька видів продукції, точка беззбитковості залежить від структури реалізації. Продукти можуть мати різну ціну, змінні витрати та маржинальний дохід.

У такому разі використовують середньозважений маржинальний дохід з урахуванням частки кожного продукту в загальному обсязі продажу. Розрахунок є коректним лише за умови збереження прийнятої структури реалізації.

Для комплексних хімічних виробництв необхідно також враховувати можливість реалізації основної, супутньої та побічної продукції. Зміна їх співвідношення може істотно змінити загальну точку беззбитковості.

### *Порівняння альтернативних рішень*

CVP-аналіз дає змогу порівнювати технології з різним співвідношенням постійних і змінних витрат. Автоматизована технологія може потребувати більших капітальних вкладень і мати вищі постійні витрати, але нижчі змінні витрати на одиницю продукції.

Критичний обсяг, за якого сукупні витрати двох альтернатив стають однаковими, визначають із рівняння:

$$ПВ_1 + ЗВод_1 \cdot Q = ПВ_2 + ЗВод_2 \cdot Q. \quad (2.22)$$

Звідси:

$$Q_{к.р.} = \frac{(ПВ_2 - ПВ_1)}{(ЗВод_1 - ЗВод_2)}, \quad (2.23)$$

де  $Q_{кр}$  – критичний обсяг виробництва.

До досягнення критичного обсягу економічну перевагу має один варіант, після його перевищення – інший. Остаточний вибір повинен враховувати також якість продукції, технічну надійність, екологічні наслідки та ризики.

### *Обмеження CVP-аналізу*

Класичний CVP-аналіз не враховує зміну вартості грошей у часі, інфляцію, нерівномірність інвестиційних витрат, зміну тарифів і цін, різні строки експлуатації технологій, ліквідаційну вартість обладнання та витрати на виведення об'єкта з експлуатації.

Тому його доцільно використовувати як інструмент попереднього й оперативного оцінювання. Під час обґрунтування довгострокових інвестиційних рішень результати CVP-аналізу необхідно доповнювати розрахунками, що враховують фактор часу.

Отже, CVP-аналіз дає змогу визначити точку беззбитковості, цільовий обсяг реалізації, запас фінансової міцності та рівень операційного ризику. Достовірність результатів залежить від правильного поділу витрат на постійні й змінні та реалістичності вихідних припущень.

### *Динамічна точка беззбитковості та її використання в техніко-економічному обґрунтуванні рішень*

Класична точка беззбитковості показує обсяг виробництва або реалізації, за якого виручка дорівнює сукупним витратам, а прибуток становить нуль. Такий розрахунок є статичним: він виконується для одного періоду, ґрунтується на незмінних цінах, питомих змінних і постійних витратах та не враховує розподіл платежів у часі. Динамічна точка беззбитковості враховує час виникнення витрат і надходжень та зміну вартості грошей у часі. У найбільш поширеному трактуванні вона визначає момент, коли накопичений дисконтований грошовий потік проєкту стає рівним нулю. До цього моменту приведені доходи ще не компенсують інвестиційні й експлуатаційні витрати, після нього проєкт починає створювати додатну чисту приведену вартість.

### *Формування грошового потоку*

*Грошовий потік* – це різниця між притоками грошових коштів і їх відтоками впродовж певного періоду часу.

*Грошові притоки* – це надходження грошових коштів. Наприклад, притоком є виручка від реалізації, отримана орендна плата, зменшення запасів.

*Грошові відтоки* – це витрачені грошові кошти. Наприклад, до відтоків відносяться витрати на виробництво і реалізацію продукції, придбання устаткування і так далі.

Грошові потоки можуть бути:

– *ордінарними* – від'ємне значення має лише грошовий потік нульового року (рис. 2.3);

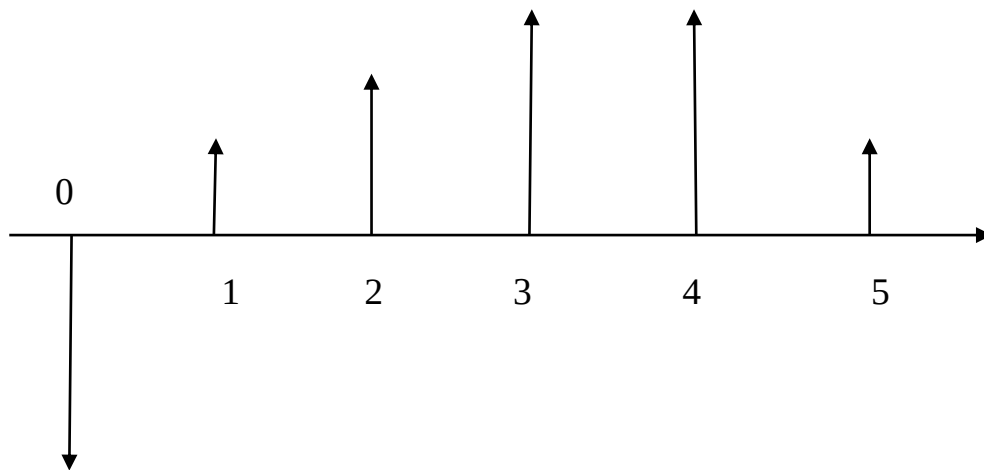


Рисунок 2.3 – Приклад інвестиційного проекту з ординарними грошовими потоками

– *неординарними* – протягом терміну реалізації грошові потоки змінюють свою спрямованість (рис. 2.4).

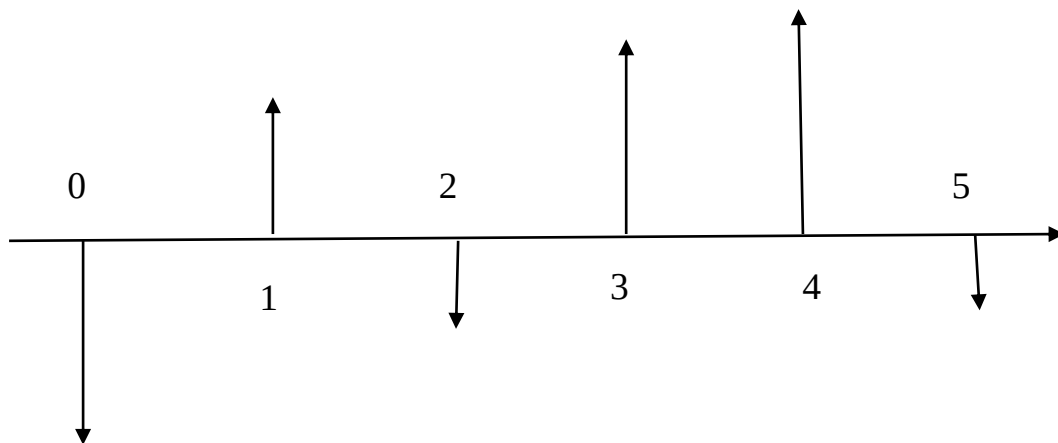


Рисунок 2.4 – Приклад інвестиційного проекту з неординарними грошовими потоками

*Грошовий потік по активах* можна розділити на три складові частини – операційний грошовий потік, приріст чистих капітальних витрат, приріст чистого оборотного капіталу.

$$CF_t = OCF_t - NC_t - NWC_t, \quad (2.24)$$

де  $CF_t$  – грошовий потік в році  $t$ ;

$OCF_t$  – операційний грошовий потік в році  $t$ ;

$NC_t$  – приріст чистих капітальних витрат в році  $t$ ;

$NWC_t$  – приріст чистого робочого капіталу в році  $t$ .

*Операційний грошовий потік OCF (Operating Cash Flows)* – це грошовий потік, який є результатом щоденної роботи підприємства по виробництву і реалізації продукції, робіт або послуг.

*Приріст чистих капітальних витрат NC (Net Capital)* – це різниця між сумою коштів, яку спрямовано на збільшення (купівлю) основних активів і коштами, які отримано від зменшення (продажу) основних засобів.

*Приріст чистого робочого капіталу NWC (Net Working Capital)* – це різниця між коштами, які спрямовано на збільшення матеріальних оборотних активів і коштами, на які зменшено матеріальні оборотні активи.

Грошові потоки різних років не можуть бути підсумовані – спочатку їх необхідно продисконтувати для того, щоб привести до зіставного вигляду, врахувати зміну вартості грошей в часі.

*Дисконтований грошовий потік (Discounted Cash Flow, DCF)* – це грошовий потік, приведений до нульового року за допомогою дисконтування:

$$DCF_t = CF_t \cdot \frac{1}{(1+r)^t}, \quad (2.25)$$

де  $DNCF_t$  – дисконтований чистий грошовий потік в році  $t$ ;

$NCF_t$  – чистий грошовий потік в році  $t$ ;

$r$  – ставка дисконтування в коефіцієнтній формі.

**Кумулятивний грошовий потік** – це сума грошових потоків за всі роки, що передують року, в якому обчислюється кумулятивний грошовий потік, включаючи грошовий потік цього року, наприклад:

| Рік | Грошовий потік, грн | Кумулятивний грошовий потік, грн       |
|-----|---------------------|----------------------------------------|
| 0   | -800 000,00         |                                        |
| 1   | 150 000,00          | -800 00,00 + 150 000,00 = -650 000,00  |
| 2   | 150 000,00          | -650 000,00 + 150 000,00 = -500 000,00 |
| 3   | 200 000,00          | -500 000,00 + 200 000,00 = -300 000,00 |
| 4   | 250 000,00          | -300 000,00 + 250 000,00 = -50 000,00  |
| 5   | 200 000,00          | -50 000,00 + 200 000,00 = 150 000,00   |

*Кумулятивний дисконтований грошовий потік в році  $t$*  – це сума грошових потоків, кожен з яких приведено до зіставного вигляду за допомогою дисконтування, за  $t$  років.

Різниця в розрахунку кумулятивного грошового потоку та дисконтованого грошового потоку полягає лише в грошових потоках, на основі яких він визначається – детермінованих або дисконтованих.

В техніко-економічні оцінці переважно використовуються операційні грошові потоки.

Для розрахунку операційного грошового потоку необхідно визначити різницю між притоками від операційної діяльності і відтоками від операційної діяльності.

До притоків від операційної діяльності *OCIF* (Operating Cash In-flows) відносяться:

- виручка від реалізації продукції (робіт, послуг);
- отримувана орендна плата;
- отримувані ліцензійні платежі;
- збільшення вигод (доходів) унаслідок реалізації проєкту;
- зменшення витрат унаслідок реалізації проєкту.

До відтоків від операційної діяльності *OCOF* (Operating Cash Out-flows) відносяться:

- витрати на виробництво і реалізацію продукції (робіт, послуг);
- податкові платежі;
- зменшення доходів унаслідок реалізації проєкту;
- збільшення витрат унаслідок реалізації проєкту.

При визначенні операційного грошового потоку амортизаційні відрахування включаються в собівартість, а, отже, на суму нарахованої амортизації зменшується прибуток, що оподатковується і сума податку на прибуток підприємства, що необхідно враховувати при розрахунках:

$$OCF_t = OCIF_t - OCOF_t - tax \cdot (OCIF_t - OCOF_t - Dep_t), \quad (2.26)$$

де  $OCF_t$  – операційний грошовий потік в рік  $t$ ;

$OCIF_t$  – притоки від операційної діяльності в році  $t$ ;

$OCOF_t$  – відтоки від операційної діяльності в рік  $t$ , окрім податку на прибуток підприємства;

$tax$  – ставка податку на прибуток в коефіцієнтній формі;

$Dep_t$  – розмір амортизаційних відрахувань в рік  $t$ .

Ставка податку на прибуток станом на січень 2025 року складає 18 %.

Алгоритм розрахунку виокремленого грошового потоку такий:

|        |                                  |   |                                                                                                                          |
|--------|----------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Етап 1 | Визначення вигод і витрат        | ⇒ | Виявлення усіх релевантних вигод і витрат, без урахування не повернених та іррелевантних витрат.                         |
| Етап 2 | Визначення виду грошового потоку | ⇒ | Кожну позицію віднесено до:<br>– операційного потоку (OCF);<br>– капітальних витрат (NC);<br>– Оборотної капіталу (NWC). |
| Етап 3 | Прив'язка до року реалізації     | ⇒ | Для кожної вигоди/витрати визначаються роки реалізації (нульовий, поточні, завершальний).                                |

|        |                                      |   |                                                                                           |
|--------|--------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Етап 4 | Розрахунок окремих компонентів       | ⇒ | Для кожної вигоди/витрати визначаються роки реалізації (нульовий, поточні, завершальний). |
| Етап 5 | Обчислення грошового потоку          | ⇒ | Формування повного грошового потоку за кожен рік:<br>$CF_t = OCF_t - NC_t - NWC_t$        |
| Етап 6 | Дисконтування грошових потоків       | ⇒ | Переведення $CF_t$ у теперішню вартість:<br>$DCF_t = CF_t / (1 + r)^t$                    |
| Етап 7 | Підсумовування дисконтованих потоків | ⇒ | Обчислення загального ефекту інвестицій:<br>$\Sigma DCF_t = NPV$                          |

Грошовий потік є ключовим індикатором доцільності інвестування та показує різницю між надходженнями й витратами коштів у межах проєкту. Його оцінка дозволяє визначити фінансову життєздатність проєкту за конкретний період. Існують ординарні й неординарні грошові потоки, які відрізняються своєю структурою у часі. Для аналізу грошових потоків виділяють три основні складові: операційний потік, приріст капітальних витрат та зміни в оборотному капіталі. Кожен із компонентів розраховується окремо, після чого загальний потік приводиться до теперішньої вартості шляхом дисконтування. У підсумку, отримані дисконтовані потоки підсумовуються для визначення інтегрального показника ефективності – чистої теперішньої вартості (NPV). Саме такий підхід забезпечує об'єктивну фінансову оцінку інвестиційного проєкту.

Розрахунок починають із прогнозу грошових потоків за окремими періодами життєвого циклу проєкту. Для кожного року або іншого розрахункового інтервалу визначають грошові надходження і грошові виплати. До надходжень можуть належати виручка від реалізації основної та побічної продукції, економія витрат унаслідок модернізації, надходження від реалізації відходів, компенсації та ліквідаційна вартість активів. До виплат включають капітальні вкладення, приріст оборотного капіталу, поточні витрати, податки, витрати на ремонти, природоохоронні заходи та завершення експлуатації.

У розрахунку необхідно відокремлювати грошові потоки від бухгалтерських витрат. Амортизація включається до собівартості та впливає на оподатковуваний результат, але сама по собі не є поточним грошовим відтоком. Капітальні вкладення, навпаки, відображаються як реальні виплати в періодах їх здійснення. Одночасне включення вартості обладнання й амортизації як двох грошових відтоків створює подвійний рахунок.

Динамічна точка беззбитковості досягається в тому періоді, коли накопичений дисконтований потік змінює від'ємне значення на нульове або додатне:

$$CDCF_{t-1} < 0, \text{ а } CDCF_t \geq 0. \quad (2.27)$$

Отже, проєкт є динамічно беззбитковим не тоді, коли поточна виручка лише покриває поточні витрати, а тоді, коли приведені надходження компенсували всі враховані до цього моменту інвестиційні й експлуатаційні виплати.

#### *Визначення моменту динамічної беззбитковості*

Якщо перехід від від'ємного до додатного накопиченого потоку відбувається між двома розрахунковими періодами, момент беззбитковості можна визначити наближено:

$$T_{\partial\delta} = m + \frac{|CDCF_m|}{DCF_{m+1}}, \quad (2.28)$$

де  $T_{\partial\delta}$  – динамічний строк досягнення беззбитковості;

$m$  – останній повний період із від'ємним накопиченим дисконтованим потоком;

$|CDCF_m|$  – непокрита сума на кінець періоду  $m$ ;

$DCF_{m+1}$  – додатний дисконтований потік наступного періоду.

Формула передбачає відносно рівномірне надходження коштів усередині наступного періоду. Якщо виробництво має виражену сезонність, тривалі ремонтні зупинки або нерівномірні поставки, доцільно застосовувати квартальний чи місячний крок розрахунку.

За економічним змістом показник близький до дисконтованого періоду окупності. Проте однаковий строк беззбитковості не означає однакової подальшої результативності альтернатив.

#### *Динамічна беззбитковість за обсягом реалізації*

Для окремих завдань визначають не лише момент, а й обсяг реалізації, за якого дисконтовані доходи дорівнюють дисконтованим витратам. Загальна умова має вигляд:

$$\sum PV(CI_t) = \sum PV(CO_t). \quad (2.29)$$

У спрощеній моделі, коли для кожного періоду задані ціна, змінні витрати, постійні витрати та обсяг реалізації, умову можна записати так:

$$\sum \frac{[(C_t - ZV_{\partial\partial_e}) \cdot Q_t - PB_t - I_t]}{(1+r)^t} = 0, \quad (2.30)$$

де  $C_t$  – ціна одиниці продукції;

$ZV_{\partial\partial_e}$  – змінні витрати на одиницю;

$Q_t$  – обсяг реалізації;

$PB_t$  – постійні витрати;

$I_t$  – інвестиційні виплати відповідного періоду.

На відміну від статичної формули, тут враховуються інвестиційні витрати, зміна параметрів за роками і фактор часу. Такий розрахунок особливо корисний, якщо виробництво виходить на проєктну потужність поступово, а ціни на продукцію та ресурси змінюються нерівномірно.

