

ЛІТЕРАТУРА



НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ

Для здобувачів вищої освіти
спеціальності 131 Прикладна механіка
галузі знань 13 Механічна інженерія

Тернопіль – 2024

УДК 658.511+621
Е 90

УКЛАДАЧІ:

Лариса Данильченко	кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інжинірингу машинобудівних технологій Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя;
Василь Васильків	доктор технічних наук, професор, професор кафедри інжинірингу машинобудівних технологій Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя;
Ігор Ткаченко	кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інжинірингу машинобудівних технологій Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя;
Марія Сіправська	старший викладач кафедри автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

РЕЦЕНЗЕНТ:

Галина Ціх	доктор економічних наук, доцент, декан факультету економіки та менеджменту Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.
------------	---

Розглянуто й затверджено на засіданні кафедри інжинірингу машинобудівних технологій,
протокол № 1 від 28.08. 2024 р.

Схвалено й рекомендовано до друку на засіданні науково-методичної комісії факультету
інженерії машин, споруд та технологій, протокол № 1 від 30.08.2024 р.

Ефективність інженерних рішень : навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 131-Прикладна механіка галузі знань 13-Механічна інженерія / Укладачі : Л.М. Данильченко, В.В. Васильків, І.Г. Ткаченко, М.Д. Сіправська. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ, 2024.–248 с.

Навчальний посібник з дисципліни «Ефективність інженерних рішень» розроблено для підготовки здобувачів вищої освіти спеціальності 131 Прикладна механіка галузі знань 13 Механічна інженерія.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
Тема 1. Інженерні рішення, класифікація та методи обґрунтування їх ефективності	10
1.1. Інженерні рішення, технологія їх розроблення та прийняття	10
1.2. Ефективність інженерних рішень: цілі та проблеми	14
1.3. Основні поняття та визначення	19
1.4. Класифікація інженерних рішень та методи обґрунтування їх ефективності	21
Питання для самоперевірки	25
Тема 2. Основні принципи оцінки та обґрунтування ефективності проєктних інженерних рішень	27
2.1. Мета та завдання техніко-економічного обґрунтування ефективності проєктних інженерних рішень	27
2.2. Основні поняття ефективності та область інженерного впливу на виробничу систему	29
2.3. Види ефективності проєктних рішень	32
2.4. Основні принципи оцінки ефективності проєктних рішень	36
2.5. Загальна схема техніко-економічного обґрунтування ефективності проєктного рішення	38
Питання для самоперевірки	44
Тема 3. Показники ефективності інженерних рішень	45
3.1. Особливості визначення ефективності інженерних рішень в машинобудуванні	45
3.2. Показники ефективності інженерних рішень, їх класифікація	46
3.2.1. Регламентовані показники	50
3.2.2. Функціональні показники	51
3.2.3. Організаційні показники	52
3.3. Тотожність варіантів порівняння	55
3.4. Працемісткість	56
3.5. Технологічність конструкції	57
Питання для самоперевірки	58

Тема 4. Ефективність науково-дослідних робіт в інженерних рішеннях	59
4.1. Науково-технічна актуальність НДР	59
4.2. Види ефективності НДР	60
4.3. Методики та методи оцінки ефективності НДР	63
4.4. Розрахунок витрат на проведення НДР	67
4.4.1. Витрати на оплату праці	67
4.4.2. Відрахування на соціальні заходи	68
4.4.3. Витрати на матеріали, необхідні для проведення досліджень	69
4.4.4. Витрати на енергоносії для проведення досліджень	70
4.4.5. Витрати на спеціальне обладнання	70
4.4.6. Вартість послуг сторонніх організацій	70
4.4.7. Витрати на службові відрядження	70
4.4.8. Накладні витрати	71
4.4.9. Розроблення планової калькуляції кошторисної вартості теми	71
4.5. Розрахунок науково-технічної ефективності НДР	71
4.6. Ефективність науково-дослідної роботи студентів у вищих начальних закладах	76
Питання для самоперевірки	80
Тема 5. Методи визначення ефективності виробів і технічних об'єктів	81
5.1. Оцінка ефективності технічного рівня виробу	81
5.2. Метод порівняння	84
5.3. Балансовий метод	86
5.4. Бальний метод	87
5.5. Метод питомих витрат	88
5.6. Метод питомих вагомостей	89
5.7. Метод регресійного аналізу	89
5.8. Метод нормативної калькуляції або ціноутворення	90
5.9. Метод розрахунку собівартості виробу з врахуванням виходу придатних деталей	92
5.10. Метод середньої вартості функціональних елементів	93
5.11. Метод індексації вартості деталі по мірі зростання витрат на її виготовлення	94

Питання для самоперевірки	94
Тема 6. Собівартість як основний показник ефективності інженерних рішень	96
6.1. Структура та види собівартості	96
6.2. Класифікація витрат на виробництво продукції	98
6.3. Аналіз собівартості продукції за стадіями життєвого циклу	103
6.4. Методи визначення собівартості	105
6.5. Шляхи зниження собівартості продукції	113
Питання для самоперевірки	116
Тема 7. Техніко-економічний аналіз ефективності інженерних рішень	117
7.1. Основні завдання та принципи техніко-економічного аналізу (ТЕА) ефективності інженерних рішень	117
7.2. Методи системного ТЕА ефективності інженерних рішень	119
7.3. Порівняльні показники ТЕА	124
7.4. Методи розрахунку витрат у ТЕА	128
7.5. Система показників технічного рівня продукції (процесу)	128
Питання для самоперевірки	132
Тема 8. Оцінка ефективності капітальних вкладень	134
8.1. Джерела фінансування капітальних вкладень підприємства, їх склад і структура	134
8.2. Методики оцінки ефективності капітальних вкладень	136
8.3. Показники ефективності капітальних вкладень	138
8.4. Методи розрахунку ефективності капітальних вкладень і експлуатаційних витрат за порівнювальними варіантами	146
Питання для самоперевірки	148
Тема 9. Ефективність проєктного обладнання. Визначення ефективності розроблення нових та удосконалення існуючих технологій	150
9.1. Оцінка конкурентоспроможності проєктного обладнання. Розрахунок індексу технічних параметрів (індексу якості)	150
9.2. Визначення ефективності ресурсощадних технологій	155
9.3. Оцінка ефективності технологій, направлених на підвищення якості продукції	159