#### *Послідовність розрахунку*

Практичний розрахунок динамічної точки беззбитковості включає такі дії:

- установлення розрахункового горизонту і кроку планування;
- формування графіка капітальних вкладень;
- прогноз обсягів виробництва та реалізації;
- визначення цін, змінних і постійних витрат за періодами;
- розрахунок податків, потреби в оборотному капіталі та інших платежів;
- формування чистого грошового потоку;
- вибір і обґрунтування ставки дисконтування;
- розрахунок дисконтованих і накопичених дисконтованих потоків;
- визначення періоду переходу накопиченого потоку через нуль;
- перевірка результату за альтернативними сценаріями.

Розрахунок подають у таблиці за роками, щоб простежити вплив затримки запуску, нарощування випуску та додаткових вкладень.

#### *Особливості застосування у хімічній галузі*

Для хімічних виробництв момент динамічної беззбитковості значною мірою залежить від строку будівництва, монтажу та освоєння технології. Після введення обладнання в експлуатацію проєктна потужність часто досягається не одразу. На початкових етапах можливі підвищені питомі витрати енергії, більші технологічні втрати, додаткові витрати на контроль якості та нижчий вихід придатної продукції.

До моделі необхідно включати витрати на заміну каталізаторів, планові ремонти, очищення обладнання, поводження з небезпечними відходами та природоохоронні системи. Якщо такі виплати виникають раз на кілька років, вони можуть тимчасово погіршити накопичений потік і відсунути момент беззбитковості. Так само враховують залишкову або ліквідаційну вартість обладнання, повернення оборотного капіталу та витрати на демонтаж і очищення території наприкінці проєкту.

Динамічна точка беззбитковості чутлива до ціни продукції, вартості сировини, тарифів на енергію, рівня завантаження потужності й затримки запуску. Тому одного базового розрахунку недостатньо. Доцільно визначати показник для базового, оптимістичного і несприятливого сценаріїв. Якщо за помірно несприятливих умов беззбитковість не досягається в межах життєвого циклу, інвестиційне рішення має високий економічний ризик.

### *Використання в техніко-економічному обґрунтуванні*

Динамічна точка беззбитковості використовується для оцінювання строку, протягом якого інвестований капітал залишається непокритим, порівняння технологічних альтернатив, визначення потреби у фінансуванні та формування вимог до темпів виходу на проєктну потужність. Вона допомагає встановити граничну тривалість інвестиційної фази, мінімальний обсяг збуту, допустимий рівень витрат і момент, після якого проєкт починає формувати додатний приведений результат.

Показник доцільно застосовувати разом із чистою приведеною вартістю, внутрішньою нормою дохідності та індексом прибутковості. Динамічна беззбитковість характеризує час повернення вкладених коштів, але не показує повного ефекту після її досягнення. Проєкт із коротшим строком може створювати меншу загальну вартість, ніж варіант із дещо пізнішою беззбитковістю, але значно більшими подальшими надходженнями.

Отже, динамічна точка беззбитковості поєднує аналіз витрат, доходів і грошових потоків із урахуванням фактора часу. Її застосування дає змогу оцінити не лише необхідний масштаб діяльності, а й момент, коли реалізація рішення компенсує приведені інвестиційні та експлуатаційні витрати. Достовірність результату залежить від реалістичності графіка вкладень, прогнозу завантаження потужності, цін, витрат і ставки дисконтування.

### ***Використання результатів аналізу витрат, собівартості, CVP-аналізу та динамічної точки беззбитковості при обґрунтуванні інвестиційної пропозиції***

Інвестиційна пропозиція має показати не лише технічну можливість реалізації рішення, а й економічні умови, за яких воно є доцільним. Для цього результати розрахунку витрат і собівартості, CVP-аналізу та динамічної точки беззбитковості об'єднують у цілісну систему доказів. Кожен із цих інструментів відповідає на окреме питання: скільки ресурсів потребує рішення, якою буде собівартість продукції, за якого обсягу виробництво покриває витрати та коли вкладені кошти компенсуються з урахуванням фактора часу.

Ізольоване використання одного показника може дати хибний висновок. Низька собівартість не гарантує доцільності проєкту за надмірних вкладень, а прогнозна рентабельність мало переконує, якщо беззбитковий обсяг перевищує можливості збуту.

#### *Місце розрахунків у структурі інвестиційної пропозиції*

Економічна частина інвестиційної пропозиції повинна охоплювати прогноз виробництва і збуту, розрахунок капітальних та поточних витрат, калькуляцію собівартості, поділ витрат на постійні й змінні, точку беззбитковості, запас фінансової міцності, грошові потоки, динамічну беззбитковість, сценарний аналіз і підсумкову рекомендацію.

Розрахунки повинні ґрунтуватися на єдиній системі вихідних даних. Обсяг виробництва, ціни, норми витрат ресурсів, режим роботи обладнання та строки реалізації не можуть відрізнятися в окремих частинах пропозиції без пояснення. Інакше привабливий результат може виявитися лише наслідком несумісних припущень.

#### *Використання аналізу витрат*

Аналіз витрат дає змогу визначити загальну потребу у фінансуванні та розподілити її за етапами життєвого циклу. На інвестиційній фазі оцінюють витрати на проектування, придбання і монтаж обладнання, будівництво або реконструкцію, пусконаладження, формування початкових запасів та оборотного капіталу. На експлуатаційній фазі враховують витрати на сировину, енергію, оплату праці, ремонт, контроль якості, природоохоронні заходи, збут і управління.

Для інвестора важлива не лише загальна сума, а й календар її виникнення. Розподіл вкладень за періодами показує пікову потребу у фінансуванні, можливість поетапного запуску та наслідки затримок. Резерв непередбачених витрат подають окремо.

Структурний аналіз виявляє чинники найбільшої залежності проекту: вартість сировини, енергії, каталізаторів, очищення стічних вод або поводження з відходами. Їх зміну окремо перевіряють в аналізі чутливості.

#### *Використання розрахунку собівартості*

Калькуляція собівартості показує економічний результат технологічних норм і прийнятої організації виробництва. Вона використовується для обґрунтування прогнозової ціни, визначення маржі, порівняння продукції з ринковими аналогами та оцінювання ефекту від зміни технології.

В інвестиційній пропозиції доцільно показувати не лише загальну собівартість одиниці продукції, а й її структуру за основними статтями. Це дає змогу зрозуміти, завдяки чому нове рішення створює перевагу: зменшення витрат сировини, підвищення виходу продукту, скорочення енергоспоживання, зниження втрат, автоматизація операцій або використання побічної продукції.

Порівнюючи альтернативи, застосовують однакову калькуляційну одиницю, рівень завантаження та вимоги до якості. Нижча собівартість продукту з іншою концентрацією чи ступенем очищення не є коректною перевагою.

Розрахунок собівартості має пояснювати розподіл непрямих витрат, оцінку побічної продукції, технологічних втрат і амортизації. Заниження цих статей лише прикрашає папір, але не економіку проекту.

#### *Використання результатів CVP-аналізу*

CVP-аналіз визначає обсяг реалізації, необхідний для покриття постійних і змінних витрат. В інвестиційній пропозиції точку беззбитковості потрібно порівнювати з трьома обмеженнями:

- проектною та реально доступною потужністю обладнання;
- прогнозним попитом і можливостями збуту;

– мінімальним технологічно допустимим завантаженням виробництва.

Якщо точка беззбитковості становить майже всю проєктну потужність, рішення має невеликий запас стійкості. Будь-яка ремонтна зупинка, зменшення виходу продукції або втрата частини замовлень може перевести виробництво в зону збитків. Тому разом із точкою беззбитковості визначають запас фінансової міцності.

Недостатньо повідомити, що виробництво є беззбитковим. Потрібно показати, наскільки базовий обсяг продажу перевищує критичний рівень і чим підтверджено можливість збуту.

СVP-аналіз також застосовують для порівняння технологій із різною структурою витрат. Варіант із високим рівнем автоматизації може мати більші постійні, але нижчі змінні витрати. Він буде вигіднішим за високого завантаження. Гнучкіше виробництво з меншими початковими вкладеннями може мати перевагу за невеликих або нестабільних обсягів збуту. Критичний обсяг перетину витрат показує, за яких масштабів змінюється перевага альтернатив.

#### *Використання динамічної точки беззбитковості*

Динамічна точка беззбитковості доповнює статичний аналіз урахуванням графіка вкладень, надходжень і ставки дисконтування. Вона показує період, коли накопичений дисконтований грошовий потік переходить від від'ємного до невід'ємного значення.

Показник характеризує період, протягом якого вкладений капітал залишається непокритим. Чим він довший, тим більшими є вимоги до фінансового резерву, особливо за тривалого монтажу й поступового освоєння потужності.

Динамічну точку беззбитковості порівнюють із горизонтом планування, строком експлуатації й умовами фінансування. Її досягнення лише наприкінці життєвого циклу або завдяки непідтвердженій залишковій вартості не є достатньою підставою для схвалення.

#### *Об'єднання результатів у сценарному аналізі*

У базовому сценарії використовують найбільш імовірні значення обсягів виробництва, цін, витрат і строків реалізації. Оптимістичний сценарій відображає сприятливі, але обґрунтовані умови. Несприятливий сценарій має показувати наслідки зменшення продажу, подорожчання ресурсів, затримки введення обладнання або недосягнення проєктного виходу продукції.

Для кожного сценарію визначають собівартість, маржинальний дохід, статичну й динамічну беззбитковість, запас фінансової міцності, грошові потоки та потребу в додатковому фінансуванні.

Порівняння сценаріїв дає змогу сформувати не лише прогноз результату, а й умови прийнятності пропозиції. Наприклад, рішення може бути рекомендоване за умови укладення договорів на мінімальний обсяг реалізації, встановлення граничної ціни сировини, створення резерву фінансування або поетапного введення потужностей.

### *Порівняння альтернативних інвестиційних пропозицій*

Під час вибору між альтернативами результати подають у зіставному вигляді. Для кожного варіанта використовують однаковий горизонт розрахунку, ставку дисконтування, цінову базу, податкові умови й методи розподілу непрямих витрат.

Оцінювання не зводять до найменшої собівартості або найкоротшого строку беззбитковості. Одночасно враховують початкові вкладення, керованість витрат, стійкість за різного завантаження, потребу у фінансуванні, технологічну надійність, екологічні обмеження та можливість модернізації.

Варіант із дещо вищою собівартістю може бути кращим, якщо він потребує менших невідворотних вкладень, має ширший діапазон економічно допустимого завантаження та швидше адаптується до зміни попиту. І навпаки, мінімальна собівартість за повної потужності мало важить, якщо ринок не здатний поглинути відповідний обсяг.

### *Формування висновку щодо інвестиційної пропозиції*

Підсумковий висновок має містити конкретну рекомендацію: прийняти пропозицію, відхилити її, доопрацювати або реалізувати за визначених умов. У ньому зазначають загальну потребу у фінансуванні, прогнозу собівартість, беззбитковий обсяг, запас фінансової міцності, строк досягнення динамічної беззбитковості та основні чинники ризику.

До висновку доцільно включати граничні умови, порушення яких потребує перегляду рішення: максимальну ціну ключової сировини, мінімальний обсяг реалізації, допустиму тривалість запуску, граничний рівень капітальних витрат або мінімальний вихід продукції. Так інвестиційна пропозиція перетворюється з декларації про очікувану вигоду на керований набір економічних умов.

Перевіряють відсутність подвійного рахунку: амортизацію не додають до капітальних вкладень як окремий відтік, транспортні витрати не повторюють у ціні сировини й калькуляції, а доходи від побічної продукції не завищують. Усі припущення, джерела, одиниці та дата цін мають бути зазначені.

Отже, спільне використання аналізу витрат, собівартості, CVP-аналізу та динамічної точки беззбитковості дає змогу оцінити інвестиційну пропозицію за масштабом потрібних ресурсів, ефективністю виробництва, допустимим обсягом збуту і строком компенсації вкладень. Обґрунтованою є не та пропозиція, що демонструє найпривабливіший окремий показник, а та, що зберігає прийнятний результат за реалістичних обмежень і контрольованих змін вихідних умов.

### *Питання для самоконтролю*

1. Які основні види витрат враховуються в техніко-економічному обґрунтуванні рішень у хімічній галузі?
2. Чим відрізняються передінвестиційні, капітальні, поточні, природоохоронні та соціальні витрати?

3. Чим прямі витрати відрізняються від непрямих, а постійні – від змінних і змішаних?
4. Які витрати вважаються релевантними, безповоротними, прирістними та альтернативними?
5. Які вихідні дані необхідні для розрахунку витрат і собівартості продукції хімічного виробництва?
6. Яке значення мають матеріальний баланс і норми витрат ресурсів у калькулюванні собівартості?
7. У чому полягає відмінність між виробничою та повною собівартістю продукції?
8. Які методи калькулювання собівартості застосовуються у хімічному виробництві та як розподіляються спільні витрати в комплексних виробництвах?
9. У чому полягає економічний зміст CVP-аналізу та маржинального доходу?
10. Що характеризує точка беззбитковості та як вона визначається у натуральному і вартісному вираженні?
11. Що показують запас фінансової міцності та операційний важіль?
12. Як застосовується CVP-аналіз у багатопродуктовому виробництві та під час порівняння технологічних альтернатив?
13. Чим динамічна точка беззбитковості відрізняється від статичної та які грошові потоки враховуються під час її визначення?
14. Як результати аналізу витрат, собівартості та беззбитковості використовуються в інвестиційній пропозиції?
15. За якими показниками, сценаріями та граничними умовами інвестиційна пропозиція може бути рекомендована до реалізації, доопрацювання або відхилення?

## **Тема 5 Методи оцінювання економічної ефективності виробничих, технологічних та організаційних рішень**

1. Сутність економічної ефективності та її значення в техніко-економічному обґрунтуванні рішень у хімічній галузі.
2. Методи оцінювання економічної ефективності виробничих, технологічних та організаційних рішень.
3. Система показників економічної ефективності в обґрунтуванні рішень на підприємствах хімічної галузі.
4. Методи аналізу ризиків у процесі оцінювання та обґрунтування рішень.
5. Методи зниження ризиків у процесі реалізації виробничих, технологічних та організаційних рішень.

## ***Сутність економічної ефективності та її значення в техніко-економічному обґрунтуванні рішень у хімічній галузі***

Ефективність проєктного рішення – це здатність конкретного проєкту забезпечити досягнення цілей з найкращим використанням ресурсів, за мінімальних витрат і максимальних результатів. У ТЕО ефективність розглядається як співвідношення між очікуваними вигодами (результатами) і витратами на реалізацію проєкту.

Основу оцінки ефективності становлять:

- економічні показники (NPV, IRR, PI, DPP тощо);
- технічні характеристики (надійність, інноваційність, енергоефективність);
- соціальні результати (створення робочих місць, вплив на якість життя);
- екологічні аспекти (вплив на довкілля, дотримання стандартів).

Класифікація ефективності проєктів:

1. *Фінансова ефективність* – визначає прибутковість проєкту для інвестора, враховуючи грошові потоки.

2. *Економічна ефективність* – враховує вигоди для суспільства (соціально-економічний ефект).

3. *Бюджетна ефективність* – показує вплив проєкту на дохідну та видаткову частину бюджету.

4. *Екологічна ефективність* – оцінює рівень негативного впливу на довкілля та витрати на його мінімізацію.

5. *Соціальна ефективність* – пов'язана з поліпшенням соціальних умов, зайнятості, доступу до послуг.

Процес оцінювання ефективності проєктного рішення передбачає послідовне проходження низки взаємопов'язаних етапів, кожен із яких формує базу для ухвалення обґрунтованих управлінських висновків. Врахування як кількісних, так і якісних параметрів дозволяє забезпечити комплексний підхід до оцінювання проєктів різного типу. Ефективність визначається не лише вартісними показниками, а й рівнем відповідності цілей, стійкістю до зовнішніх викликів, потенціалом довгострокового розвитку.

Оцінка має охоплювати:

- побудову системи критеріїв, за якими оцінюється доцільність проєкту;
- розрахунок грошових потоків, як основи фінансової оцінки;
- аналіз зовнішнього середовища, що може впливати на результати реалізації;
- формування інтегрованих показників ефективності (NPV, IRR тощо);
- порівняння альтернативних рішень;
- вибір варіанта з найкращими характеристиками ефективності.

Зазначені етапи формують логічну структуру техніко-економічного аналізу та є обов'язковими для ухвалення інвестиційно обґрунтованого рішення.

### ***Методи оцінювання економічної ефективності виробничих, технологічних та організаційних рішень***

*Інвестиційні вкладення* – це сукупність коштів, що направляються на створення, модернізацію або розвиток проєкту. Їх вартість включає:

- вартість будівництва та монтажу;
- витрати на устаткування, інфраструктуру;
- витрати на дослідження, проєктування, підготовку персоналу;
- формування обігових коштів.

Вартість таких вкладень має стратегічне значення, оскільки визначає початкову інвестиційну потребу та формує базу для розрахунку грошових потоків.

*Концепція зміни вартості грошей в часі передбачає*, що вартість грошей (інвестицій) не залишається сталою і під впливом певних чинників (інфляції, кон'юнктури ринків, ситуації в галузі тощо) змінюють свою вартість. Тобто, сума, яка інвестована в поточному році буде мати іншу вартість через певний період.

*Майбутня вартість (FV)* – це сума, яку інвестор отримає через певний період часу при визначеній ставці прибутковості за проєктом.

*Теперішня вартість (PV)* – це сума грошей, яка показує скільки би коштували майбутні надходження в поточному році при визначеній ставці доходності. Тобто, це скільки кошти, які можуть бути отримані в майбутньому, «кошують» сьогодні.

Процес обчислення теперішньої вартості майбутніх грошових коштів називається *дисконтуванням*.

Процес визначення майбутньої вартості грошей називають *компандуванням*.

Визначення зміни вартості грошей в часі базується на нарахуванні простих та складних відсотків.

*Простий відсоток* – це нарахування впродовж всього терміну інвестування на фіксовану суму з теперішньої вартості:

$$FV = PV \cdot r \cdot n, \quad (2.31)$$

де  $r$  – відсоткова ставка;

$n$  – період інвестування (кількість періодів).

*Складні відсотки* – це сума доходу за інвестування, нарахованого в кінці кожного розрахункового періоду, додається до величини вкладу і вже у

наступному періоді також починає приносити дохід. Отже, при нарахуванні складних відсотків відбувається процес *капіталізації* відсоткових платежів.

Капіталізація відсотків – це процес, за якого нараховані відсотки за використані фінансові ресурси додаються до вартості інвестиційних вкладень. Таким чином, ці відсотки збільшують первісну вартість інвестиційного активу, що створюється або будується. Розрахунок капіталізованих відсотків здійснюється за обраними періодами: щомісяця, щокварталу, щопівроку або щороку.

$$FV = PV \cdot (1 + r)^n, \quad (2.32)$$

де  $r$  – відсоткова ставка;

$n$  – період інвестування (кількість періодів).

Класичним підходом в нарахуванні відсотків є рік. При розрахунках необхідно враховувати, що більшість методів враховують, що відсотки (незалежно від виду) нараховуються за рік.

Перший рік інвестування є нульовим роком. Наступний пік після року інвестування коштів – перший рік.

*Майбутня вартість грошей розраховується як сума грошей за складними відсотками:*

$$FV = PV \cdot (1 + r)^n. \quad (2.33)$$

*Якщо інвестування здійснюється на частину періоду:*

$$FV = PV \cdot \left(1 + \frac{t}{365} \cdot r\right), \quad (2.34)$$

де  $r$  – відсоткова ставка;

$t$  – кількість днів, на які здійснюється інвестиція;

$n$  – період інвестування (кількість періодів).

*Якщо протягом реалізації проєкту ставка відсотку змінюється:*

$$FV = PV \cdot (1 + r_1)^{n_1} \cdot (1 + r_2)^{n_2} \cdot \dots \cdot (1 + r_k)^{n_k}, \quad (2.35)$$

де  $r$  – відсоткова ставка;

$k$  – кількість варіантів відсоткової ставки;

$n$  – період інвестування (кількість періодів).

*Якщо протягом реалізації проєкту нарахування здійснюються декілька разів за рік:*

$$FV = PV \cdot \left(1 + \frac{r}{m}\right)^{n \cdot m}, \quad (2.36)$$

де  $r$  – відсоткова ставка;  
 $m$  – кількість нарахувань за рік;  
 $n$  – період інвестування (кількість періодів).

*Теперішня вартість грошей в часі визначається як:*

$$PV = FV \cdot \frac{1}{(1+r)^n}, \quad (2.37)$$

де  $r$  – відсоткова ставка;  
 $n$  – період інвестування (кількість періодів).

Обґрунтування ставки прибутковості за проєктом ( $r$ ) найчастіше відбувається за трьома методами:

- вибір може ґрунтуватися на прибутковості альтернативних можливостей використання капіталу аналогічного ступеню ризику;
- за середньою визначеною ставкою прибутковості на підприємстві;
- за визначеною ставкою прибутковості аналогічних вже реалізованих проєктів.

*Якщо ризик проєкту вище чим середній рівень ризику проєктів підприємства або аналогічних проєктів, то і ставка прибутковості має бути вище, бо буде включати відсоток за ризик.*

У процесі оцінки проєктів необхідно чітко визначити спосіб приведення грошових потоків до зіставного вигляду – або дисконтування, або компаундування.

Якщо відома майбутня та теперішня вартість за проєктом, можливо визначити ставку прибутковості. Це важливо, коли, наприклад, реалізований проєкт планується використовуватися як аналогічний для визначення ставки дисконтування:

$$r = \sqrt[n]{\frac{FP}{PV}} - 1, \quad (2.38)$$

де  $r$  – відсоткова ставка;  
 $n$  – період інвестування (кількість періодів).

При ТЕО, проведенні проектного та інвестиційного аналізу, оцінки бізнесу доволі часто застосовують підхід на основі анuitетів.

*Ануїтет* – це однонаправлений грошовий потік, який здійснюється через рівні проміжки часу в рівному розмірі. Наприклад, для накопичення необхідної суми для придбання обладнання підприємство щорічно на початку року вносить на депозитний рахунок у банку протягом 3 років однакові суми грошей.

Залежно від виду надходження коштів розрізняють:

– *ануїтет пренумерандо*, або авансові платежі – це грошовий потік, який здійснюється через рівні проміжки часу в рівному розмірі *на початку періоду*;

– *ануїтет постнумерандо* – грошовий потік, який здійснюється через рівні проміжки часу в рівному розмірі *наприкінці періоду*.

*Визначення майбутньої та теперішньої вартості ануїтету пренумерандо:*

$$FV_{pre}^a = A \cdot \frac{(1+r)^n - 1}{r} \cdot (1+r), \quad (2.39)$$

де  $FV_{pre}^a$  – майбутня вартість ануїтету пренумерандо;

$A$  – сума ануїтету;

$r$  – відсоткова ставка в коефіцієнтній формі;

$n$  – кількість періодів, на які здійснюються інвестиції.

$$PV_{pre}^a = A \cdot \frac{1 - \frac{1}{(1+r)^n}}{r} \cdot (1+r), \quad (2.40)$$

де  $PV_{pre}^a$  – теперішня вартість ануїтету пренумерандо;

$A$  – сума ануїтету;

$r$  – відсоткова ставка в коефіцієнтній формі;

$n$  – кількість періодів, на які здійснюються інвестиції.

*Визначення майбутньої та теперішньої вартості ануїтету постнумерандо:*

$$FV_{pst}^a = A \cdot \frac{(1+r)^n - 1}{r}, \quad (2.41)$$

де  $FV_{pst}^a$  – майбутня вартість ануїтету постнумерандо;

$A$  – сума ануїтету;

$r$  – відсоткова ставка в коефіцієнтній формі;

$n$  – кількість періодів, на які здійснюються інвестиції.

$$PV_{pst}^A = A \cdot \frac{1 - \frac{1}{(1+r)^n}}{r}, \quad (2.42)$$

де  $PV_{pst}^A$  – теперішня вартість ануїтету постнумерандо;  
 $A$  – сума ануїтету;  
 $r$  – процентна ставка, яку виражено в коефіцієнтній формі;  
 $n$  – кількість періодів, на які здійснюються інвестиції.

*Якщо необхідно визначити суму ануїтету на основі інформації про майбутню вартість ануїтету постнумерандо:*

$$A = \frac{FV_{pst}^A \cdot r}{(1+r)^n - 1}, \quad (2.43)$$

де  $A$  – сума ануїтету;  
 $FV_{pst}^A$  – майбутня вартість ануїтету постнумерандо;  
 $r$  – відсоткова ставка в коефіцієнтній формі;  
 $n$  – кількість періодів, на які здійснюються інвестиції.

*Якщо наведено дані про теперішню вартість ануїтету постнумерандо, суму ануїтету визначають*

$$A = \frac{PV_{pst}^A \cdot r}{1 - \frac{1}{(1+r)^n}}, \quad (2.44)$$

де  $A$  – сума ануїтету;  
 $PV_{pst}^A$  – теперішня вартість ануїтету постнумерандо;  
 $r$  – відсоткова ставка в коефіцієнтній формі;  
 $n$  – кількість періодів, на які здійснюються інвестиції.

*Інфляція* – це стійке і відчутне зростання рівня цін, яке виникло внаслідок того, що значна частина грошової маси виявилась не забезпеченою економічними благами. Показником рівня інфляції та її темпів є *індекси цін*.

*Темп (рівень) інфляції* визначається шляхом віднімання від індексу цін поточного року індексу цін попереднього року та ділення цієї різниці на індекс цін попереднього року і множенням отриманої частки на 100 %.

*Інфляційна премія (IP)* – це надбавка до ставки прибутковості, яку спрямовано на нівелювання дії інфляції на дохід інвестора.

$$IP = \tau + r_p \cdot \tau, \quad (2.45)$$

де  $IP$  – інфляційна премія в коефіцієнтній формі;  
 $r_p$  – реальна відсоткова ставка в коефіцієнтній формі;  
 $\tau$  – темпи інфляції в економіці в коефіцієнтній формі.

*Реальна відсоткова ставка (реальна прибутковість)* – це прибутковість, яку дійсно планує отримати інвестор, яку він заробив би, якби ціни залишалися незмінними.

Якщо ставка прибутковості *менше темпу інфляції*, тобто  $r < \tau$ , то інвестор *втрачає більше, ніж вкладає* – інфляція знецінює не тільки отриманий дохід, але і частину або всю суму інвестицій.

Якщо ставка прибутковості *дорівнює темпу інфляції*, тобто  $r = \tau$ , то інфляція *знецінює повністю дохід інвестора*, проте не впливає на суму інвестицій.

Якщо ставка прибутковості *більше за темп інфляції*, тобто  $r > \tau$ , то інвестор отримує дохід від інвестиції – *інфляція знецінює тільки частину доходу*.

Для того, щоб нівелювати вплив інфляції на прибутковість, необхідно до *прибутковості, яку планує інвестор, додати інфляційну премію*.

$$r = r_p + IP, \quad (2.46)$$

де  $IP$  – інфляційна премія в коефіцієнтній формі;  
 $r_p$  – реальна відсоткова ставка в коефіцієнтній формі.

*Концепція зміни вартості грошей у часі є фундаментальним принципом інвестиційного аналізу, який лежить в основі всіх розрахунків, пов'язаних із визначенням доцільності реалізації проєктів. Вона відображає об'єктивну економічну реальність: однакова сума грошей має різну вартість у різні моменти часу внаслідок інфляції, ризиків, втрати альтернативних можливостей та інших чинників. Саме тому інвестиційні вкладення повинні аналізуватися з урахуванням часової зміни їх вартості.*

У межах техніко-економічної оцінки проєктів ця концепція застосовується для:

- дисконтування майбутніх грошових надходжень з метою отримання їхньої теперішньої вартості (Present Value, PV), що дозволяє порівнювати витрати та результати в одній часовій точці;
- компаундування теперішніх інвестицій до майбутніх значень (Future Value, FV) для оцінки потенційних результатів за обраною ставкою прибутковості;
- визначення ефекту капіталізації відсотків та врахування складних відсоткових ефектів у довгострокових проєктах;

– використання ануїтетних розрахунків для моделювання стабільних грошових потоків;

– коригування ставок прибутковості з урахуванням інфляційної премії, що забезпечує збереження реальної цінності інвестицій.

Отже, обґрунтоване використання інструментів оцінки вартості грошей у часі забезпечує точність фінансових прогнозів, об'єктивність порівняння альтернатив, мінімізацію інвестиційних ризиків і дозволяє приймати зважені рішення щодо доцільності реалізації будівельних і виробничих проєктів на ранніх стадіях.

*Економічна ефективність виробничого, технологічного або організаційного рішення* визначається співвідношенням отриманого результату та ресурсів, витрачених на його досягнення. У техніко-економічному обґрунтуванні важливо порівняти альтернативи за однаковими умовами, часовим горизонтом і складом витрат.

*Методи оцінювання доцільно поділяти на статичні, динамічні, порівняльні та комплексні.*

*Статичні методи* ґрунтуються на показниках одного року або середніх значеннях за період і не враховують зміну вартості грошей у часі. До них належать розрахунок прибутку, рентабельності, строку окупності, питомих витрат і собівартості одиниці продукції. Такі методи придатні для попередньої оцінки та порівняння варіантів із близькими строками реалізації. Їх обмеження полягає в тому, що вони не відображають нерівномірність витрат і результатів за роками.

*Динамічні методи* враховують фактор часу шляхом дисконтування майбутніх грошових потоків. Їх застосовують для оцінювання рішень, які потребують значних початкових вкладень і мають тривалий строк реалізації. До основних динамічних методів належать розрахунок чистої приведеної вартості, індексу прибутковості, внутрішньої норми дохідності та дисконтованого строку окупності. Вони дають змогу зіставляти різночасові витрати й надходження та оцінювати компенсацію початкових вкладень.

*Порівняльні методи* використовуються, коли необхідно вибрати один варіант із кількох технічно допустимих альтернатив. Порівняння може здійснюватися за мінімумом приведених витрат, максимумом економічного ефекту, приростом прибутку, зниженням собівартості, економією матеріальних або енергетичних ресурсів. Для коректного зіставлення необхідно забезпечити однаковий виробничий результат: обсяг продукції, її якість, строк експлуатації та умови використання. Якщо результати відрізняються, застосовують питомі показники або додаткове коригування.

Окремим підходом є *оцінювання прирістної ефективності*. У розрахунок включають лише ті витрати й результати, які змінюються внаслідок ухвалення рішення. Цей підхід доцільний під час модернізації обладнання, автоматизації окремої операції, заміни сировини або зміни організації виробництва. Витрати,

однакові для всіх варіантів, не впливають на вибір і можуть не включатися до порівняльного розрахунку.

Для організаційних рішень, результат яких не завжди можна безпосередньо виміряти прибутком, застосовують методи «витрати – результат» і «витрати – корисність». Результатом можуть бути скорочення виробничого циклу, зменшення простоїв, підвищення продуктивності праці, зниження браку або аварійності. Економічний ефект у такому разі визначають через вартісну оцінку зекономлених ресурсів або запобігання можливим втратам.

У хімічній галузі оцінювання повинно враховувати технологічні та екологічні наслідки рішення. Економія сировини або енергії може супроводжуватися зміною виходу продукту, його якості, обсягу побічної продукції, витрат на очищення викидів і поводження з відходами. Тому варіант із нижчими прямими витратами не завжди є економічно кращим у межах усього життєвого циклу.

Для складних рішень використовують *комплексне оцінювання*, яке поєднує фінансові, виробничі, технологічні, екологічні та організаційні критерії. Визначають перелік критеріїв, установлюють їх вагомість, оцінюють кожен альтернативу та формують інтегральний результат. Такий підхід доцільний, коли частина характеристик має кількісне, а частина – якісне вираження. Водночас вагові коефіцієнти й бальні оцінки повинні бути обґрунтовані, інакше суб'єктивно встановлені значення можуть наперед визначити бажаний результат.

Вибір методу залежить від характеру рішення, строку його реалізації, доступності вихідних даних і мети оцінювання. Для короткострокових рішень можуть бути достатніми статичні та прирістні показники. Для капіталомістких технологічних змін необхідні динамічні методи. Якщо альтернативи відрізняються не лише витратами, а й якістю, безпекою та екологічними наслідками, доцільно застосовувати комплексне оцінювання.

Отже, економічна ефективність рішення має оцінюватися не одним універсальним показником, а системою взаємопов'язаних методів. Надійний висновок формується тоді, коли альтернативи порівнюються за однаковими умовами, враховуються релевантні витрати, часовий розподіл грошових потоків і наслідки рішення протягом усього періоду його використання.

### ***Система показників економічної ефективності в обґрунтуванні рішень на підприємствах хімічної галузі***

Економічну ефективність виробничого, технологічного або організаційного рішення оцінюють за допомогою системи взаємопов'язаних показників. Використання лише одного показника може призвести до неповного висновку. Наприклад, зменшення собівартості продукції не завжди компенсує значні капітальні вкладення, а зростання прибутку може

супроводжуватися надмірним споживанням ресурсів або збільшенням екологічних витрат.

Склад показників залежить від мети рішення, масштабу змін, тривалості реалізації та характеру очікуваного результату. У процесі техніко-економічного обґрунтування доцільно використовувати показники економічного ефекту, витрат, прибутковості, використання ресурсів, окупності та виробничої стійкості.

#### *Показники економічного ефекту*

Економічний ефект характеризує абсолютну величину результату, отриманого внаслідок реалізації рішення. Він може проявлятися у прирості прибутку, скороченні витрат, економії сировини та енергії, зменшенні технологічних втрат, підвищенні виходу готової продукції або запобіганні можливим збиткам.

У загальному вигляді річний економічний ефект визначають як різницю між результатами нового і базового варіантів:

$$E_p = P_1 - P_0, \quad (2.47)$$

де  $E_p$  – річний економічний ефект;

$P_1$  – економічний результат після реалізації рішення;

$P_0$  – результат за базовим варіантом.

Якщо рішення спрямоване на зниження витрат, ефект розраховують так:

$$E_p = B_0 - B_1, \quad (2.48)$$

де  $B_0$  – витрати за базовим варіантом;

$B_1$  – витрати після впровадження рішення.

Під час розрахунку необхідно враховувати додаткові витрати, пов'язані з реалізацією рішення. Економія енергії або сировини не є повним економічним ефектом, якщо для її досягнення потрібні дороге обладнання, додаткові реагенти, обслуговування або природоохоронні заходи.

#### *Показники витрат і собівартості*

До цієї групи належать загальна сума капітальних і поточних витрат, виробнича та повна собівартість, а також питомі витрати ресурсів.

*Собівартість одиниці продукції* визначають за формулою:

$$C_{од} = \frac{B}{Q}, \quad (2.49)$$

де  $C_{од}$  – собівартість одиниці продукції;

$B$  – загальна сума врахованих витрат;

$Q$  – обсяг виробництва.

Для підприємств хімічної галузі особливе значення мають питомі витрати сировини, матеріалів, реагентів, каталізаторів, енергії та води на одиницю продукції. Вони характеризують ресурсомісткість технології та дають змогу порівнювати рішення різного масштабу.

Під час зіставлення альтернатив необхідно використовувати однакові вимоги до обсягу, якості та характеристик продукції. Нижчі витрати не можуть розглядатися як перевага, якщо одночасно зменшується вихід продукту, погіршується його якість або збільшується кількість небезпечних відходів.