9.4. Обґрунтування ефективності завершеної продукції	167
Питання для самоперевірки	169
Тема 10. Методологія визначення ефективності технологічних процесів виготовлення деталей машин	171
10.1. Методика оцінки економічної ефективності проєктних рішень	171
10.2. Методика оцінки ефективності поточних витрат за варіантом технології	174
10.3. Методика порівняльного техніко-економічного аналізу ефективності варіантів технології	180
10.4. Методика оцінки ефективності одноразових витрат на розроблення і впровадження (модернізацію) технологічного процесу	182
10.5. Методика обґрунтування оптимальних сфер використання варіантів технології	184
Питання для самоперевірки	185
Тема 11. Визначення ефективності технологічних процесів механічного оброблення	187
11.1. Оцінка ефективності розробленого процесу механічного оброблення	187
11.2. Порівняння технологічних процесів	189
11.3. Ефективність витрат на матеріали	189
11.4. Витрати на оплату праці та відрахування	190
11.5. Ефективність витрат на обладнання	192
11.6. Техніко-економічне обґрунтування використання верстатних пристосувань	194
11.7. Обґрунтування ефективності розроблених пристосувань	195
Питання для самоперевірки	197
Тема 12. Визначення ефективності проєктів цехів, виробничих ділянок та окремих робочих місць	199
12.1. Розрахунок ефективності цехових капітальних вкладень	199
12.2. Визначення планової собівартості одиниці продукції для окремих цехів і ділянок	202
12.3. Цехові витрати на сировину та матеріали	203
12.4. Цехові витрати на паливо та енергію	203

12.5. Основна та додаткова заробітна плата технологічних робітників	204
12.6. Відрахування на соціальні заход	205
12.7. Витрати на утримання і експлуатацію устаткування	205
Питання для самоперевірки	205
Тема 13. Техніко-економічні показники ефективності розроблення програмного продукту	207
13.1. Методи розрахунку ефективності витрат на розроблення програм	207
13.2. Методи розрахунку ціни програмного продукту	208
13.3. Розрахунок ефективності витрат на розроблення і налагодження програм для верстатів з ЧПК	210
13.4. Розрахунок ефективності капітальних вкладень в програмні продукти	212
13.5. Розрахунок і порівняння експлуатаційних витрат	215
13.6. Зведені техніко-економічні показники ефективності розроблення програмного продукту	217
Питання для самоперевірки	220
Тема 14. Шляхи підвищення ефективності інженерних рішень в машинобудуванні	222
14.1. Оцінка системи показників ефективності	222
14.2. Чинники зростання ефективності виробництва (діяльності підприємства)	229
14.3. Напрямки реалізації внутрішніх і зовнішніх чинників підвищення ефективності інженерних рішень	231
14.4. Основні напрямки підвищення ефективності технологічних процесів машинобудівного виробництва	234
Питання для самоперевірки	239
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	241

ВСТУП

Сучасний етап розвитку машинобудування характеризується істотним зростанням і посиленням вимог, що висуваються до виробництва. Відбувається процес переорієнтування виробництв на більш ефективне використання всіх ресурсів, насамперед науково-технічних, інвестиційних і фінансових. Ринкова економіка змушує сучасні підприємства працювати в режимі максимальної рентабельності, якщо вони прагнуть залишатися успішними в умовах швидкого розвитку високопродуктивних і високоточних методів виробництва.

Режим рентабельності передбачає, що мета функціонування і головний результат діяльності підприємства в ринкових умовах – це прибуток. Прибуток, його величина і терміни отримання є головними критеріями ефективності того чи іншого виробничого процесу. Вимоги, що висуваються до інженерних рішень, також постійно зростають. Необхідно постійно покращувати як виробничі показники обладнання (продуктивність, надійність, довговічність тощо), так і техніко-економічні (собівартість продукції, капітальні вкладення, енергомісткість тощо).

Оцінка ефективності інженерних рішень здійснюється методом зіставлення основних техніко-економічних показників, розрахованих для технологічного процесу, виконуваного за нової (проектованої) і базової технологій. На підставі аналізу цих показників робиться висновок про економічну доцільність створення і використання нової техніки і технології у виробничому процесі. Значимість такої оцінки пов'язана з тим, що навіть найбільш прогресивні інженерно-технічні рішення можуть виявитися не вигідними для конкретного підприємства з урахуванням його умов функціонування, і, очевидно, необхідною умовою є визначення ефективності запровадження того чи іншого заходу, в процесі якого встановлюється зв'язок між обсягом використовуваних ресурсів, що застосовуються у процесі виробництва, і результатом цього виробництва: чим більше продукції виробляється за одиницю часу, тим вище його ефективність.

Під поняттям «ефективність» у широкому значенні розуміють дієвість, результативність, продуктивність тощо. На теперішній час у загальнометодологічному аспекті ефективність стає загальнонауковим поняттям, оскільки його активно використовують як і природничих, так і у суспільних науках. У найзагальнішому сенсі ефективність – це співвідношення результатів та витрат (задіяних ресурсів). Ефективність інженерних рішень – це теорія та методи оптимізації проектних рішень.

Визначення ефективності інженерного рішення – це дослідження взаємозв'язку технічних, організаційних і економічних параметрів і показників об'єкту, що дозволяє знайти найкраще проектне рішення за вибраних критеріїв.

Основна мета представленого теоретичного матеріалу, який налічує 14 основних тем з курсу «Ефективність інженерних рішень», – це формування у студентів теоретичних і практичних знань у сфері аналізу та оцінки ефективності інженерних рішень та вмілого їх застосування при обґрунтуванні інвестиційних і інноваційних проєктів.

Тема 1. Інженерні рішення, класифікація та методи обґрунтування їх ефективності

- 1.1. Інженерні рішення, технологія їх розроблення та прийняття.
- 1.2. Ефективність інженерних рішень: цілі та проблеми.
- 1.3. Основні поняття та визначення.
- 1.4. Класифікація інженерних рішень та методи обґрунтування їх ефективності.

1.1. Інженерні рішення, технологія їх розроблення та прийняття

Інженерне рішення – це програма дій, яка спрямована на створення нових виробів, вдосконалення існуючого обладнання, інструментарію, процесу чи технології виходячи із максимальної ефективності та забезпечення високої організації виробництва при здійсненні вибору кращого варіанту з можливих альтернатив.

Рішення має велике значення в інженерній діяльності. Прийняття ефективного інженерного рішення є передумовою забезпечення конкурентоспроможності продукції чи послуг на ринку, формування раціональних витрат при максимальних прибутках, ефективного використання виробничих потужностей, створення позитивного іміджу тощо.

Інженерне рішення має дві основні функції.

По-перше, воно визначає сутність і параметри об'єкту інженерного рішення (конструкції виробу, запроваджуваного технологічного процесу, форм і методів організації виробництва).

По-друге, воно є наказом для виконавців до підготовки рішень нижчого рівня чи виконання конкретних завдань. Інженерні рішення є основою для розроблення і виробництва нової техніки та процесів. Вони забезпечують розвиток науково-технічного прогресу та сприяють підвищенню ефективності виробництва усіх галузей економіки.

Метою інженерної діяльності є забезпечення найкращого результату зумовленого суспільними потребами споживачів продукції (послуг) і внутрішніми потребами підприємств. Враховуючи це, інженерні цілі визначають основні напрямки розвитку конкретних галузей промисловості, діяльності підприємств та їх підрозділів, слугують основою формування планів діяльності як окремих підрозділів чи виконавців, так і промислових підприємств та об'єднань.

Інженерні рішення для об'єктивного визначення ступеня досягнення мети, окрім якісної оцінки, повинні включати кількісну оцінку, а саме аналіз їх ефективності. Також вони мають бути реальними, враховувати існуючі обмеження, які зумовлені фінансовими, економічними, технічними, організаційними, соціальними та іншими факторами, а також іншими можливостями підприємства.

Завдання прийняття рішень поділяються на технічні, організаційні, економічні, соціальні, екологічні та інші. Враховуючи значну різноманітність діяльності інженерів слід враховувати, що в кожних конкретних умовах перед ними стоятимуть різноманітні завдання. Відтак інженерам необхідно вміти обґрунтовувати рішення у різноманітних сферах, з метою ефективної діяльності підприємства, але у першу чергу технічні та організаційні.

Суб'єктами прийняття інженерних рішень виступають конструктори, технологи, механіки, майстри дільниць, начальники цехів та інженерних відділів, головні інженери, керівники підприємств тощо. Вони можуть прийматись одноосібно одним фахівцем, групою фахівців чи колегіально. Для допомоги у виробленні ефективних інженерних рішень часто залучаються експерти, які є фахівцями з конкретних проблем. Вони допомагають в отриманні та аналізі інформації, генеруванні альтернативних ідей, у виборі та формуванні рішення.

На рівні підприємств і об'єднань кількість документально оформлених інженерних рішень досягає в середньому до трьохсот на рік, на більш високих рівнях їх значно більше. Вибірковий аналіз показує, що четверту частину всіх рішень (до 25%) можна було б не приймати через їх нездійсненність. Відбувається це з самих різних причин: безглуздості цілей, складності контролю, «обтічності» заходів, що приймаються, відсутності термінів виконання, браком ресурсів на їх реалізацію тощо.

По суті, зазначене свідчить про брак в управлінській діяльності, породжуючи серйозні економічні та соціальні наслідки (упущену можливість, нераціональні витрати часу та коштів, безвідповідальність, зниження трудової активності тощо). Тому організація глибокого опрацювання управлінських рішень, грамотне оформлення та дотримання методологічних принципів проведення цієї роботи передбачають особливу актуальність і професійність. Виходячи з вищесказаного результатом обраного рішення повинна бути якась дія. Прийняття рішення означає процес, завдяки якому обирається лінія поведінки, як вирішення певної проблеми.

Суть розроблення інженерного рішення полягає в діяльності людини, яка приймає рішення по виконанню основної функції керівника в процесі керування.

Основна мета інженерного рішення – забезпечити координуючий (регулюючий) вплив на виробничу систему, що реалізує рішення конкретних задач персоналом по досягненню цілей організації. Досягнення цих цілей передбачає розв'язок завдань, що складають зміст і послідовність дій по прийняттю виконавцями інженерних рішень при виконанні їх безпосередніх обов'язків.

Основними задачами – є створення інформаційної бази для прийняття своєчасних рішень, визначення обмежень і критеріїв, організація діяльності персоналу керування. Прийняття рішень – творча, відповідальна задача керування.

Вона полягає в тому, щоб у відповідності з обставинами, що склалися, визначити напрям наступних дій, які підлягають конкретній сфері (виробництва товару або надання послуг), задачі структурних підрозділів у системі діяльності, порядок їх взаємодії, забезпечення та керування. Рішення приймає інженер і несе за них особисту відповідальність. У підготовці даних для прийняття рішення бере участь персонал керування конкретної організації. Відповідальність за групове рішення несуть ті, хто його прийняв, відповідно до їх повноважень.

Для своєчасного прийняття рішення необхідно мати таку систему керування, що забезпечує реалізацію складної системної діяльності, на науковій основі організувати роботу персоналу керування, що застосовує ефективні методи та використовує автоматизовані системи управління (АСУ). Персоналу керування, який залучається до прийняття інженерного рішення, необхідні як професійні якості, так і особистісні. При цьому якість прийняття рішення багато в чому залежить від злагодженості колективу, властивої йому організаційної культури, відносин між керівниками і виконавцями.

Прийняття рішень в організаціях забезпечує створення вибору для зміни певного існуючого стану. Вибір однієї лінії поведінки з кількох можливих, мобілізацію певних організаційних та індивідуальних (технічних, фінансових) ресурсів на виконання рішень і діяльність, спрямовану на досягнення бажаних результатів. Для організації процес прийняття рішень передбачає використання певних ресурсів для успішного прийняття управлінських рішень.