#### *Показники прибутку і рентабельності*

Прибуток характеризує абсолютний фінансовий результат і визначається як різниця між доходами та витратами:

$$\Pi = Д - В, \quad (2.50)$$

де  $\Pi$  – прибуток;

$Д$  – доходи від реалізації продукції або іншого результату рішення;

$В$  – сукупні витрати.

Для порівняння рішень різного масштабу застосовують відносні показники рентабельності.

*Рентабельність продукції* визначають як:

$$РП = \frac{\Pi}{C} \cdot 100\%, \quad (2.51)$$

де  $Рп$  – рентабельність продукції;

$С$  – собівартість реалізованої продукції.

*Рентабельність інвестицій* можна визначити як:

$$ROI = \frac{\Pi}{I} \cdot 100\%, \quad (2.52)$$

де  $ROI$  – рентабельність інвестицій;

$I$  – обсяг вкладених коштів.

Показники рентабельності демонструють відносну віддачу витрат або вкладеного капіталу. Проте вони не відображають час отримання результату, тому для довгострокових рішень повинні доповнюватися показниками, що враховують розподіл грошових потоків за періодами.

#### *Показники використання ресурсів*

Виробничі та технологічні рішення оцінюють також за показниками продуктивності праці, матеріаловіддачі, енергоефективності, фондівіддачі та використання виробничої потужності.

Продуктивність праці характеризує обсяг продукції, вироблений одним працівником або за одиницю робочого часу:

$$ПП = \frac{Q}{Ч}, \quad (2.53)$$

де  $Ч$  – чисельність працівників.

*Матеріаловіддача* показує обсяг продукції, отриманий на одиницю матеріальних витрат:

$$Мв = \frac{Q}{Вм}, \quad (2.54)$$

де  $Вм$  – матеріальні витрати.

Оберненим показником є матеріаломісткість, яка характеризує матеріальні витрати на одиницю продукції.

*Фондовіддача* визначає обсяг виробленої продукції або доходу на одиницю вартості основних засобів:

$$ФВ = \frac{Q}{ОЗ}, \quad (2.55)$$

де  $ОЗ$  – середня вартість основних засобів.

Коефіцієнт використання виробничої потужності розраховують як відношення фактичного або планового обсягу виробництва до проєктної потужності:

$$К_{пот} = \frac{Qф}{Q_{п.р}}, \quad (2.56)$$

де  $Qф$  – фактичний або плановий обсяг випуску;

$Q_{п.р}$  – проєктна потужність.

Низьке завантаження обладнання може збільшувати собівартість продукції, оскільки постійні витрати розподіляються на менший обсяг випуску.

#### *Показники виробничої стійкості*

До системи показників економічної ефективності належать також точка беззбитковості, запас фінансової міцності та рівень операційного важеля.

Точка беззбитковості показує мінімальний обсяг реалізації, за якого виручка покриває постійні й змінні витрати. Запас фінансової міцності характеризує можливе скорочення обсягу реалізації без переходу підприємства до збиткової діяльності. Операційний важіль відображає чутливість прибутку до зміни обсягу виробництва та реалізації.

Ці показники мають особливе значення для капіталомістких хімічних виробництв із високою часткою постійних витрат і технологічними обмеженнями щодо мінімального завантаження обладнання.

#### *Формування підсумкової оцінки*

Для підприємств хімічної галузі система оцінювання може включати:

- обсяг капітальних і поточних витрат;
- виробничу та повну собівартість;
- прибуток і рентабельність;
- матеріало- й енергоємність продукції;
- продуктивність праці та фондівіддачу;
- рівень використання виробничої потужності;
- строк окупності;
- точку беззбитковості та запас фінансової міцності;
- витрати на очищення викидів, стічних вод і поводження з відходами.

Показники необхідно аналізувати у взаємозв'язку. Рішення може забезпечувати зниження собівартості, але потребувати значних вкладень; мати високу рентабельність за повного завантаження, але бути збитковим за реалістичного обсягу збуту; підвищувати продуктивність, але збільшувати екологічні витрати.

Отже, система показників економічної ефективності повинна відображати абсолютні й відносні результати, витрати ресурсів, рівень прибутковості, окупність та стійкість виробництва. Остаточний висновок формується не за одним найбільш привабливим показником, а за узгодженою оцінкою економічних, виробничих, технологічних та екологічних наслідків рішення.

#### ***Методи аналізу ризиків у процесі оцінювання та обґрунтування рішень***

Ризик – це можливість настання події або зміни умов, унаслідок якої фактичні результати рішення можуть відхилитися від запланованих. Ризик пов'язаний із невизначеністю, але не є тотожним їй: невизначеність означає нестачу інформації про майбутнє, тоді як ризик передбачає можливість оцінити ймовірність і наслідки окремих подій.

У процесі обґрунтування рішень ризики можна класифікувати:

- за джерелом виникнення – зовнішні та внутрішні;
- за сферою прояву – ринкові, фінансові, виробничі, технологічні, організаційні, екологічні, логістичні та нормативно-правові;

- за можливими наслідками – допустимі, критичні та катастрофічні;
- за можливістю прогнозування – передбачувані та непередбачувані;
- за етапами реалізації рішення – передінвестиційні, інвестиційні та експлуатаційні.

Для підприємств хімічної галузі особливе значення мають технологічні ризики, пов'язані з відхиленням параметрів процесу, відмовою обладнання, зниженням виходу продукції, утворенням небезпечних відходів або порушенням екологічних вимог.

Ризик характеризує можливість відхилення фактичних результатів від запланованих. Для підприємств хімічної галузі джерелами ризику можуть бути коливання цін на сировину й енергоносії, порушення постачання, зміна попиту, недосягнення проєктної потужності, технологічні відмови, аварії, посилення екологічних вимог і затримка введення обладнання в експлуатацію.

Аналіз ризиків передбачає їх виявлення, оцінювання та визначення впливу на результати рішення. За характером інформації методи поділяють на якісні та кількісні.

#### *Якісний аналіз ризиків*

Якісний аналіз спрямований на виявлення джерел ризику, причин їх виникнення та можливих наслідків. Його застосовують, коли кількісних даних недостатньо.

До основних методів належать експертне оцінювання, контрольні переліки, інтерв'ю, аналіз причин і наслідків, SWOT-аналіз та формування реєстру ризиків. Для кожного ризику зазначають його джерело, можливі наслідки та відповідальну особу.

Поширеним інструментом є матриця «ймовірність – наслідки». Ймовірність виникнення ризику та тяжкість його наслідків оцінюють:

$$R = P \cdot I, \quad (2.57)$$

де  $R$  – рівень ризику;

$P$  – оцінка ймовірності;

$I$  – оцінка впливу.

Метод дає змогу ранжувати ризики, але результат залежить від обґрунтованості шкал і суджень експертів. Тому критерії присвоєння балів мають бути чітко визначені.

#### *Аналіз чутливості*

Аналіз чутливості показує, як зміна окремого вихідного параметра впливає на обраний показник ефективності. Послідовно змінюють ціну продукції, обсяг реалізації, вартість сировини, енергетичні витрати, капітальні вкладення або строк запуску, залишаючи інші параметри незмінними.

Чутливість можна оцінити так:

$$K_{\text{ч}} = \frac{\Delta Y\%}{\Delta X\%}, \quad (2.58)$$

де  $K_{\text{ч}}$  – коефіцієнт чутливості;  
 $\Delta Y\%$  – відносна зміна результату;  
 $\Delta X\%$  – відносна зміна фактора.

Чим більше значення коефіцієнта, тим сильніше результат залежить від відповідного параметра. Метод допомагає виявити критичні чинники, але не враховує їх одночасної зміни.

#### *Сценарний аналіз*

Сценарний аналіз передбачає одночасну зміну групи взаємопов'язаних параметрів. Зазвичай формують базовий, оптимістичний і несприятливий сценарії. Для кожного встановлюють обсяг виробництва, ціни, витрати та строки реалізації.

Сценарії повинні бути внутрішньо узгодженими. Наприклад, зниження попиту може супроводжуватися зменшенням ціни, а подорожчання енергії – зростанням собівартості. Механічне поєднання найкращих або найгірших значень не завжди створює реалістичний сценарій.

#### *Аналіз критичних значень*

Метод критичних значень визначає граничний рівень параметра, за якого рішення втрачає економічну прийнятність. Це може бути мінімальна ціна реалізації, максимальна вартість сировини, допустимий обсяг капітальних витрат, мінімальний рівень завантаження потужності або гранична тривалість запуску.

Критичне значення порівнюють із прогнозом. Чим менша відстань між ними, тим вищою є вразливість рішення.

#### *Імовірнісні методи*

Якщо є достатні статистичні або експертні дані, можливим результатам задають імовірності. Очікуване значення визначають як:

$$E(Y) = \sum (Y_i \cdot p_i), \quad (2.59)$$

де  $Y_i$  – результат за  $i$ -м варіантом;  
 $p_i$  – його імовірність.

Для послідовних рішень застосовують дерева рішень, які відображають альтернативи, можливі події, їх імовірності та економічні наслідки. Для складних моделей використовують метод Монте-Карло: багаторазове моделювання результату за випадковими значеннями вихідних параметрів.

### Особливості аналізу ризиків у хімічній галузі

Економічні ризики хімічного виробництва пов'язані з технологічними, екологічними та безпековими наслідками. Тому аналіз не повинен обмежуватися зміною прибутку або собівартості. Необхідно враховувати ймовірність відмов обладнання, порушення технологічного режиму, утворення некондиційної продукції, перевищення нормативів викидів, зупинення виробництва та витрат на ліквідацію наслідків.

Результати аналізу подають у вигляді реєстру ризиків, матриці пріоритетності, таблиць чутливості та сценарних розрахунків. У підсумку визначають критичні ризики, чинники найбільшого впливу й умови, за яких рішення залишається економічно прийнятним.

Отже, аналіз ризиків доповнює базову оцінку ефективності перевіркою стійкості рішення до можливих змін. Поєднання якісних і кількісних методів дає змогу зрозуміти, від яких припущень залежить результат і за яких умов він може стати неприйнятним.

### ***Методи зниження ризиків у процесі реалізації виробничих, технологічних та організаційних рішень***

Зниження ризиків охоплює заходи, спрямовані на зменшення ймовірності небажаної події або обмеження її наслідків. Вибір методу залежить від виду ризику, рівня його критичності, вартості захисних заходів і можливості підприємства впливати на джерело небезпеки. Повністю усунути ризик зазвичай неможливо, тому завдання полягає у приведенні його до прийнятного рівня.

Основними способами реагування є уникнення, зниження, передача, розподіл і прийняття ризику.

*Уникнення ризику* передбачає відмову від рішення, операції або технології, якщо можливі втрати є неприйнятними. Підприємство може відмовитися від нестабільної сировини, недостатньо випробуваної технології або ненадійного постачальника. Метод усуває конкретний ризик, але може означати втрату очікуваної вигоди.

*Зниження ризику* полягає у впливі на ймовірність події та масштаб її наслідків. Для виробничих і технологічних рішень використовують резервування обладнання, автоматичний контроль параметрів процесу, системи аварійного відключення, планово-попереджувальні ремонти, діагностику та випробування дослідних партій. До організаційних заходів належать регламентація робіт, розподіл відповідальності, навчання персоналу, перевірка постачальників і контроль графіків.

У хімічному виробництві застосовують *принцип багаторівневого захисту*: небезпечне відхилення повинно виявлятися й обмежуватися кількома незалежними засобами. Наприклад, контроль температури може поєднуватися

із сигналізацією, автоматичним припиненням подачі реагенту та аварійним охолодженням.

*Передача ризику* означає покладання частини можливих фінансових наслідків на іншу сторону. Її інструментами є страхування, гарантії постачальників, сервісні договори, аутсорсинг спеціалізованих робіт і договір на відповідальність. Передача ризику не усуває самої події, а лише частково компенсує її наслідки.

*Розподіл ризику* застосовують під час спільної реалізації рішення кількома учасниками. У договорах визначають відповідальність за строки постачання, якість обладнання, монтаж, досягнення проектних параметрів і усунення дефектів. Ризик доцільно покладати на сторону, яка має реальну можливість ним управляти.

*Диверсифікація* зменшує залежність від одного постачальника, ринку або джерела енергії. Вона може передбачати альтернативні маршрути постачання, використання кількох видів сировини, розширення асортименту або поетапне введення потужностей. Водночас диверсифікація підвищує складність управління і може збільшувати витрати.

*Локалізація ризику* полягає у відокремленні найбільш небезпечної ділянки або процесу. На практиці це реалізується через зонування виробництва, локальні системи очищення, обмеження запасів небезпечних речовин і розділення технологічних потоків. Такий підхід зменшує масштаб можливих наслідків.

*Резервування ресурсів* передбачає створення запасів часу, коштів, матеріалів, запасних частин і виробничої потужності. У кошторисі може формуватися резерв непередбачених витрат, у календарному плані – часовий резерв, а в постачанні – страховий запас критичної сировини. Надмірні резерви заморожують ресурси, тому їх величина має бути обґрунтованою.

Якщо ризик неможливо економічно доцільно усунути або передати, застосовують прийняття ризику. Воно може бути активним, коли підприємство готує план реагування та резерв ресурсів, або пасивним, коли спеціальні заходи не передбачаються. Пасивне прийняття допустиме лише для незначних ризиків.

Для критичних ризиків розробляють плани реагування: порядок зупинення процесу, заміну постачальника, використання резервного обладнання, локалізацію наслідків і відновлення виробництва. Для кожного заходу визначають строк, ресурси, відповідальну особу та контрольний показник.

Зниження ризиків є безперервним процесом. Під час реалізації рішення необхідно контролювати технічні параметри, витрати, строки, якість продукції та зовнішні умови, переглядати реєстр ризиків і коригувати заходи реагування.

Отже, управління ризиками поєднує технічні, організаційні, фінансові та договірні заходи. Раціональний підхід полягає у виборі таких заходів, вартість яких відповідає можливим наслідкам і забезпечує прийнятний рівень стійкості рішення.

### *Питання для самоконтролю*

1. У чому полягає економічна ефективність виробничого, технологічного або організаційного рішення?
2. Чим статичні методи оцінювання ефективності відрізняються від динамічних?
3. За яких умов доцільно застосовувати порівняльні методи оцінювання альтернатив?
4. У чому полягає оцінювання прирідної ефективності рішення?
5. Які показники характеризують економічний ефект від упровадження нового рішення?
6. Які показники витрат і собівартості використовуються в оцінюванні рішень підприємств хімічної галузі?
7. Який економічний зміст показників прибутку та рентабельності?
8. Які показники характеризують ефективність використання трудових, матеріальних і виробничих ресурсів?
9. Чому під час оцінювання рішення необхідно враховувати рівень використання виробничої потужності?
10. Чому економічну ефективність не можна оцінювати лише за одним показником?
11. Що таке ризик і чим він відрізняється від невизначеності?
12. За якими ознаками класифікують ризики виробничих, технологічних та організаційних рішень?
13. У чому полягають методи аналізу чутливості, сценарного аналізу та критичних значень?
14. Які основні способи реагування на ризики застосовуються під час реалізації рішень?
15. Які технічні, організаційні, фінансові та договірні заходи можуть використовуватися для зниження ризиків у хімічному виробництві?

### **Тема 6 Інвестиційне обґрунтування створення, модернізації та розвитку хімічного виробництва**

1. Неформальні критерії оцінювання рішення.
2. Формальні критерії оцінювання рішень.
3. Визначення періоду окупності інвестицій. Дисконтований період окупності інвестицій.
4. Визначення інвестиційної ефективності проєктних рішень з різними термінами реалізації.

## ***Неформальні критерії оцінювання рішення***

Оцінювання ефективності проекту неможливе лише на основі фінансових показників. У сучасній практиці значну роль відіграють ***неформальні критерії***, які відображають якісні, суспільно важливі, інституційні та репутаційні аспекти, здатні істотно вплинути на життєздатність і підтримку проекту. Розглянемо п'ять ключових груп таких критеріїв:

### ***1. Маркетингова доцільність реалізації.***

Цей критерій відображає рівень готовності ринку до сприйняття проекту, а також відповідність очікуванням споживачів, партнерів і середовища конкуренції.

Оцінюється за такими показниками:

- наявність реального або потенційного попиту;
- конкурентоспроможність проекту;
- відповідність продукту / послуги / робіт ринковим тенденціям;
- іміджеві переваги проекту у цільовій аудиторії.

### ***2. Екологічна доцільність.***

Екологічна складова не завжди представлена у фінансових показниках, проте її ігнорування може спричинити суспільний резонанс, юридичні ускладнення, санкції або втрату підтримки.

Основні аспекти:

- рівень екологічної безпеки;
- сприйняття екологічних ризиків громадськістю;
- відповідність екологічним нормам та очікуванням «зеленого» переходу;
- відкритість до оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС).

### ***3. Соціальна доцільність.***

Соціальна доцільність стосується впливу проекту на якість життя, соціальну стабільність, інтереси місцевих жителів та працівників.

Оцінюється за такими чинниками:

- створення або збереження робочих місць;
- розвиток інфраструктури;
- відповідність інтересам місцевої громади;
- рівень підтримки населення.

### ***4. Інституційна можливість.***

Цей критерій визначає здатність інституцій, органів влади, інвесторів і виконавців реалізувати проект.

Основні аспекти:

- наявність правових механізмів для реалізації;
- ефективність процедур узгодження та дозвільної документації;
- рівень інституційної спроможності органів управління;
- партнерські зв'язки та організаційна підтримка.