Інженерне рішення в організації – творчий акт суб'єкта управління (колектив, відділ, керівник), що визначає програму діяльності колективу по ефективному рішенню проблеми на основі знань об'єктивних законів функціонування керованої системи (об'єкту) та аналізу інформації про її стан.

Предмет рішення досліджується з різних сторін, які складають окремі, але взаємопов'язані аспекти. До основних аспектів відносяться: організаційний, психологічний, соціальний, інформаційний, економічний, технологічний, правовий.

Організаційний аспект проявляються в організації розроблення і виконання інженерного рішення. При цьому реалізується ряд функцій, зокрема, направляюча, координуюча, мотивуюча.

Направляюча функція передбачає напрямки рішень для реалізації окремих функцій (план, організація, контроль, мотивація), які реалізуються через посередників рішень для досягнення цілей організації.

Координуюча роль відображається в необхідності узгодження дій виконавців при реалізації інженерного рішення.

Мотивуюча функція реалізується через систему організаційних заходів (накази, постанови, розпорядження), економічних стимулів (премії, надбавки), соціальних оцінок (самоствердження особистості, творча самореалізація).

Соціально-психологічні аспекти ілюструють різні сторони діяльності людей у процесі прийняття рішень. До них відносяться удосконалення структури усередині колективних зв'язків, вивчення поведінки особистості в колективі і взаємини його членів у процесі прийняття рішень.

Економічні аспекти показують вплив економічних факторів на ефективність існуючих і розроблювальних систем прийняття рішень, на економічну підготовку персоналу керування, удосконалення організаційних форм і методів на новій технічній базі.

Технологічні аспекти визначають рівень використовуваних і розроблюваних технологій прийняття рішень у керуванні, перспективи розвитку автоматизованих і людино-машинних систем.

Правові аспекти висвітлюють відносини між різними ієрархічними рівнями системи керування й окремими посадовими особами у підготовці рішень. Правові норми повинні бути закладені в основу організації інженерної діяльності.

Природа інженерних рішень полягає в наступному. Керівники в своїй діяльності при прийнятті рішень досить часто покладаються на власний досвід, інтуїцію та почуття. Відомий спеціаліст по людській психології Н. Енкельман писав, що: «в конфлікті почуття і розуму завжди перемагає почуття». В даному контексті почуття, що базується на конкретних умовах про об'єкт управління, виражає відношення до рішення, що приймається. Залишатись незалежним від почуттів інженеру заважає внутрішнє середовище та особисті якості. Крім того, для прийняття ефективних інженерних рішень необхідно досконало володіти математичним апаратом і проводити математичне моделювання розвитку об'єкту.

Формальна (математизована) теорія прийняття інженерних рішень в рамках нормативного підходу аналізує, як повинні прийматися рішення, при яких умовах вони будуть найефективнішими.

З вищевказаного виходить, що інженер повинен володіти різносторонніми теоретичними знаннями інженерії, економіки, інформатики, математики, психології, соціології, інших наук, та практичними навичками, досвідом розроблення інженерних рішень, щоб забезпечити їх високу якість і ефективність. А математичний апарат, формалізовані структури теорії прийняття рішень і сучасні інформаційні технології, будуть сприяти цьому.

Співвідношення формального і неформального аспектів розроблення інженерного рішення досить динамічне. Воно зумовлене як розвитком математичного апарату та технічних засобів, так і формалізацією психофізичних процесів людської поведінки. З розвитком науково-технічної революції область формального в розробленні рішень розширюється.

За твердженням фахівців, психологія стоїть на порозі нового етапу розвитку – створення математичного апарату для опису психічних явищ і пов'язаної з ними людської поведінки. І це вельми важливе, оскільки психологічні (неформальні) аспекти – складова частина процесу розроблення рішень, що не враховується нормативними моделями.

Але не дивлячись на твердження, що в будь-якій області знань рівно стільки науки, скільки в ній математики, пріоритетна роль при прийнятті рішення належить особистості, її інтелекту, досвіду та інтуїції. Відповідно процес мислення при прийнятті інженерного рішення включає наступні елементи.

На початку будь-якої справи лежить ідея, яка трансформується в думку і під впливом зовнішнього середовища та внутрішніх факторів особистості перетворюється в переконання. Переконання підсилене почуттями і увагою реалізуються в конкретних діях інженера. При згоді з зовнішнім середовищем, виконувані дії ведуть до успіху. Повторення успіхів формує майстерність чи мистецтво прийняти ефективне інженерне рішення.

В повсякденній практиці інженеру потрібно прийняти багато простих і складних рішень. Здатність «видавати» ідеї, мислити та узгоджувати свою думку з керівництвом і колегами, досягати позитивного її впровадження в дію – це якості кращого інженера.

Мислення повинно бути конкретним. Інженеру необхідно представляти складне ціле і бачити при цьому складові його елементи. Найважливішими властивостями інженерного мислення є здібність до ризику та особиста відповідальність за кінцевий результат. Кожне рішення породжується в процесі мислення, яке співвідносить можливості особистості з ситуацією, що конкретно складається.

Мислення інженерів має деякі особливості, зокрема:

- глибина мислення – свідчить про вміння передбачати найбільш віддалені від поверхні причинно-наслідкові зв'язки;
- широта мислення – відображає вміння бачити гамму (багатогранність) взаємопов'язаних явищ в цілому, не виділяючи з них яку-небудь проблему і не займаючись лише нею;
- гнучкість мислення – проявляється у вмінні відступати від улюблених та випробуваних стереотипів; вміння оригінально мислити;
- швидкість мислення – це «швидкість» думки від аналізу до формування рішення.

1.2. Ефективність інженерних рішень: цілі та проблеми

Високий технічний рівень проектного розроблення об'єкту (виробу, технологічного процесу, матеріалу, технічного об'єкту тощо) не забезпечує повною мірою доцільність її впровадження у виробництво, оскільки витрати на

створення, капітальні вкладення, собівартість можуть виявитися надмірно великими з точки зору потенційного споживача.