### 5. Репутаційна доцільність.

Репутаційна складова стосується того, як проєкт впливає на імідж ініціатора в очах громадськості, партнерів, інвесторів.

Основні параметри:

- узгодженість з цінностями компанії чи громади;
- довіра до ініціатора проєкту;
- відкритість і прозорість реалізації;
- відсутність асоціацій з корупційними або сумнівними практиками.

Неформальні критерії не піддаються прямій кількісній оцінці, проте часто є вирішальними у формуванні остаточного рішення щодо запуску або відмови від проєкту. Успішне проєктне рішення – це не лише оптимізація витрат і прибутків, а й відповідність суспільним, екологічним, інституційним та етичним умовами реалізації.

### **Формальні критерії оцінювання рішень**

Формальні (фінансові) критерії оцінювання проєктних рішень зосереджені на визначенні економічної доцільності впровадження проєкту. Вони дозволяють кількісно оцінити очікувану вигоду від реалізації інвестицій.

Одним з основних показників є чиста приведена вартість (чистий приведений дохід, Net Present Value, NPV).

*Чиста приведена вартість (Net Present Value, NPV)* – показник, який показує, наскільки зростає вартість проєкту в процесі його реалізації.

Обчислюється NPV як різниця між сумою очікуваних продисконтованих грошових надходжень за проєктом та сумою поточних витрат, які також приведено до теперішнього моменту часу.

Існує декілька варіантів розрахунку NPV, однак, оскільки вони дають один і той же результат, наведемо два:

$$NPV = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t}, \quad (2.60)$$

де  $I_0$  – первинні інвестиції;

$CF_t$  – грошовий потік у рік  $t$ ;

$r$  – ставка дисконтування проєкту;

$n$  – тривалість проєкту.

Якщо грошові потоки щороку здійснюються рівними сумами, то для полегшення розрахунків можна скористатися формулою розрахунку теперішньої вартості ануїтету постнумерандо:

$$NPV = -I_0 + CF_t \cdot \frac{1 - \frac{1}{(1+r)^n}}{r}, \quad (2.61)$$

де  $I_0$  – первинні інвестиції;  
 $CF_t$  – грошовий потік у рік  $t$ ;  
 $r$  – ставка дисконтування проєкту;  
 $n$  – тривалість проєкту.

Проєктне рішення вважається ефективним, якщо  $NPV > 0$ .

У разі порівняння кількох альтернативних варіантів проєктів ефективнішим вважається той, який має вищу чисту приведену вартість, адже саме він забезпечує більший приріст економічної цінності.

Однак, у даного показника є низка недоліків, зокрема  $NPV$  не дає можливість оцінити саме ефективність інвестиційних вкладень. Найчастіше даний показник застосовують у комплексі з іншими, наприклад коефіцієнтом рентабельності інвестицій (індексом прибутковості) або показником вигоди – витрати.

*Внутрішня норма прибутковості/дохідності (Internal Rate of Return, IRR)* – це така ставка дисконту, за якої чиста приведена вартість ( $NPV$ ) проєкту дорівнює нулю. Інакше кажучи, це граничний рівень прибутковості інвестицій, за якого проєкт ще залишається рентабельним.

Цей критерій може використовуватися як додаткова інформація і для відсікання рішень на стадії попереднього аналізу.

Якщо  $IRR$  перевищує нормативну (дисконтну) ставку, то проєкт вважається привабливим для реалізації. У разі порівняння декількох альтернативних варіантів вигіднішим є той, що має вищу  $IRR$ , за умови, що вона перевищує вартість капіталу.

Коли фінансується з декількох джерел, можна порівнювати *внутрішню норму прибутковості з середньозваженою вартістю капіталу WACC*.

Якщо  $IRR > WACC$ , то рішення аналізується за допомогою інших критеріїв.

Якщо  $IRR < WACC$ , то рішення відхиляється.

*Модифікована норма дохідності (Modified Internal Rate of Return, MIRR)* – це удосконалений варіант внутрішньої норми дохідності ( $IRR$ ), який враховує два важливі обмеження класичної  $IRR$ :

У  $MIRR$  всі позитивні грошові потоки (доходи) реінвестуються за заданою ставкою реінвестування, що більш реалістично, ніж припущення  $IRR$  про реінвестування за тією ж  $IRR$ .

Усі негативні грошові потоки (витрати) дисконтуються до початку проєкту за вартістю капіталу або іншою обраною ставкою.

Формально  $MIRR$  розраховується як ставка, яка зрівнює теперішню вартість інвестиційних витрат і майбутню вартість прибутків (реінвестованих за фіксованою ставкою).

*Облікова норма прибутковості (Accounting Rate of Return, ARR)* – це показник, що відображає відносну дохідність інвестицій на основі бухгалтерського (облікового) прибутку, а не грошових потоків. Він показує, яку

частку прибутку забезпечує інвестиційний проєкт у середньому за рік стосовно вкладених коштів.

*Коефіцієнт рентабельності інвестицій (Індекс прибутковості (Profitability Index, PI) – це відносний показник, що показує, яка сума сукупних продисконтованих грошових потоків за проєктом припадає на одну грошову одиницю первинних інвестицій:*

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t}}{I_0}, \quad (2.62)$$

де  $I_0$  – первинні інвестиції;  
 $CF_t$  – грошовий потік у рік  $t$ ;  
 $r$  – ставка дисконтування проєкту;  
 $n$  – тривалість проєкту.

Рішення вважається за більш ефективне ефективним, якщо коефіцієнт рентабельності інвестицій більше одиниці.

Інтерпретація  $PI$ :

$PI > 1$  – проєкт є доцільним (вигоди перевищують витрати);

$PI = 1$  – вигоди дорівнюють витратам (нейтральний результат);

$PI < 1$  – проєкт економічно недоцільний.

У випадках, коли результати оцінки ефективності проєкту за критеріями чистої приведеної вартості ( $NPV$ ) та коефіцієнта рентабельності інвестицій ( $PI$ ) не збігаються, вирішальне значення має наявність ресурсних обмежень. Якщо ресурси (капітал, час, потужності тощо) є обмеженими, то доцільніше орієнтуватися на висновки, отримані на основі показника  $PI$ , оскільки він дозволяє ефективніше розподілити доступні ресурси між альтернативними проєктами.

Коефіцієнт вигоди – витрати (Benefit-Cost Ratio, BCR) – це показник, який показує співвідношення між дисконтованими вигодами (доходами), що очікуються від реалізації проєкту, і дисконтованими витратами, які необхідно здійснити для їх отримання:

$$BCR = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}, \quad (2.63)$$

де  $B_t$  – вигоди за проєктом у рік  $t$ ;  
 $r$  – ставка дисконтування проєкту;  
 $n$  – тривалість проєкту;  
 $C_t$  – витрати за проєктом у рік  $t$ .

Інтерпретація  $BCR$ :

$BCR > 1$  – проєкт є доцільним (вигоди перевищують витрати);

$BCR = 1$  – вигоди дорівнюють витратам (нейтральний результат);

$BCR < 1$  – проєкт економічно недоцільний.

$BCR$  є подібним до індексу прибутковості ( $PI$ ), однак частіше використовується у сфері державного інвестування, розвитку інфраструктури, охорони здоров'я, освіти – де важливо обґрунтувати обсяг вигод для суспільства, а не лише фінансову віддачу для інвестора.

***Визначення періоду окупності інвестицій. Дисконтований період окупності інвестицій***

*Період окупності інвестицій (PP)* – це час, необхідний для того, щоб накопичені чисті грошові потоки повністю компенсували початкові інвестиційні витрати. Іншими словами, це період, після якого інвестор «повертає свої вкладення».

*Дисконтований період окупності інвестицій (DPP)* – це період, протягом якого дисконтовані (тобто приведені до теперішньої вартості) грошові надходження покривають початкові інвестиції.

На відміну від звичайного PP, цей критерій враховує зміну вартості грошей у часі, тобто відображає реальні умови фінансування (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Порівняльна характеристика періоду окупності та дисконтованого періоду окупності

| Критерій                                  | Період окупності        | Дисконтований період окупності      |
|-------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| Урахування грошей в часі                  | Не враховує             | Враховує через дисконтування        |
| Простота оцінки ризику                    | +                       | +                                   |
| Застосування як критерію відсікання       | +                       | +                                   |
| Точність розрахунку                       | менша                   | вища                                |
| Оцінює ефективність після точки окупності | ні                      | ні                                  |
| Рекомендовано                             | Короткострокові рішення | Стратегічні довготривалі інвестиції |

*Оцінювання періоду окупності інвестицій може здійснюватися на основі аналізу кумулятивного грошового потоку.*

У цьому випадку моментом окупності вважається той рік, коли сукупний грошовий потік уперше досягає нульового значення або переходить у позитивну зону, наприклад:

| Рік | Грошовий потік, грн | Кумулятивний грошовий потік, грн            |
|-----|---------------------|---------------------------------------------|
| 0   | -800 000,00         |                                             |
| 1   | 150 000,00          | -800 00,00 + 150 000,00 = -650 000,00       |
| 2   | 150 000,00          | -650 000,00 + 150 000,00 = -500 000,00      |
| 3   | 200 000,00          | -500 000,00 + 200 000,00 = -300 000,00      |
| 4   | 250 000,00          | -300 000,00 + 250 000,00 = -50 000,00       |
| 5   | <b>200 000,00</b>   | <b>-50 000,00 + 200 000,00 = 150 000,00</b> |

У прикладі, що наведено, проєкт окупається на п'ятий рік.

Для більш точного визначення періоду окупності використовують часткове уточнення: модуль залишку накопиченого грошового потоку за останній «неокуплений» рік ділять на значення грошового притоку в наступному році – тобто в тому, коли проєкт повністю окупається.

Отриманий результат відображає частину року, за яку остаточно повертаються вкладені кошти. Додавши це значення до номера попереднього року, можна визначити точнішу величину періоду окупності в дробовому форматі.

### ***Визначення інвестиційної ефективності проєктних рішень з різними термінами реалізації***

У процесі ухвалення інвестиційних рішень часто виникає потреба порівнювати проєкти, що мають різну тривалість реалізації. Якщо використовувати стандартні фінансові критерії – наприклад, чисту приведену вартість (NPV) – то автоматично припускається, що після завершення коротшого проєкту грошові потоки дорівнюють нулю, навіть якщо на практиці інвестор міг би реалізувати його повторно або замінити іншим.

Це створює штучну перевагу для довших проєктів і спотворює результати аналізу. Для усунення цього ефекту застосовуються спеціальні методи нормалізації термінів реалізації.

#### ***1. Метод ланцюгового повтору (Least Common Multiple method)***

Цей підхід передбачає багаторазову реалізацію кожного з порівнюваних проєктів у межах спільного найменшого кратного строку реалізації. Наприклад, якщо один проєкт триває 3 роки, а інший – 6 років, то перший розглядається як такий, що реалізується двічі (3 + 3), а другий – один раз (6 років):

$$NPV_n = NPV \cdot \sum_{i=0}^{N-1} \frac{1}{(1+r)^{n \cdot i}}, \quad (2.64)$$

де  $NPV_N$  – чиста приведена вартість пролонгованого проєкту, тобто проєкту, повтореного  $N$  разів;

$N$  – кількість повторів проєкту, яке розраховується як відношення найменшого загального кратного до терміну реалізації проєкту  $n$ ;

$n$  – тривалість проєкту;

$NPV$  – чиста приведена вартість початкового проєкту;

$r$  – ставка дисконтування проєкту.

Застосовується, якщо є підстави вважати, що проєкти можуть бути повторно реалізовані на тих самих умовах; дозволяє оцінити сукупний ефект від повторного використання інвестицій.

### 2. Метод нескінченного повтору (*Infinite Chain method*)

У цьому методі передбачається нескінченна кількість реалізацій кожного проєкту в однакових умовах. Усі грошові потоки розглядаються як потік, що повторюється безперервно з певним періодом:

$$NPV_{\infty} = NPV \cdot \frac{(1+r)^n}{(1+r)^n - 1}, \quad (2.65)$$

де  $NPV_{\infty}$  – чиста приведена вартість нескінченного повтору;

$n$  – тривалість проєкту;

$NPV$  – чиста приведена вартість початкового проєкту.

$r$  – ставка дисконтування проєкту.

Застосовується для оцінки довготривалих стратегічних програм і дозволяє обчислити середній річний ефект або еквівалентну сталу грошову вигоду

### 3. Метод еквівалентного ануїтету (*Equivalent Annual Annuity, EAA*)

Цей метод перетворює чисту приведену вартість проєкту на рівномірну річну суму ануїтету, яка виплачується протягом терміну реалізації проєкту.

Застосовується для зведення всіх проєктів до спільної одиниці часу (1 року) і дає змогу оцінити ефективність у вигляді щорічного еквівалентного прибутку.

Отже, оцінювання ефективності проєктного рішення є ключовим етапом техніко-економічного обґрунтування, що забезпечує обґрунтований вибір доцільного варіанту реалізації. Ефективність визначається як за формальними фінансовими показниками ( $NPV$ ,  $IRR$ ,  $PI$ ,  $DPP$ ), так і за неформальними критеріями, які враховують соціальну, екологічну, репутаційну та інституційну складові. Оцінка повинна базуватись на аналізі грошових потоків, врахуванні вартості грошей у часі та коректному порівнянні альтернатив із різною тривалістю реалізації.

Різні методи (ланцюговий повтор, еквівалентний анuitет) дозволяють забезпечити зіставність альтернативних варіантів. Залучення кількісних і якісних параметрів формує комплексний підхід до аналізу, що забезпечує точність управлінських рішень і мінімізацію інвестиційних ризиків.

### *Питання для самоконтролю*

1. У чому полягає відмінність між формальними та неформальними критеріями оцінювання проєктних рішень?
2. Які аспекти враховують маркетингова, екологічна, соціальна, інституційна та репутаційна доцільність проєкту?
3. Чому неформальні критерії можуть впливати на остаточне рішення навіть за позитивних фінансових показників?
4. Який економічний зміст чистої приведеної вартості та за яких умов проєкт вважається прийнятним за критерієм NPV?
5. Чому під час порівняння альтернатив перевага зазвичай надається проєкту з вищим значенням NPV?
6. Що характеризує внутрішня норма дохідності та як вона використовується для ухвалення інвестиційного рішення?
7. Чому внутрішню норму дохідності доцільно порівнювати із середньозваженою вартістю капіталу?
8. У чому полягає відмінність між IRR і модифікованою внутрішньою нормою дохідності MIRR?
9. Який економічний зміст облікової норми прибутковості та чому вона ґрунтується на бухгалтерському прибутку, а не на грошових потоках?
10. Що показує індекс прибутковості та як інтерпретуються його значення, більші, рівні або менші за одиницю?
11. У яких випадках під час вибору між альтернативами доцільніше орієнтуватися на індекс прибутковості, а не лише на NPV?
12. У чому полягає зміст коефіцієнта «вигоди – витрати» та чим він відрізняється від індексу прибутковості?
13. Чим звичайний період окупності відрізняється від дисконтованого періоду окупності?
14. Як за кумулятивним грошовим потоком визначається момент окупності проєкту та уточнюється частина року?
15. Які методи використовують для порівняння проєктів із різними строками реалізації та в чому полягає зміст методу ланцюгового повтору, нескінченного повтору й еквівалентного анuitету?

## **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3 ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ЕКОНОМІЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНИХ ПРОЄКТІВ ТА ІННОВАЦІЙ У ХІМІЧНІЙ ГАЛУЗІ**

### **Тема 7 Економічне оцінювання науково-дослідних проєктів і дослідно-конструкторських розробок у хімічній галузі**

1. Науково-дослідні проєкти і дослідно-конструкторські розробки як об'єкти економічного оцінювання у хімічній галузі.
2. Розрахунок собівартості та ціни науково-дослідної розробки.
3. Оцінювання економічної ефективності науково-дослідних робіт і дослідно-конструкторських розробок.
4. Особливості реалізації та впровадження інноваційних рішень у хімічній галузі.

#### ***Науково-дослідні проєкти і дослідно-конструкторські розробки як об'єкти економічного оцінювання у хімічній галузі***

Науково-дослідні проєкти і дослідно-конструкторські розробки є важливою складовою технологічного оновлення підприємств хімічної галузі. Вони можуть бути спрямовані на створення нових речовин і матеріалів, розроблення або вдосконалення технологічних процесів, підвищення виходу цільового продукту, зменшення витрат сировини та енергії, удосконалення методів очищення, утилізації відходів і контролю якості. Результатом таких робіт може бути нове знання, технологічний регламент, лабораторний або дослідно-промисловий зразок, конструкторська документація, програмно-технічне рішення, спосіб організації виробництва або комплекс рекомендацій щодо впровадження.

*Науково-дослідний проєкт* доцільно розглядати як сукупність взаємопов'язаних робіт, обмежених метою, строками, ресурсами та очікуваними результатами. Його зміст полягає у формуванні й перевірці наукових положень, закономірностей, методів або технологічних підходів. Дослідно-конструкторська розробка орієнтована на практичне втілення отриманих наукових результатів у технічному об'єкті, технологічному процесі, дослідному зразку, установці, апаратурному оформленні або комплекті документації, придатному для подальшого виробничого освоєння.

Між науково-дослідними роботами та дослідно-конструкторськими розробками існує послідовний зв'язок. Наукове дослідження формує нове знання або підтверджує можливість певного рішення, а конструкторська чи технологічна розробка перетворює це знання на об'єкт, який можна випробувати, масштабувати й упровадити. Водночас не кожне дослідження обов'язково завершується дослідно-конструкторською стадією, а результат

окремих НДР може мати переважно наукове, методичне або інформаційне значення.