Для прийняття у виробництво нового розроблення необхідно ретельний аналіз ефективності інженерного рішення, тобто дослідження взаємозв'язків технічних, організаційних і економічних параметрів і показників, що дозволяє знайти найкраще проєктне рішення при вибраному критерії.

Аналіз ефективності передбачає комплексне порівняння по проєктних варіантах і з конкуруючими об'єктами основних технічних параметрів і економічних показників, що формують заданий критерій, для вибору найкращого варіанту – максимуму (чи мінімуму) цільової функції.

Теоретичні положення ефективності інженерних рішень базуються на роботах видатних учених: Д. Б. Кларка (1847–1938) – теорія граничної корисності; А. Маршалла (1842–1924) – теорія витрат виробництва; В. Леонтьєва (1906–1994) – теорія співвідношення витрат і випуску; Л. Канторовича (1912–1986) – теорія і методи оптимізації проєктних рішень та ін.

Які ж основні проблеми і завдання доводиться вирішувати при організації проведення оцінки ефективності проєктних інженерних рішень?

По-перше, своєчасність здійснення аналізу ефективності з метою виключення втрат, що виникають при його проведенні. Аналіз повинен пронизувати увесь процес – від маркетингових досліджень до освоєння виробництва. Перехід від попереднього до подальшого етапу можливий за умов досягнення ефективності прийнятих рішень.

По-друге, важлива надійність аналізу ефективності – його об'єктивність. Аналіз повинен ґрунтуватися на ретельних теоретичних дослідженнях; науково обґрунтованій методиці; незалежній позавідомчій експертизі.

По-третє, необхідно застосовувати принципи моделювання для забезпечення прямого та зворотного зв'язку. Економіко-математичні моделі повинні «вбудовуватися» в процес проєктування і приводити до отримання ефективних інженерних техніко-економічних рішень. Це дозволить перейти від систем автоматизованого проєктування (САПР) до систем автоматизованого техніко-економічного проєктування (САТЕП).

По-четверте, потрібно враховувати ймовірнісний характер розрахунків, заснованих переважно на практичних дослідженнях, результатах випробувань, статистичних даних, а також експертних оцінках. У технічних параметрах, що оптимізуються, необхідно передбачати певний допуск на неточність розрахунків.

По-п'яте, враховувати невідповідність між інформаційною базою, що ґрунтується, як правило, на статистиці і досвіді минулих років, і прогностичним характером розрахунків.

Якість проєктних рішень визначає конкурентоспроможність виробу, ефективність його виробництва і експлуатації і значною мірою – конкурентоспроможність виробника або користувача.

Проєктні рішення – рішення, що стосуються конструкції об'єкту (вироби машино- або приладобудування) і технології його виготовлення (цим визначенням не охоплюється увесь спектр проєктних інженерних рішень, оскільки в широкому розумінні до них відносяться, наприклад, і управлінські рішення).

Проєктні рішення можуть прийматися на різних етапах життєвого циклу виробу, який охоплює період часу від технологічної підготовки виробництва, виготовлення проєктно-конструкторської документації, початку робіт із створення виробу до його утилізації. Цей період часу включає наступні етапи:

- передпроєктне дослідження;
- проєктно-конструкторське і технологічне розроблення;
- підготовка виробництва;
- освоєння виробництва;
- виробництво;
- експлуатація;
- утилізація.

В процесі передпроєктного дослідження формуються параметри і показники технічного завдання на проєктування на основі аналізу, порівняння та прогнозування технічного рівня конкурентних виробів, а також на основі вивчення, аналізу і прогнозування потреб ринку. Отже, інженерні рішення, що приймаються, відносяться до номенклатури і рівня тих показників, які повинен забезпечити конструктор при розробленні виробу в цілях відповідності потребам ринку та конкурентоспроможності.

У технічне завдання включається дуже обмежене коло показників, які визначають в основному функціональне призначення виробу. Наприклад, в завданні на проєктування конвеєра включаються тип конвеєра; тип двигуна; вантажопідйомність; максимальна швидкість; обсяг випуску; лімітна, тобто максимально допустима ціна конвеєра.

На етапі проєктно-технологічного розроблення рішення приймаються за:

- рівнем новизни;
- принциповими, функціональними, структурними, кінематичними та іншими схемами виробу;
- рівнем надійності;
- рівнем уніфікації;
- рівнем технологічності;
- вибором матеріалів;
- технологією виготовлення тощо.

Як відомо, проектно-технологічне розроблення здійснюється поетапно відповідно до структурної ієрархії об'єкту (системи, підсистеми, вузли, деталі).

Типовий зміст стадій і етапів розроблення інженерного рішення наведено в табл. 1.1.

На етапі освоєння виробництва прийняті рішення уточнюються і доопрацьовуються відповідно до можливостей виробництва і результатів випробувань дослідних зразків; у документацію вносяться конструкторські та технологічні зміни, що дозволяють підвищити рівень технологічності й уніфікації і, в цілому, якість об'єкту.

На етапі виробництва триває уточнення конструкції і технології, спрямоване головним чином на зниження собівартості виробу та зменшення виробничого браку.

В процесі експлуатації розробники удосконалюють виріб, використовуючи зворотний зв'язок (у вигляді цілеспрямовано налагодженого збору статистичної інформації про поведінку об'єкту в тих або інших умовах), і приймаючи відповідні рішення щодо зміни конструктивних, технологічних і інших характеристик.

На будь-якому етапі життєвого циклу проектні інженерні рішення переслідують головну мету – створити виріб, який найбільшою мірою задовольняє технічні, технологічні, економічні та експлуатаційні показники, зниження витрат і зростання прибутку. Споживач вибирає виріб серед функціональних аналогів-конкурентів з метою отримання максимального ефекту від використання цього виробу. Чим вище якість і, як наслідок – довговічність, чим краще технічні параметри, тим економічний ефект більший. Проте виробник може забезпечити ці кращі показники, лише вкладаючи додаткові кошти в проектування і виготовлення якіснішого виробу.

Цей компроміс в умовах ринкової економіки вирішує ціна, яка, з одного боку, завдяки підвищенню якості та збільшенню обсягів продажів повинна принести прибуток виробнику; з іншого боку, за рахунок властивостей, що більше задовольняють споживача, ніж властивості аналогів-конкурентів, принести прибуток споживачеві, і тим самим підвищити конкурентоспроможність продукції.

Визначення ефективності інженерного рішення – це дослідження взаємозв'язку технічних, організаційних і економічних параметрів і показників об'єкту, що дозволяє знайти найкраще проектно рішення при вибраному критерії. Таке дослідження може бути також назване параметричним.

Таблиця 1.1. Стадії та етапи проєктно-технологічного розроблення інженерних рішень

<i>Стадія розроблення</i>	<i>Зміст робіт</i>
1. Передпроектне дослідження	Аналіз і прогнозування рівня техніки в цій області і у суміжних областях; дослідження проблемних питань; аналіз передбачуваних умов експлуатації; рекомендації за параметрами виробу і технічними умовами; аналіз ринку і встановлення перспективного обсягу випуску
2. Технічне завдання і технічна пропозиція	Пошук і вивчення патентної, наукової і нормативної інформації. Розроблення і узгодження технічного завдання на проєктування. Техніко-економічне обґрунтування доцільності розроблення. З'ясування принципових шляхів створення виробу, уточнення загального обсягу робіт, термінів виконання і витрат
3. Ескізний проєкт	Складання і опрацювання принципової і кінематичної схем виробу. Компонування. Проведення основних розрахунків. Вибір загальних конструктивних і технологічних рішень. Розроблення креслень загального вигляду. Проєктування і виготовлення макету виробу і його найскладніших функціональних частин
4. Технічний проєкт	Доопрацювання креслень і схем за результатами захисту ескізного проєкту. Визначення рівня уніфікації і стандартизації. Розрахунки на міцність і надійність. Технологічне відпрацювання. Макетування складових частин
5. Робочий проєкт	Доопрацювання конструктивних і схемних рішень за результатами захисту технічного проєкту. Створення робочої документації і передача її в дослідне виробництво. Виготовлення деталей і складальних одиниць. Загальне складання виробу, налагоджувальні роботи. Випробування. Коригування документації за результатами випробувань, Випробування на надійність. Проведення відповідних експертиз (патентної, за рівнем стандартизації). Передача документації і дослідного зразка замовникові

Отже, основна передумова ефективності інженерних рішень полягає в пошуку можливих альтернативних рішень, а завдання аналізу їх ефективності – це забезпечення найкращого рішення при виборі схеми, конструкції та матеріалу об'єкту, технології його виготовлення тощо на конкретній стадії життєвого циклу виробу.

Звичайно, кожен розробник в силу свого досвіду та інтуїції завжди прагне до ухвалення найкращих рішень, проте використання певних правил і прийомів дозволяє підвищити ефективність проектування. Один із таких прийомів – використання економіко-математичного моделювання.

1.3. Основні поняття та визначення

Інженерні рішення – це:

- рішення в області управління;
- професійні рішення з технічного переозброєння виробництва; реконструкції підприємств та їх складових (цехів, дільниць);
- професійні рішення з розроблення й впровадження нових технологічних процесів, підвищення якості продукції; ефективності виробництва.

Інженерні рішення готуються інженерними кадрами також в області організації виробництва.

Ознаки інженерних рішень полягають в наступному:

- наявність вибору декількох варіантів;
- орієнтація вибору на досягнення одного чи кількох конкретних завдань;
- інженерні рішення повинні бути зорієнтовані на отримання конкретного практичного результату;
- інженерні рішення повинні бути науково обґрунтованими;
- інженерні рішення не повинні суперечити вимогам чинного законодавства;
- інженерні рішення не повинні суперечити вимогам нормативних документів.

Складність інженерних рішень залежить від:

- новизни рішень;
- новизни об'єкту;
- складності об'єкту;
- рівня прийняття.

Складні рішення, як правило, приймаються колективно висококваліфікованими спеціалістами. Для суспільства в першу чергу важливість представляє ефективність інженерного рішення, а не саме інженерне рішення.

Інженерні рішення у багатьох випадках передбачають створення нової техніки, цей процес охоплює створення нових машин, розроблення та запровадження нової технології, прийняття нових організаційних рішень тощо.

При створенні будь-якої нової техніки необхідно розробити:

- його конструкцію;
- технологію виконання;
- організацію виробництва.

Кожен з цих етапів має ще свої стадії, наприклад, при створенні нових технічних об'єктів:

1. Розроблення конструкції:

- науково-дослідницькі роботи;
- проектно-конструкторські роботи (текстові та графічні документи);
- дослідні роботи (випробовування дослідного зразка).

2. Розроблення технології виготовлення:

- розроблення технологічних карт;
- проектування технологічних засобів оснащення;
- нормативна робота;
- впровадження технологічних процесів;
- авторський нагляд над впровадженими технологічними процесами.

На практиці всі ці етапи об'єднують паралельно чи одночасно.

Таким чином, на основі вищевикладеного можна зробити такі визначення.

Процес визначення ефективності – це творча діяльність спеціалістів і керівників, яка спрямована на виявлення взаємозв'язку технічних і економічних параметрів та показників, їх оцінку та використання для формування і вибору раціонального варіанту інженерних рішень, обґрунтування резервів підвищення ефективності виробництва і вирішення інших технічних і виробничих задач.

Науково технічна інформація – це важливе джерело для встановлення показників нової техніки.

Проектні роботи – доопрацювання і зміни документації по результатам випробної серії. На цьому етапі важлива роль техніко-економічного аналізу продукції, виготовлення складових частин, формується планова ціна нового виробу.

Промислове виробництво – поліпшення конструкції виробу, зниження матеріаломісткості та собівартості, реалізація заходів, які дозволяють внести зміни в конструкцію.

Експлуатація виробу – дає можливість виявити певні недоліки у виробі, сформувані основні напрямки поліпшення зразків, врахувати побажання споживачів (покращити якість, надійність та довговічність продукції).