За характером результату науково-дослідні проекти можна поділяти на фундаментальні, прикладні та пошукові. Фундаментальні дослідження спрямовані на виявлення нових закономірностей і властивостей речовин, матеріалів або процесів. Їх практичний результат може бути віддаленим у часі, а можливість прямого економічного ефекту на початковому етапі часто не визначена. Прикладні дослідження орієнтуються на розв'язання конкретної науково-технічної проблеми, наприклад підбір каталізатора, зменшення енергоємності процесу, підвищення селективності реакції або розроблення нового методу очищення. Пошукові роботи займають проміжне положення й використовуються для перевірки перспективності окремих ідей, матеріалів, складів або технологічних режимів.

Дослідно-конструкторські розробки можуть охоплювати розроблення технічної пропозиції, ескізного або технічного проєкту, створення дослідного зразка, виготовлення пілотної установки, проведення випробувань, уточнення технологічного регламенту та підготовку документації для освоєння виробництва. У хімічній галузі до них належать, зокрема, розроблення реакторів і теплообмінного обладнання, систем дозування та контролю, дослідних ліній, нових рецептур, способів гранулювання, сушіння, очищення газів і стічних вод.

Як об'єкти економічного оцінювання НДП і ДКР мають низку особливостей. По-перше, їх кінцевий результат не завжди може бути точно визначений на початку робіт. Наукова гіпотеза може не підтвердитися, обраний матеріал – не забезпечити потрібних властивостей, а лабораторний результат – не відтворитися під час масштабування. Отже, витрати виникають раніше, ніж стає відомою остаточна цінність результату.

По-друге, значна частина результатів має нематеріальний характер. Це можуть бути нові знання, методики, формули, бази даних, технічна документація, патентоспроможні рішення або компетентності персоналу. Їх економічна цінність проявляється не тільки через безпосередній продаж, а й через можливість подальшого використання у виробництві, ліцензування, скорочення майбутніх витрат, зниження ризиків або створення наступних розробок.

По-третє, між завершенням дослідження і отриманням економічного результату може існувати значний часовий розрив. Після лабораторного підтвердження ідеї часто необхідні масштабування, випробування, сертифікація, адаптація обладнання, підготовка персоналу та освоєння виробництва. Тому економічне оцінювання повинно охоплювати не лише витрати на виконання НДР або ДКР, а й можливі наступні витрати на доведення результату до практичного застосування.

По-четверте, науково-технічні результати можуть створювати різні види ефекту. Прямий економічний ефект виникає через продаж розробки,

ліцензування, збільшення обсягу реалізації, зниження собівартості або скорочення втрат. Технологічний ефект полягає у підвищенні продуктивності, стабільності процесу, якості продукції або надійності обладнання. Екологічний ефект може проявлятися у зменшенні викидів, стоків, відходів і споживання небезпечних речовин. Науковий ефект пов'язаний із новизною результатів, можливістю патентування, публікаційною цінністю та формуванням нового напрямку досліджень. Частина цих результатів може бути оцінена у вартісній формі, частина потребує якісного або бального оцінювання.

Економічне оцінювання НДП і ДКР має здійснюватися з урахуванням стадії готовності результату. На ранніх етапах переважає оцінювання наукової обґрунтованості, відповідності стратегічним цілям, потреби в ресурсах і перспектив практичного застосування. На стадії прикладного дослідження зростає значення порівняння з аналогами, оцінювання технічних переваг і можливості масштабування. Для дослідно-конструкторської розробки важливими стають витрати на виготовлення та випробування зразка, підготовку виробництва, очікувана собівартість майбутнього продукту й умови комерціалізації.

Одним із ключових принципів є комплексність. Розробка не може оцінюватися лише за очікуваним прибутком або лише за науковою новизною. Необхідно одночасно враховувати технічну здійсненність, забезпеченість обладнанням і персоналом, строки виконання, структуру витрат, ринкову потребу, правову охорону результатів, екологічні наслідки та ризики масштабування.

Другим принципом є перспективність, тобто оцінювання не тільки поточного результату, а й потенціалу його подальшого розвитку. Результат окремої НДР може стати основою для серії продуктів, нової технологічної платформи або кількох наступних розробок. Водночас перспективність не повинна обґрунтовуватися загальними твердженнями. Вона має підтверджуватися можливими напрямками використання, потребами виробництва, характеристиками аналогів і наявністю ресурсів для переходу до наступних стадій.

Третім принципом є стадійність. На кожному етапі використовуються різні критерії та глибина оцінювання. Попередня оцінка дає відповідь на питання, чи доцільно розпочинати роботу. Проміжна оцінка визначає, чи підтверджуються гіпотези, чи зберігаються переваги та чи потрібно коригувати програму дослідження. Підсумкова оцінка встановлює, чи досягнуто запланованого результату і чи доцільно переходити до дослідного виробництва або впровадження.

Важливе місце посідає порівняння з об'єктом-аналогом. Аналогом може бути існуюча технологія, матеріал, продукт, обладнання або запатентоване рішення з подібним функціональним призначенням. Він повинен бути актуальним, достатньо описаним і придатним для зіставлення за умовами використання. Порівнюють технічні характеристики, витрати ресурсів, якість,

безпеку, екологічні показники, тривалість процесу, очікувану собівартість та складність упровадження.

У хімічній галузі особливої уваги потребує масштабування результатів. Процес, ефективний у лабораторних умовах, може змінити свої параметри на пілотній або промисловій установці. На результат впливають тепло- і масообмін, стабільність сировини, чистота реагентів, режими змішування, утворення побічних продуктів, корозія, безпека та потреба в додатковому очищенні. Тому оцінювання повинно враховувати не тільки лабораторні показники, а й витрати та ризики переходу до промислового масштабу.

Об'єктами економічного оцінювання можуть бути як проєкт у цілому, так і його окремі етапи, результати або варіанти реалізації. Оцінюються програма дослідження, склад робіт, потреба в персоналі й обладнанні, строки, очікувані результати, можливі способи використання та умови передачі результатів замовнику. Для альтернативних варіантів можуть порівнюватися різні технологічні підходи, склади сировини, типи обладнання, методи очищення або варіанти організації випробувань.

Отже, науково-дослідні проєкти і дослідно-конструкторські розробки є специфічними об'єктами економічного оцінювання через невизначеність результату, значну частку нематеріальних вигід, стадійність виконання та часовий розрив між дослідженням і практичним ефектом. Їх оцінювання повинно поєднувати аналіз науково-технічної обґрунтованості, ресурсного забезпечення, можливості масштабування, порівняння з аналогами та перспектив упровадження. Саме такий підхід дає змогу визначити, чи доцільно продовжувати фінансування, переходити до наступної стадії або переглядати початкове рішення.

### ***Розрахунок собівартості та ціни науково-дослідної розробки***

*Собівартість науково-дослідної розробки* відображає сукупність витрат, необхідних для виконання передбаченого технічним завданням комплексу робіт і отримання запланованого результату. Об'єктом калькулювання може бути проєкт у цілому, окремий етап, дослідний зразок, технологічний регламент, методика чи документація.

Розрахунок починають із визначення складу робіт, їх тривалості, виконавців, потреби в обладнанні, матеріалах і сторонніх послугах. Вихідними даними є технічне завдання, календарний план, структура виконавців, норми витрат ресурсів, ціни й тарифи та правила розподілу непрямих витрат.

*Основною статтею собівартості НДР і ДКР зазвичай є витрати на оплату праці.* Їх визначають з урахуванням трудомісткості робіт, посадових окладів або тарифних ставок, кількості виконавців і тривалості їх участі у проєкті. До розрахунку включають основну й додаткову заробітну плату, доплати, надбавки та інші передбачені виплати. Окремо визначають нарахування на оплату праці.

Матеріальні витрати охоплюють вартість реактивів, хімічних речовин, лабораторного посуду, витратних матеріалів, комплектувальних виробів, енергії, води та інших ресурсів. Їх розраховують за нормами споживання і відповідними цінами:

$$B_m = \sum (N_i \cdot C_i) , \quad (3.1)$$

де  $B_m$  – матеріальні витрати;  
 $N_i$  – потреба в  $i$ -му ресурсі;  
 $C_i$  – ціна одиниці ресурсу.

Якщо матеріали використовуються одночасно в кількох проєктах, до собівартості включають лише частину, що належить конкретній розробці. Поворотні залишки та матеріали, придатні для подальшого використання, не повинні повністю відноситися на витрати проєкту.

До собівартості можуть включатися амортизація або витрати, пов'язані з використанням наукового, лабораторного й дослідного обладнання. Якщо обладнання застосовується лише протягом частини строку виконання розробки, враховують відповідну частку його використання. Придбання нового обладнання не завжди повністю включається до собівартості однієї НДР, оскільки воно може використовуватися й у наступних роботах.

Витрати на роботи сторонніх організацій виникають у разі проведення спеціалізованих випробувань, сертифікації, аналізів, виготовлення окремих деталей, програмування або консультацій. Їх визначають на підставі договорів, кошторисів або комерційних пропозицій.

Витрати на відрядження включають транспортні витрати, проживання та інші витрати, пов'язані з виконанням завдання: проведенням випробувань, участю в монтажі, консультаціями із замовником або роботою на виробничому майданчику.

Накладні витрати охоплюють частину витрат на управління, адміністративне забезпечення, утримання приміщень, зв'язок та інформаційне обслуговування. Їх розподіляють за обґрунтованою базою, наприклад пропорційно витратам на оплату праці, трудомісткості або прямим витратам. Обрана база повинна застосовуватися послідовно й не створювати подвійного включення витрат.

Повна собівартість науково-дослідної розробки визначається як:

$$C_{ндр} = B_{оп} + N_{оп} + B_m + B_a + B_{ст} + B_v + B_n + B_{ін}, \quad (3.2)$$

де  $B_{оп}$  – витрати на оплату праці;  
 $N_{оп}$  – нарахування на оплату праці;  
 $B_m$  – матеріальні витрати;  
 $B_a$  – амортизаційні витрати;

Вст – витрати на сторонні роботи й послуги;

Вв – витрати на відрядження;

Вн – накладні витрати;

Він – інші обґрунтовані витрати.

Ціна науково-дослідної розробки формується на основі її повної собівартості та прибутку виконавця:

$$Ц_{ндр} = C_{ндр} + П, \quad (3.3)$$

де  $Ц_{ндр}$  – ціна розробки;

$П$  – прибуток виконавця.

За нормативного рівня рентабельності прибуток можна визначити як:

$$П = C_{ндр} \cdot \frac{P}{100}, \quad (3.4)$$

де  $P$  – рівень рентабельності, %.

До договірної ціни можуть також включатися податки та інші платежі, якщо це передбачено умовами фінансування і договору. Для робіт, що фінансуються з бюджетних або грантових джерел, склад витрат, допустимий рівень прибутку та порядок підтвердження витрат визначаються умовами відповідної програми або договору.

Розрахунок собівартості й ціни доцільно виконувати за етапами робіт. Це дає змогу пов'язати витрати з календарним планом, контролювати використання ресурсів і коригувати кошторис у разі зміни обсягу досліджень. У розрахунку необхідно уникати подвійного врахування вартості обладнання, амортизації, матеріалів і накладних витрат.

Отже, обґрунтована собівартість НДР або ДКР формується на основі складу робіт, трудомісткості та ресурсної потреби. Ціна розробки повинна покривати витрати виконавця, враховувати умови фінансування і забезпечувати прийнятний економічний результат.

### ***Оцінювання економічної ефективності науково-дослідних робіт і дослідно-конструкторських розробок***

Економічна ефективність науково-дослідних робіт і дослідно-конструкторських розробок характеризує співвідношення отриманих або очікуваних результатів із витратами на їх досягнення. На відміну від звичайних виробничих проєктів, результат НДР і ДКР не завжди має безпосередню ринкову форму. Частина розробок створює нові знання, методики, технологічні

регламенти, дослідні зразки, патентоспроможні рішення або компетентності, економічна цінність яких проявляється лише на наступних стадіях.

Тому оцінювання повинно враховувати не лише прямий фінансовий результат, а й науково-технічну, виробничу, екологічну та соціальну результативність. Склад показників залежить від виду роботи, стадії готовності результату, мети фінансування та можливого способу використання розробки.

#### *Види результатів і ефектів*

Прямий економічний ефект виникає, коли результат розробки може бути реалізований, ліцензований або використаний для отримання додаткового доходу. До нього належать прибуток від продажу технології, ліцензійні платежі, надходження від передачі технічної документації, виробництва нового продукту або використання дослідного зразка.

Виробничий ефект проявляється через зменшення собівартості, скорочення тривалості процесу, підвищення виходу цільового продукту, зниження браку, економії сировини, реагентів, води та енергії. Його можна оцінити як різницю між витратами або результатами до і після впровадження:

$$E_v = (B_0 - B_1) \cdot Q, \quad (3.5)$$

де  $E_v$  – річний виробничий ефект;

$B_0$  і  $B_1$  – питомі витрати за базовим і новим варіантами;

$Q$  – річний обсяг виробництва.

Якщо розробка забезпечує підвищення виходу продукції або зменшення технологічних втрат, ефект визначають за додатковим обсягом придатної продукції та маржинальним доходом від її реалізації.

*Екологічний ефект* пов'язаний зі скороченням викидів, стічних вод, небезпечних відходів, споживання води й енергії, а також зі зменшенням витрат на очищення та поводження з відходами. Його вартісна оцінка може включати економії експлуатаційних витрат, уникнення додаткових платежів і витрат на ліквідацію наслідків.

*Соціальний ефект* може проявлятися у підвищенні безпеки праці, зменшенні контакту персоналу з небезпечними речовинами, поліпшенні умов праці, створенні або збереженні робочих місць. Не всі такі результати можуть бути достовірно переведені у грошову форму, тому їх доцільно подавати окремо.

*Науково-технічний ефект* характеризується новизною, обґрунтованістю отриманих результатів, можливістю патентування, створенням нового методу, матеріалу або технологічного принципу. Він може не давати негайного доходу, але формувати основу для подальших розробок.

### *Порівняння з об'єктом-аналогом*

Одним із основних методів оцінювання є порівняння нового рішення з об'єктом-аналогом. Аналог повинен мати подібне функціональне призначення, бути технічно й економічно описаним та використовуватися в зіставних умовах.

Порівняння проводять за такими параметрами:

- продуктивність і вихід цільового продукту;
- якість і стабільність характеристик продукції;
- питомі витрати сировини, енергії, води та реагентів;
- потреба в обладнанні й персоналі;
- тривалість і складність технологічного процесу;
- рівень безпеки та екологічного впливу;
- собівартість продукції;
- витрати на масштабування і впровадження;
- можливість правової охорони результату.

Переваги нового рішення повинні підтверджуватися вимірюваними показниками. Формулювання «екологічніший», «ефективніший» або «інноваційний» без визначення критеріїв не є достатнім економічним обґрунтуванням.

### *Коефіцієнт науково-технічної ефективності*

Узагальненим показником може бути коефіцієнт науково-технічної ефективності:

$$K_{нт} = \frac{E_{оч}}{В_{ндр}}, \quad (3.6)$$

де  $K_{нт}$  – коефіцієнт науково-технічної ефективності;

$E_{оч}$  – очікуваний економічний або умовно вартісний ефект;

$В_{ндр}$  – загальні витрати на виконання НДР або ДКР.

Значення коефіцієнта більше одиниці означає, що оцінений ефект перевищує витрати на розробку. Проте висновок залежить від того, які складові включено до ефекту. Не можна механічно додавати прибуток, кількість публікацій, екологічний результат і патентоспроможність, якщо вони вимірюються в різних одиницях.

Для прикладних і дослідно-конструкторських робіт до чисельника доцільно включати очікуваний економічний результат від практичного використання. Для ранніх досліджень коефіцієнт може мати орієнтовний характер, оскільки майбутній ефект ще не підтверджений виробничими випробуваннями.

### *Оцінювання нематеріальних результатів*

Якщо результат неможливо обґрунтовано оцінити у грошовій формі, застосовують бальний метод. Спочатку визначають критерії, наприклад наукову новизну, практичну значущість, ступінь готовності, патентоспроможність, можливість масштабування, екологічні переваги й відповідність потребам підприємства.

Інтегральну оцінку можна визначити так:

$$I = \sum (b_i \cdot w_i), \quad (3.7)$$

де  $I$  – інтегральна оцінка;

$b_i$  – бал за  $i$ -м критерієм;

$w_i$  – коефіцієнт вагомості критерію.

Сума коефіцієнтів вагомості повинна дорівнювати одиниці. Шкала балів і правила їх присвоєння встановлюються до оцінювання. Інакше ваги та бали можуть бути підібрані під заздалегідь бажаний результат.

Бальну оцінку доцільно подавати окремо від грошового ефекту. Вона доповнює економічні розрахунки, але не замінює їх у тих випадках, коли результат передбачається комерціалізувати або впроваджувати у виробництво.

#### *Оцінювання за стадіями виконання*

На початковій стадії оцінюють актуальність проблеми, наукову обґрунтованість, відповідність потребам підприємства, наявність виконавців, обладнання та інформації. Економічний результат визначається переважно прогнозно.

Під час виконання НДР проводять проміжне оцінювання. Перевіряють досягнення контрольних результатів, фактичні витрати, підтвердження гіпотез, появу нових технічних обмежень і доцільність продовження фінансування.

Після завершення робіт оцінюють відповідність результату технічному завданню, достовірність отриманих даних, готовність до масштабування, можливість патентування та потребу в додаткових ДКР. Для розробки, переданої у виробництво, проводять оцінювання фактичного ефекту після впровадження.