Завдання аналізу ефективності полягають також у:

- виборі найефективнішого варіанту технічного рішення;
- обґрунтуванні граничних значень параметрів нової техніки, яка проектується;
- оцінці техніко-економічного рівня нового виробу та його конкурентоспроможності;
- оцінці ефективності витрат на створення нової техніки;
- визначенні області раціонального застосування нової техніки;
- обґрунтуванні раціональних режимів експлуатації нової техніки.

1.4. Класифікація інженерних рішень та методи визначення їх ефективності

Необхідність класифікації інженерних рішень викликане низкою причин:

- збільшенням кількості прийнятих рішень на різних рівнях ієрархії керування;
- істотним розходженням у якісно-кількісних характеристиках інформації та баз даних, які використовуються при прийнятті інженерних рішень;
- необхідністю оперативності їх прийняття без порушення ритму функціонування елементів системи керування;
- розподілом функцій і обов'язків між персоналом, що бере участь у процесі прийняття рішень тощо.

Залежно від цілей і методів розроблення рішення існує наступна класифікація інженерних рішень:

1. За функціональною ознакою (змістом):

- конструкторські (розроблення нових конструкційних матеріалів, створення машин, механізмів, вузлів, деталей тощо);
- технологічні (розроблення нових технологічних процесів та операцій виготовлення, методів оброблення, транспортування, складання тощо);
- організаційні (направлені на поліпшення організації праці, вдосконалення нормативів, норм, форм і методів організації робіт, спеціалізації підрозділів і робочих місць, їх планування, календарно-планових параметрів тощо);
- економічні (пов'язані з підвищенням ефективності виробництва, вдосконаленням діяльності підприємства);
- соціальні (направлені на поліпшення умов праці та відпочинку членів колективу підприємства і інше);
- комплексні.

2. За новизною об'єкту:

- з розроблення нової техніки;
- з розроблення нової технології;
- з розроблення нової форми організації виробництва;
- з модернізації існуючої техніки;
- з удосконалення існуючої технології;
- з удосконалення організації виробництва.

3. За рівнем новизни:

- принципово нові (винаходи, відкриття);
- нові рішення (базуються на використанні вже відомих винаходів, або представляють собою комбінацію вже відомих рішень);
- відомі рішення (використовуються в раніше створених об'єктах).

4. За рівнем унікальності:

- традиційні;
- новаторські.

Новаторські рішення відрізняються специфікою в побудові процесу прийняття рішень і змістом окремих їх етапів (представляють предмет винаходу чи відкриття, або базуються на використанні винаходів).

Традиційні або стандартні – використані в раніше створених об'єктах.

5. За масштабом об'єкту прийняття рішень:

- глобальні, що охоплюють усі ланки керованої системи;
- локальні, адресовані визначеному підрозділу.

6. За характером мети (спрямованістю):

- стратегічні (технічна політика на певний період, більше 10 років), які визначають головні лінії розвитку об'єкту;

- оперативні (забезпечують реалізацію стратегічних рішень);
- практичні (на досягнення короткострокових рішень);
- тактичні (передбачають рішення більш приватних задач).

7. За рівнем прийняття рішень:

- міжгалузеві;
- галузеві;
- заводські.

8. За кількістю спеціалістів і керівників, які приймають рішення:

- колективні;
- організаційні;
- індивідуальні.

9. За джерелом постановки задачі:

- планові;
- директивні (термінові, позапланові);
- ситуаційні;
- ініціативні.

Особливістю планових інженерних рішень є те, що їх прийняття реалізується відповідно до встановлених планів, а тому існує певний запас часу.

Директивні рішення приймаються при виконанні термінових позапланових завдань, як і ситуаційні, необхідність прийняття яких виникає внаслідок несподіваної ситуації (приклад, при ліквідації аварій).

Ініціативні рішення приймаються під час генерування ідей, синтезу, науково-технічної творчості, тощо.

10. За обов'язковістю виконання:

- директивні (обов'язкові);
- рекомендовані.

11. За формою вираження:

- документовані;
- електронні;
- не документовані (усні).

12. За методами розроблення:

- кількісні рішення, що включають методи математичного програмування, статистичні методи;
- евристичні рішення, засновані на використанні логіки, інтуїції, досвіду, знань інженерного персоналу.

Використання методів математичного програмування дозволяє за заздалегідь заданими параметрами знаходити оптимальне інженерне рішення.

13. За наявністю інформації:

- детерміновані, які приймаються в умовах володіння повною інформацією;
- ймовірнісні – такі, що приймаються в умовах ймовірності визначеності (в умовах ризику);
- невизначені – рішення, які приймаються в умовах невизначеності (за відсутності необхідної інформації з проблеми).

14. За цільовою направленістю:

- одноцільові;
- багатоцільові.

Різноманіття інженерних рішень залежно від характеру проблем і методів їх доведення, можна умовно розділити на різні типи.

Так, за методами, що використовуються, виділяються рішення стандартні й нестандартні. За даними закордонної практики більшість інженерних рішень приймаються за типовими ситуаціями. Для їх розв'язку застосовується відома модель з внесенням необхідних коригувань на специфічні особливості. Це робиться тому, що абсолютного повторення ситуації практично не буває. До тих, що не програмуються, відносяться інженерні рішення, які приймаються в нових ситуаціях. Вони можуть носити разовий, творчий характер і залежать від здорового глузду та інтуїції (наприклад, розроблення нових технологій, виробів, формування нової структури).

Залежно від творчого внеску інженерів в процеси розроблення та впровадження розрізняють чотири рівні рішень: рутинні, селективні, адаптаційні та інноваційні.

Перший рівень – рутинні рішення. Вони приймаються згідно з відпрацьованим механізмом і програмою дій. Важливо вивчити особливості ситуації, проаналізувати фактори, що її спричиняють, прийняти відповідальність за конкретні дії. У вияві творчого підходу немає необхідності, оскільки всі процедури рішення відомі.

Другий рівень – селективні рішення. Ініціатива та свобода дій на даному рівні виявляється в обмежених межах. Наприклад, при оцінці різних відомих альтернатив і виборі з них оптимальних.