#### *Урахування витрат на впровадження*

Оцінюючи ефективність НДР або ДКР, недостатньо зіставити очікуваний ефект лише із собівартістю самої розробки. Для практичного використання можуть бути потрібні додаткові вкладення у пілотну установку, виробниче обладнання, реконструкцію приміщень, випробування, сертифікацію, навчання персоналу та формування оборотного капіталу.

Загальна потреба у витратах має вигляд:

$$V_{\text{заг}} = V_{\text{ндр}} + V_{\text{дкр}} + V_{\text{вп}}, \quad (3.8)$$

де  $V_{\text{ндр}}$  – витрати на науково-дослідні роботи;

Вдкр – витрати на дослідно-конструкторські роботи;

Ввп – витрати на підготовку та впровадження.

Якщо ці витрати не включити, ефективність розробки буде завищена. Так само необхідно враховувати час, потрібний для переходу від лабораторного результату до промислового використання.

#### *Урахування невизначеності та ризику*

Економічний ефект НДР і ДКР має прогнозний характер. На нього впливають імовірність отримання запланованого результату, можливість масштабування, строки впровадження, попит, ціни ресурсів і поява альтернативних технологій.

Для оцінювання доцільно формувати щонайменше базовий і несприятливий сценарії. У них змінюють тривалість робіт, суму витрат, імовірність технічного успіху, строк упровадження та очікуваний економічний ефект. Для поетапних розробок рішення про подальше фінансування доцільно приймати після досягнення контрольних результатів.

#### *Підсумкова оцінка*

Підсумковий висновок повинен містити:

- фактичні або прогнозні витрати на НДР і ДКР;
- очікувані види результату та ефекту;
- порівняння з об'єктом-аналогом;
- ступінь готовності результату до використання;
- потребу в додаткових витратах на масштабування;
- ключові ризики й обмеження;
- рекомендацію щодо завершення, продовження, доопрацювання або впровадження розробки.

Отже, оцінювання економічної ефективності НДР і ДКР повинно поєднувати вартісні показники, порівняння з аналогами та оцінювання нематеріальних результатів. Обґрунтованою є не та розробка, що має лише високий прогнозний ефект, а та, для якої підтверджено технічну здійсненність, визначено повні витрати до впровадження та встановлено реалістичні умови практичного використання.

### ***Особливості реалізації та впровадження інноваційних рішень у хімічній галузі***

Реалізація інноваційного рішення у хімічній галузі не завершується отриманням позитивного лабораторного результату або підготовкою дослідного зразка. Для практичного використання необхідно перетворити науково-технічний результат на стабільний, безпечний та економічно прийнятний виробничий процес або продукт. Цей перехід охоплює перевірку технології, масштабування, підготовку виробництва, забезпечення ресурсами, організацію контролю якості та оцінювання фактичних результатів.

Реалізація інноваційного рішення охоплює виконання комплексу робіт, передбачених науково-дослідним або дослідно-конструкторським проектом. Впровадження означає практичне використання отриманого результату у виробництві, управлінні або комерційній діяльності підприємства. Отже, завершена НДР або ДКР ще не є впровадженою інновацією, якщо її результат не використовується у реальних умовах.

#### Послідовність переходу до впровадження

Процес переходу від наукової ідеї до промислового використання охоплює:

- підтвердження наукової та технічної можливості рішення;
- лабораторну перевірку властивостей або технологічного режиму;
- створення дослідного зразка чи пілотної установки;
- випробування й уточнення параметрів процесу;
- оцінювання можливості масштабування;
- підготовку виробництва, персоналу та документації;
- дослідно-промислове освоєння;
- вихід на заплановані показники якості, продуктивності й витрат;
- оцінювання фактичного ефекту.

Такий підхід обмежує витрати на рішення, технічна чи економічна придатність якого ще не підтверджена.

#### *Масштабування технологічного процесу*

Однією з головних особливостей хімічної галузі є складність переходу від лабораторного масштабу до промислового. Просте пропорційне збільшення кількості сировини та розмірів обладнання не гарантує збереження результату. Під час масштабування змінюються умови тепло- і масообміну, швидкість перемішування, тривалість реакції, розподіл температури й концентрацій, утворення побічних продуктів та стабільність технологічного режиму.

Під час підготовки до промислового впровадження перевіряють відтворюваність результатів за різних партій сировини, стабільність виходу й якості продукції, потребу в очищенні, матеріальну стійкість обладнання, режими нагрівання, охолодження, змішування та дозування, можливість безпечного зупинення і повторного запуску процесу, а також обсяги викидів, стічних вод і відходів.

Пілотна або дослідно-промислова установка дає змогу виявити проблеми, які не проявляються в лабораторії. Її використання потребує додаткових витрат, але формує дані для вибору промислового обладнання, уточнення матеріального й енергетичного балансів і розрахунку собівартості.

#### *Підготовка виробництва*

Впровадження може здійснюватися шляхом створення нового виробництва, реконструкції наявної дільниці, заміни окремого обладнання або зміни технологічного режиму. Для кожного варіанта визначають потребу в капітальних вкладеннях, будівельно-монтажних роботах, підключенні до інженерних мереж, системах контролю, складах і лабораторному забезпеченні.

Підготовка виробництва включає розроблення або уточнення технологічного регламенту, інструкцій, схем контролю, вимог до сировини та готової продукції. Визначають допустимі межі технологічних параметрів, порядок відбору проб, процедури запуску, зупинення й реагування на відхилення.

Окремо оцінюють потребу в навчанні персоналу. Нове обладнання або технологія можуть змінювати зміст операцій, розподіл відповідальності та вимоги до кваліфікації. Недостатня підготовка працівників може призвести до браку, простоїв або порушення режиму.

#### *Забезпечення сировиною та ресурсами*

Лабораторна розробка часто використовує високочисті реактиви або матеріали, доступні лише в невеликих кількостях. У промисловому виробництві необхідно забезпечити стабільне постачання сировини потрібної якості за економічно прийнятною ціною. Тому оцінюють доступність постачальників, мінливість складу сировини, логістичні витрати, умови зберігання та можливість використання альтернативних компонентів.

Також визначають потребу в електроенергії, теплі, воді, стисненому повітрі, холоді та інших ресурсах. Якщо наявна інфраструктура не забезпечує необхідних параметрів, до витрат на впровадження включають її модернізацію. Ігнорування таких витрат знижує загальну потребу у фінансуванні.

#### *Безпека та екологічні обмеження*

Інноваційне рішення оцінюють не лише за продуктивністю та собівартістю, а й за безпечністю протягом усього виробничого циклу. Нові речовини, режими тиску й температури, способи зберігання або перероблення можуть створювати додаткові технологічні ризики.

До початку промислового використання перевіряють небезпечні відхилення, сумісність речовин, пожежо- та вибухонебезпечність, токсичність, умови транспортування і зберігання. Передбачають системи контролю, сигналізації, блокування, аварійного зупинення й локалізації наслідків.

Екологічне оцінювання охоплює склад і кількість викидів, стічних вод, відходів та побічних продуктів. Технологія, яка зменшує основні виробничі витрати, але створює складніші або небезпечніші відходи, може не забезпечувати загального економічного ефекту. Тому до розрахунку включають витрати на очищення, утилізацію, повторне використання ресурсів і завершення експлуатації.

#### *Правова охорона та передача результатів*

До впровадження визначають правовий статус результатів НДР або ДКР: кому належать майнові права, які матеріали можуть бути передані виробничому підрозділу чи зовнішньому партнеру та які обмеження встановлює договір фінансування.

Результат може використовуватися самим підприємством, передаватися за ліцензійним договором, продаватися разом із технічною документацією або

реалізовуватися через спільний проєкт. Вибір форми залежить від готовності технології та фінансових можливостей власника.

Правова охорона важлива до публічного розкриття сутності рішення. Водночас патент не підтверджує економічної доцільності: окремо оцінюють можливість практичного використання, ринкову потребу та витрати на підтримання прав.

#### *Організація і фінансування впровадження*

Впровадження потребує узгодженої роботи наукових, технологічних, виробничих, економічних, екологічних і комерційних підрозділів. Доцільно визначити керівника, відповідальних за окремі етапи, календарний план, бюджет і контрольні результати. Розподіл відповідальності повинен охоплювати технічні роботи, закупівлі, підготовку персоналу, випробування та контроль витрат.

Фінансування може здійснюватися поетапно. Кошти на наступну стадію виділяють після підтвердження результатів попередньої: відтворюваності лабораторних даних, успішної роботи пілотної установки, досягнення потрібної якості або підтвердження попиту. Це обмежує втрати, якщо розробка не досягає встановлених параметрів.

У бюджеті враховують не лише вартість НДР і ДКР, а й витрати на масштабування, обладнання, монтаж, випробування, документацію, навчання, запаси сировини та початкові виробничі втрати. На період освоєння доцільно передбачати резерв коштів і часу, оскільки фактична продуктивність на початковому етапі часто нижча за проєктну.

#### *Дослідно-промислове освоєння*

Після монтажу обладнання та підготовки персоналу здійснюють дослідно-промислове освоєння. У цей період перевіряють роботу технології в реальному виробничому середовищі, уточнюють норми витрат ресурсів, тривалість операцій, вихід продукції та параметри контролю якості.

Перехід до стабільного виробництва доцільний після підтвердження відповідності продукції встановленим вимогам, відтворюваності процесу, прийнятного рівня витрат ресурсів, надійності обладнання, контрольованості ризиків і допустимої собівартості. Якщо ці умови не виконуються, коригують технологічний режим, конструкцію обладнання, склад сировини або організацію робіт.

#### *Оцінювання результатів впровадження*

Факт завершення монтажу або запуску установки не означає завершення впровадження. Необхідно перевірити досягнення запланованих показників упродовж визначеного періоду. Порівнюють планові та фактичні обсяги виробництва, якість, питомі витрати сировини й енергії, собівартість, тривалість циклу, кількість відходів, простої та економічний ефект.

Відхилення аналізують за причинами. Вони можуть бути пов'язані з недоліками розробки, нестабільністю сировини, неправильно підібраним обладнанням, недостатньою підготовкою персоналу або зміною зовнішніх

умов. За результатами приймають рішення про подальше тиражування, модернізацію чи припинення проєкту.

Отже, впровадження інноваційного рішення у хімічній галузі є складним етапом, що потребує технічної перевірки, масштабування, виробничої підготовки та ресурсного забезпечення. Успішним є не формальне завершення НДР або ДКР, а стабільне використання результату з підтвердженими показниками якості, безпеки, витрат і економічного ефекту.

#### *Питання для самоконтролю*

1. Чим науково-дослідний проєкт відрізняється від дослідно-конструкторської розробки?
2. Які результати можуть бути отримані в межах НДР і ДКР у хімічній галузі?
3. Які особливості НДР і ДКР ускладнюють їх економічне оцінювання?
4. Чим фундаментальні, пошукові та прикладні дослідження відрізняються за метою і характером результату?
5. Які принципи необхідно враховувати під час економічного оцінювання НДР і ДКР?
6. Які вимоги висуваються до вибору об'єкта-аналога для порівняння науково-технічної розробки?
7. Які вихідні дані необхідні для розрахунку собівартості науково-дослідної розробки?
8. Які основні статті витрат включаються до собівартості НДР і ДКР?
9. Як формуються накладні витрати та чому важливо обґрунтувати базу їх розподілу?
10. Як визначається ціна науково-дослідної розробки та від чого залежить рівень прибутку виконавця?
11. Які види економічного, виробничого, екологічного, соціального та науково-технічного ефекту можуть створювати НДР і ДКР?
12. Як визначається коефіцієнт науково-технічної ефективності та які обмеження має його застосування?
13. Як оцінюються нематеріальні результати науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт?
14. Які особливості необхідно враховувати під час масштабування хімічної технології від лабораторного до промислового рівня?
15. За якими показниками оцінюється фактична результативність упровадження інноваційного рішення у виробництво?

## **Тема 8 Практичні аспекти техніко-економічного обґрунтування впровадження нових технологій та інновацій у хімічному виробництві**

1. Нові технології та інновації як об'єкти техніко-економічного обґрунтування у хімічному виробництві.
2. Порядок розроблення техніко-економічного обґрунтування впровадження нових технологій та інноваційних рішень.
3. Оцінювання економічної доцільності впровадження нових технологій та інновацій у хімічному виробництві.
4. Ухвалення та реалізація рішень щодо впровадження нових технологій та інновацій у хімічному виробництві.

### ***Нові технології та інновації як об'єкти техніко-економічного обґрунтування у хімічному виробництві***

Нові технології та інновації у хімічному виробництві можуть бути спрямовані на створення нових видів продукції, зміну складу сировини, удосконалення технологічних режимів, модернізацію обладнання, автоматизацію операцій, зниження енерго- і матеріаломісткості, скорочення відходів та підвищення безпеки. Їх упровадження може змінювати не лише окрему операцію, а й увесь виробничий ланцюг, тому до початку реалізації необхідно визначити технічну здійсненність, економічну доцільність і можливі наслідки рішення.

*Нова технологія* – це сукупність способів, режимів, операцій, технічних засобів і організаційних процедур, які забезпечують отримання продукції або виконання процесу за параметрами, відмінними від наявної практики підприємства. Новизна може бути абсолютною, коли рішення не має прямих аналогів, або відносною, коли відома технологія вперше застосовується на конкретному підприємстві чи в нових виробничих умовах.

Інновація виникає тоді, коли нове або суттєво вдосконалене рішення доведене до практичного використання і створює вимірюваний результат. Наявність наукової ідеї, патенту, лабораторного зразка або нового обладнання ще не означає інновації. Необхідними є впровадження, стабільне функціонування та отримання технологічного, економічного або екологічного ефекту.

*За об'єктом змін розрізняють продуктові, технологічні, технічні, організаційні, цифрові та екологічні інновації.* Продуктові пов'язані зі створенням нової речовини, матеріалу, рецептури з поліпшеними властивостями. Технологічні передбачають зміну способу перероблення сировини, умов реакції, послідовності операцій, способів розділення, очищення чи утилізації. Технічні охоплюють нове обладнання. Організаційні стосуються планування, обслуговування, логістики й управління якістю. Цифрові рішення включають моделювання процесів і прогнозування відмов. Екологічні інновації

спрямовані на скорочення викидів, стоків, відходів і споживання небезпечних речовин.

Об'єктом техніко-економічного обґрунтування може бути як окрема інновація, так і комплекс взаємопов'язаних змін. Наприклад, упровадження нового каталізатора може потребувати зміни температурного режиму, модернізації реактора, іншої системи очищення та коригування контролю якості. Оцінювання лише вартості каталізатора в такому разі не відображатиме повних витрат і наслідків рішення.

*Межі об'єкта ТЕО потрібно визначити до початку розрахунків.* Необхідно встановити, які виробничі дільниці, операції, ресурси та результати охоплює рішення; які зміни безпосередньо пов'язані з його впровадженням; який варіант використовується як базовий для порівняння. Невизначені межі можуть призвести до пропуску витрат або подвійного врахування ефекту.

Нові технології оцінюють протягом усього життєвого циклу. Початкові витрати можуть включати дослідження, проєктування, придбання обладнання, монтаж, випробування, підготовку документації та навчання персоналу. На етапі експлуатації виникають витрати на сировину, енергію, обслуговування, ремонт, контроль якості, очищення та поводження з відходами. Завершальний етап може потребувати демонтажу й утилізації обладнання.

Особливістю хімічного виробництва є взаємозалежність технічних та економічних параметрів. Зміна температури, тиску, складу сировини або тривалості процесу може одночасно впливати на вихід продукту, енергоспоживання, якість, утворення побічних речовин, корозію обладнання та безпеку. Тому варіант із нижчими прямими витратами не обов'язково є доцільнішим, якщо він зменшує вихід продукції або збільшує витрати на очищення і ремонт.

Іншою особливістю є *масштабування*. Рішення, підтверджене в лабораторії, може не забезпечити тих самих результатів у промислових умовах через зміну тепло- і масообміну, характеристик сировини, режимів змішування та стабільності обладнання. Отже, об'єктом ТЕО має бути не лише науково-технічна ідея, а реалістичний варіант її промислового застосування.

Для опису об'єкта ТЕО визначають його мету, очікуваний результат, технічні параметри, сферу застосування, стадію готовності та умови впровадження. Також установлюють базовий варіант, доступні аналоги, потрібні ресурси та прогностичний строк використання. Важливо відокремити підтверджені характеристики від припущень, які потребують випробувань або додаткових розрахунків.

Потенційні результати інновації можуть проявлятися у прирості обсягу виробництва, зниженні собівартості, скороченні витрат сировини й енергії, підвищенні якості, зменшенні простоїв, браку, викидів і відходів. Окремо враховують зміни безпеки, надійності, гнучкості виробництва та можливості випуску нової продукції.

Отже, нові технології та інновації є комплексними об'єктами техніко-економічного обґрунтування. Їх оцінювання повинно охоплювати не лише вартість окремого обладнання чи очікувану економію, а витрати життєвого циклу, технічні взаємозв'язки, ризики масштабування та очікувані виробничі, економічні й екологічні результати.

### ***Порядок розроблення техніко-економічного обґрунтування впровадження нових технологій та інноваційних рішень***

Техніко-економічне обґрунтування впровадження нової технології або інноваційного рішення є послідовним процесом збирання, перевірки та аналізу даних, необхідних для ухвалення рішення щодо доцільності реалізації. Його завдання полягає не лише в розрахунку очікуваного прибутку, а й у підтвердженні технічної здійсненності, ресурсної забезпеченості, безпеки та стійкості рішення.

*Першим етапом* є постановка проблеми та визначення мети впровадження. Необхідно чітко встановити, яку виробничу, технологічну, економічну або екологічну проблему має вирішити нова технологія. Мета повинна бути пов'язана з вимірюваним результатом: зниженням питомих витрат сировини, підвищенням виходу продукту, скороченням енергоспоживання, зменшенням браку, викидів, стічних вод або простоїв обладнання.

*Другим етапом* є опис об'єкта ТЕО та визначення меж рішення. Установлюють, які операції, ділянки, види обладнання, ресурси й результати охоплює проект. Також визначають строк реалізації, прогнозний період використання технології та учасників, відповідальних за підготовку й упровадження. Чіткі межі необхідні для повного врахування витрат і запобігання подвійному рахунку.

*Третій етап* передбачає формування базового варіанта й альтернатив. Базою може бути чинна технологія, наявне обладнання або відмова від упровадження. Альтернативами можуть бути різні технологічні схеми, типи обладнання, режими виробництва, постачальники або масштаби реалізації. Усі варіанти повинні порівнюватися за однаковими вимогами до обсягу, якості продукції, строку використання та умов експлуатації.

*На четвертому етапі* збирають вихідні дані. До технічних даних належать продуктивність, вихід продукту, норми витрат сировини й енергії, якість, режим роботи, надійність обладнання, обсяги відходів і потреба в персоналі. Економічна інформація охоплює ціни ресурсів, вартість обладнання, монтажу, проєктування, навчання, ремонту, очищення та утилізації. Для кожного показника зазначають джерело, дату, одиницю вимірювання, припущення та обмеження.

*П'ятий етап* полягає у перевірці технічної здійсненності. Оцінюють готовність технології, результати лабораторних і пілотних випробувань,

можливість масштабування, сумісність із наявним обладнанням та інфраструктурою. Визначають потребу в реконструкції, додаткових комунікаціях, системах автоматизації, контролю якості та захисту. Якщо ключові технічні параметри не підтверджені, економічні розрахунки мають попередній характер.

*На шостому етапі* визначають потребу в інвестиціях і поточних витратах. До капітальних вкладень включають обладнання, доставку, монтаж, будівельно-монтажні роботи, проєктування, пусконаладження та підготовку виробництва. Поточні витрати охоплюють сировину, матеріали, енергію, оплату праці, обслуговування, ремонт, контроль якості, очищення й поводження з відходами. Окремо враховують витрати періоду освоєння та формування оборотних коштів.

*Сьомий етап* – прогнозування результатів. Визначають обсяг виробництва й реалізації, зміну собівартості, додатковий дохід, економію ресурсів, зниження втрат і витрат на природоохоронні заходи. Результати повинні бути безпосередньо пов'язані з упровадженням. Економію, яка виникла б незалежно від рішення, не включають до ефекту.

*На восьмому етапі* проводять оцінювання економічної ефективності. Залежно від масштабу і строку реалізації використовують прибуток, рентабельність, строк окупності, чисту приведену вартість, індекс прибутковості та інші показники. Для альтернатив із різною продуктивністю або строком використання забезпечують приведення до зіставних умов.

*Дев'ятий етап* передбачає аналіз ризиків і стійкості результатів. Перевіряють вплив зміни цін на сировину й енергію, обсягу виробництва, капітальних витрат, строків запуску та досягнення проєктної потужності. Формують базовий, оптимістичний і несприятливий сценарії, визначають критичні параметри та заходи реагування.

*Десятим етапом* є формування плану реалізації. Визначають послідовність робіт, строки, відповідальних осіб, потребу у фінансуванні, порядок закупівель, навчання персоналу, випробувань і введення в експлуатацію. Доцільно встановити контрольні точки, після яких приймається рішення про перехід до наступної стадії.

Підсумкове ТЕО повинно містити опис проблеми й мети, характеристику базового та альтернативних варіантів, вихідні дані, технічні й економічні розрахунки, оцінку ризиків, план реалізації та висновок. У висновку зазначають, чи рекомендується рішення до впровадження, доопрацювання, пілотної перевірки або відхилення.

Отже, розроблення ТЕО є не одноразовим розрахунком, а послідовною перевіркою технічних, економічних і організаційних передумов. Якість обґрунтування залежить від повноти вихідних даних, коректності порівняння альтернатив і реалістичності припущень.

## ***Оцінювання економічної доцільності впровадження нових технологій та інновацій у хімічному виробництві***

*Економічна доцільність впровадження нової технології або інноваційного рішення визначається шляхом зіставлення всіх витрат, необхідних для його реалізації, з очікуваними економічними, виробничими та екологічними результатами. Оцінювання має показати переваги рішення порівняно з чинною технологією або доступними альтернативами.*

Першим завданням є визначення повної потреби у витратах. До неї належать витрати на дослідження, проектування, придбання і доставку обладнання, монтаж, пусконаладження, реконструкцію приміщень, підключення до інженерних мереж, випробування та навчання персоналу. Додатково враховують формування запасів сировини, початкові виробничі втрати й витрати періоду освоєння.

Поточні витрати після впровадження охоплюють сировину, матеріали, реагенти, енергію, воду, оплату праці, ремонт, обслуговування, контроль якості, очищення викидів і стічних вод та поводження з відходами. Спеціалізований сервіс, ліцензійні платежі та комплектувальні вироби також включають до розрахунку.

Очікувані результати можуть формуватися шляхом збільшення обсягу виробництва, підвищення виходу цільового продукту, поліпшення якості, скорочення браку, простоїв і тривалості циклу. Економічний ефект може також виникати через зменшення питомих витрат сировини, енергії та води, скорочення витрат на очищення, ремонт і утилізацію відходів.

Річний економічний ефект від зниження витрат можна визначити як:

$$E_p = (C_0 - C_1) \cdot Q, \quad (3.9)$$

де  $E_p$  – річний економічний ефект;

$C_0$  і  $C_1$  – собівартість одиниці продукції за базовим і новим варіантами;

$Q$  – річний обсяг виробництва.

Якщо рішення одночасно змінює обсяг випуску, ціну продукції та структуру витрат, ефект доцільно визначати через приріст прибутку або чистого грошового потоку. До розрахунку включають лише ті витрати й результати, які змінюються внаслідок впровадження.

Для попереднього оцінювання можуть застосовуватися прибуток, рентабельність і простий строк окупності. Строк окупності показує період, протягом якого очікувані чисті надходження компенсують початкові вкладення:

$$PP = \frac{I}{ГП_p}, \quad (3.10)$$

де  $PP$  – строк окупності;

$I$  – початкові інвестиції;

$ГПр$  – середній річний чистий грошовий потік.

*Для капіталомістких і довгострокових рішень необхідно враховувати зміну вартості грошей у часі. У такому разі застосовують чисту приведену вартість, індекс прибутковості, внутрішню норму дохідності та дисконтований строк окупності. Рішення є економічно прийнятним, якщо очікувані дисконтовані грошові надходження перевищують дисконтовані витрати, а показники відповідають установленим підприємством критеріям.*

Порівняння альтернатив повинно здійснюватися за однакових умов. Варіанти необхідно зіставляти за однаковим обсягом і якістю продукції, строком використання, складом витрат і цінами ресурсів. Якщо технології мають різну продуктивність або строк експлуатації, застосовують питомі показники, еквівалентний річний ефект або інші методи приведення до зіставного вигляду.

Для хімічного виробництва важливо оцінювати не лише фінансовий результат, а й технологічні обмеження. Зниження енергоспоживання може супроводжуватися зменшенням виходу продукту, збільшенням тривалості процесу або витрат на очищення. Тому економічна перевага має підтверджуватися за сукупністю взаємопов'язаних показників.

Скорочення викидів, стічних вод і небезпечних відходів може зменшувати поточні витрати та потребу в додаткових природоохоронних заходах. Водночас екологічний ефект не варто оцінювати лише загальними твердженнями: необхідно визначати конкретні зміни обсягів забруднення, ресурсоспоживання і відповідних витрат.

Розрахунки економічної ефективності мають доповнюватися аналізом ризиків. Перевіряють, як результат змінюється в разі зростання вартості обладнання, сировини й енергії, затримки запуску, недосягнення проєктної потужності або зниження ціни продукції. Для цього застосовують аналіз чутливості, сценарний аналіз і визначення критичних значень.

*Доцільно формувати базовий, оптимістичний і несприятливий сценарії. Для кожного з них розраховують потребу в інвестиціях, собівартість, прибуток, грошовий потік і строк окупності. Якщо рішення залишається прийнятним лише за оптимістичних припущень, його стійкість є недостатньою.*

Підсумковий висновок повинен ґрунтуватися не на одному показнику, а на їх узгодженій системі. Рішення може бути рекомендоване до впровадження, якщо підтверджено його технічну здійсненність, визначено повні витрати, отримано прийнятні показники ефективності, а ризики не перевищують допустимого рівня.

Отже, економічна доцільність нової технології визначається її здатністю забезпечити кращий результат порівняно з базовим варіантом з урахуванням

повних витрат, строку використання, фактора часу та можливих відхилень. Обґрунтованим є рішення, переваги якого зберігаються не лише за розрахункових, а й за реалістичних несприятливих умов.

### ***Ухвалення та реалізація рішень щодо впровадження нових технологій та інновацій у хімічному виробництві***

*Ухвалення рішення щодо впровадження нової технології або інновації є завершальним етапом техніко-економічного обґрунтування та початком практичної реалізації проєкту.* Позитивні показники ефективності самі по собі не гарантують доцільності впровадження. Необхідно також підтвердити технічну готовність рішення, наявність ресурсів, прийнятний рівень ризику, відповідність вимогам безпеки та можливість досягнення запланованих результатів.

*Рішення приймається на основі узгодженої оцінки технічних, економічних, екологічних і організаційних критеріїв.* До технічних критеріїв належать відтворюваність процесу, досягнення потрібної якості продукції, сумісність із наявним обладнанням, надійність і можливість масштабування. Економічні критерії охоплюють потребу в інвестиціях, собівартість, прибуток, строк окупності та показники, що враховують фактор часу. Екологічні й безпекові критерії характеризують обсяги викидів, стоків і відходів, небезпечність речовин і керованість аварійних ситуацій. Організаційні критерії відображають готовність персоналу, постачання, документації та системи управління.

За результатами ТЕО можуть бути прийняті рішення про повномасштабне впровадження, поетапну реалізацію, проведення додаткових випробувань, доопрацювання технології або відмову від проєкту. Повномасштабне впровадження доцільне, якщо технічні параметри підтверджені, фінансування забезпечене, а ризики є прийнятними. Поетапний підхід застосовують, коли результат залежить від масштабування або потребує перевірки в реальних умовах.

*Важливим принципом є встановлення умов переходу до наступної стадії.* Такими умовами можуть бути досягнення визначеного виходу продукту, відповідність якості, обмеження питомих витрат ресурсів, дотримання бюджету та підтвердження безпечності. Якщо контрольні показники не досягнуті, рішення переглядають до здійснення наступних значних витрат.

Після затвердження рішення розробляють *план реалізації*. У ньому визначають склад робіт, строки, відповідальних осіб, потребу у фінансуванні, порядок закупівель, монтажу, випробувань, навчання персоналу та введення обладнання в експлуатацію. Для кожного етапу встановлюють очікуваний результат і документи, що підтверджують його виконання.

*Фінансування пов'язують із календарним планом і контрольними результатами.* Бюджет має охоплювати не лише придбання обладнання, а й

проектування, доставку, монтаж, реконструкцію, пусконаладження, випробування, навчання, формування запасів і виробничі втрати періоду освоєння. Окремо передбачають резерв коштів на обґрунтовані непередбачені витрати.

До початку промислової експлуатації здійснюють технічну й організаційну підготовку. Вона включає перевірку готовності обладнання та інженерних мереж, розроблення технологічного регламенту, інструкцій, схем контролю, вимог до сировини й готової продукції. Персонал повинен бути підготовлений до штатних операцій і реагування на відхилення.

*Запуск нової технології доцільно здійснювати поетапно.* Спочатку проводять пусконаладжувальні роботи й випробування без повного виробничого навантаження. Далі виконують дослідно-промислову експлуатацію, під час якої уточнюють режими, норми витрат ресурсів, тривалість операцій, параметри якості та потребу в обслуговуванні. Перехід до проектної потужності здійснюють після підтвердження стабільності процесу.

*У період освоєння фактичні показники можуть відрізнятися від розрахункових через нестабільність режиму, додаткові налаштування, навчання персоналу та підвищені втрати.* Тому в плані визначають тривалість цього періоду й допустимі межі відхилень. Причини недосягнення проектних показників мають бути встановлені та враховані під час коригування рішення.

Контроль реалізації охоплює строки, бюджет, технічні параметри, якість продукції, витрати ресурсів, безпеку та екологічні показники. Планові значення порівнюють із фактичними, а зміни документують. Якщо збільшується вартість, змінюється склад робіт або не досягаються ключові параметри, економічну оцінку необхідно оновити.

*Після завершення періоду освоєння проводять підсумкове оцінювання.* Визначають фактичні капітальні й поточні витрати, продуктивність, вихід продукції, собівартість, економію ресурсів, прибуток та екологічні результати. Отримані показники порівнюють із базовим варіантом і прогнозом ТЕО.

За результатами можуть бути прийняті рішення про продовження експлуатації, поширення технології на інші дільниці, модернізацію, обмеження масштабу або припинення використання. Тиражування доцільне лише після підтвердження стабільного ефекту.

Отже, ухвалення та реалізація рішення щодо впровадження інновації охоплює вибір варіанта, визначення умов переходу між стадіями, планування ресурсів, організацію запуску та контроль фактичних результатів. Обґрунтованим є рішення, яке не лише має позитивні розрахункові показники, а й може бути реалізоване за наявних технічних, фінансових та організаційних умов.

### *Питання для самоконтролю*

1. Що розуміють під новою технологією та інновацією у хімічному виробництві?

2. За якими ознаками можна класифікувати інноваційні рішення у хімічній галузі?
3. Що може бути об'єктом техніко-економічного обґрунтування під час упровадження нової технології?
4. Чому під час оцінювання інновації необхідно враховувати весь її життєвий цикл?
5. Які особливості хімічного виробництва ускладнюють техніко-економічне обґрунтування нових технологій?
6. Які основні етапи розроблення техніко-економічного обґрунтування впровадження інноваційного рішення?
7. Яке значення має вибір базового варіанта та альтернатив для проведення ТЕО?
8. Які технічні та економічні дані необхідно зібрати для обґрунтування впровадження нової технології?
9. Які капітальні й поточні витрати враховуються під час оцінювання інноваційного рішення?
10. Які види економічного, виробничого та екологічного ефекту можуть виникати внаслідок упровадження нової технології?
11. Які показники використовуються для оцінювання економічної доцільності впровадження інновацій?
12. Чому альтернативні технологічні рішення необхідно порівнювати за однаковими умовами?
13. Як аналіз чутливості та сценарний аналіз використовуються під час перевірки стійкості результатів ТЕО?
14. Які рішення можуть бути прийняті за результатами техніко-економічного обґрунтування?
15. За якими показниками оцінюють фактичні результати впровадження нової технології після завершення періоду освоєння?

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Невлюдов І. Ш. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень : підручник / І. Ш. Невлюдов. – Кривий Ріг : НАУ, 2019. – 448 с. – Існує електрон. версія. (Режим доступу: <https://openarchive.nure.ua/handle/document/9539>, вільний).
2. Пан М. П. Проектний аналіз [Електрон. ресурс] : конспект лекцій (для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 051 – Економіка) / М. П. Пан, В. В. Коненко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Електрон. текст. дані. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 95 с. – Режим доступу : [https://eprints.kname.edu.ua/51764/1/2017%20%D0%BF%D0%B5%D1%87.%20172%D0%9B%20%204\\_%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%9F%D0%90\\_2015\\_4.pdf](https://eprints.kname.edu.ua/51764/1/2017%20%D0%BF%D0%B5%D1%87.%20172%D0%9B%20%204_%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%9F%D0%90_2015_4.pdf), вільний (дата звернення 17.07.2026). – Назва з екрана.
3. Пушкар Т. А. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Техніко-економічна оцінка проектних рішень» (для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальностей G 19 – Будівництво та цивільна інженерія, освітні програми «Цивільна інженерія», «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології») [Електрон. ресурс] / Т. А. Пушкар ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Електрон. текст. дані. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. – 60 с. – Режим доступу: <https://eprints.kname.edu.ua/73148/1/2025%20%D0%A0%D0%B5%D0%BF%D0%BE%D0%B7.%20245%D0%9B%20%D0%9F%D1%83%D1%88%D0%BA%D0%B0%D1%80%20%D0%A2.pdf>, вільний (дата звернення: 17.07.2026). – Назва з екрана.
4. Чевганова В. Я. Проектний аналіз : навч. посіб. / В. Я. Чевганова, В. В. Биба, А. С. Скрильник. – Київ : Центр учбової літератури, 2018. – 258 с. – Існує електрон. версія. (Режим доступу: <http://koha.kname.edu.ua/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=148288>, вільний).

*Електронне навчальне видання*

**ПУШКАР** Тетяна Андріївна,  
**СОБОЛЄВА** Ганна Григорівна

**ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ НА ПІДПРИЄМСТВАХ  
ХІМІЧНОЇ ГАЛУЗІ**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти всіх форм навчання  
зі спеціальності G1 – Хімічні технології та інженерія)*

Відповідальний за випуск *В. В. Благой*  
Редактор *О. В. Михаленко*  
Комп'ютерне верстання *Г. Г. Соболева, І. В. Волосожарова*

План 2026, поз. 138Л

---

Підп. до друку 07.08.2026. Формат 60 × 84/16.  
Ум. друк. арк. 8,0.

Видавець і виготовлювач:  
Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Чорноглазівська, 17, Харків, 61002.  
Електронна адреса: office@kname.edu.ua  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 8386 від 14.07.2025.