Третій рівень – адаптаційні рішення. Вони розраховуються на додаткові, непередбачені труднощі. Як правило, при їх розробленні поєднується використання творчого нестандартного підходу на основі нових ідей з відпрацьованими раніше можливостями. Має значення ініціатива керівника для пошуку нового розв'язання відомої проблеми.

Четвертий рівень – інноваційний. Рішення цього рівня пов'язані зі складністю та непередбачуваністю подій. Це викликає необхідність прийняття неординарних рішень, що містять нововведення.

Характер проблеми лежить і в основі застосування системного аналізу, як одного з методів обґрунтування інженерних рішень. У зв'язку з його використанням виділяються три типи проблем за ступенем формалізації: добре структуровані; слабо структуровані; неструктуровані.

Під структуризацією розуміється можливість кількісного вираження залежностей між елементами ситуації. Міра формалізації проблеми, як ознака типізації, уперше була запропонована американськими фахівцями Г. Саймоном і А. Ньюеллом.

Добре структуровані вважаються проблеми, в яких залежності між елементами ситуації можуть набувати чисельних значень або символів. При рішенні добре структурованих проблем використовуються кількісні методи аналізу: лінійного, нелінійного, динамічного програмування, теорії масового обслуговування, теорії ігор тощо.

Слабо структурованими є проблеми, як правило, складні, відмінні, насамперед, якісними залежностями елементів ситуації. Однак слабо структуровані (або змішані) проблеми містять як якісні, так і кількісні елементи при переважаючому складі перших. Це область застосування системного аналізу. У розв'язанні подібних проблем виключається можливість побудови моделей, але не завжди. Все залежить від конкретної ситуації та прийнятності поєднання кількісних і евристичних методів.

Неструктуровані (або якісно виражені) проблеми містять лише описи найважливіших ресурсів, ознак і характеристик, кількісні залежності між якими абсолютно невідомі. Розв'язання неструктурованих проблем проводиться з використанням евристичних методів, заснованих на інтуїції, логіці, теоретичних міркуваннях, досвіді, професіоналізмі інженера або колегіального органу суб'єкту управління. Це найбільш численний клас проблем. У процесі структуризації проблем необхідно звести до мінімуму кількість елементів, що не формалізуються, з таким розрахунком, щоб проблема придбала більш певний характер.

Складність інженерного рішення залежить від новизни об'єкту та його складності. Проте інтерес представляє не саме інженерне рішення, а кінцевий результат (ефективність), яка досягається при затратах відповідних ресурсів на його досягнення. Відтак, без обґрунтування ефективності неможливим є розроблення, прийняття та реалізація інженерного рішення, що, в свою чергу, зумовлює єдність інженерного та техніко-економічного аналізу в процесі реалізації ефективних технічних, технологічних конструкторських і загально-виробничих завдань.

Методи, які найчастіше застосовуються для визначення ефективності інженерних рішень:

1. Методи порівняння:

- характеризуються вибором кращого із варіантів;
- для кожного з варіантів визначають основні параметри, а також інші показники (капітальні, поточні витрати);
- із умови мінімальних витрат на одиницю результату;
- базуються на точних розрахунках.

2. Спеціальні методи:

- ABC-аналіз;
- функціонально-вартісний аналіз;
- SWOT – аналіз;
- експертний аналіз.

3. Методи оптимізації, які характеризуються пошуком найкращого варіанту рішення для досягнення поставленої цілі.

У наступних темах більш детально описано методи визначення ефективності інженерних рішень, методики розрахунку за основними техніко-економічними показниками.

Питання для самоперевірки:

1. Які рішення відносяться до інженерних?
2. В чому полягають основні функції інженерного рішення?
3. Мета інженерної діяльності.
4. Які оцінки ефективності використовуються для об'єктивного визначення ступеня досягнення інженерних рішень?
5. Класифікація завдань інженерних рішень.
6. В чому полягає процес прийняття інженерного рішення?
7. Суб'єкти прийняття інженерних рішень.
8. Функції організаційного аспекту інженерного рішення та їх зміст.
9. Властивості інженерного мислення для прийняття ефективних рішень.
10. Що передбачає аналіз ефективності інженерних рішень?

11. Завдання, які необхідно вирішувати при організації проведення оцінки ефективності проєктних інженерних рішень.
12. Що розуміється під об'єктивністю аналізу ефективності інженерних рішень?
13. Які рішення відносяться до проєктних інженерних рішень?
14. Інженерні рішення на етапі передпроєктного дослідження.
15. Інженерні рішення на етапі проєктно-технологічного розроблення.
16. Інженерні рішення на стадії технічного завдання і технічної пропозиції.
17. Інженерні рішення на стадії ескізного проєкту.
18. Інженерні рішення на етапі освоєння виробництва і безпосередньо виробництва.
19. Інженерні рішення на етапі експлуатації.
20. До яких видів досліджень відноситься обґрунтування ефективності?
21. Класифікація інженерних рішень.
22. Які існують рівні інженерних рішень залежно від творчого внеску інженерів в їх розроблення?
23. Класифікація проблем, які вирішуються при прийнятті інженерних рішень.
24. Що таке структуризація в аналізі ефективності?
25. Які методи використовуються в техніко-економічному обґрунтуванні ефективності інженерних рішень?

Тема 2. Основні принципи оцінки та обґрунтування ефективності проєктних інженерних рішень

2.1. Мета та завдання техніко-економічного обґрунтування ефективності проєктних інженерних рішень.

2.2. Основні поняття ефективності та область інженерного впливу на виробничу систему.

2.3. Види ефективності проєктних рішень.

2.4. Основні принципи оцінки ефективності проєктних рішень.

2.5. Загальна схема техніко-економічного обґрунтування ефективності проєктного рішення.

2.1. Мета та завдання техніко-економічного обґрунтування ефективності проєктних інженерних рішень

Метою будь-якого інженерного рішення чи проєкту є запровадження нового або вдосконалення існуючого процесу виробництва. Залежно від обсягу прикладених витрат та обраного технічного рішення величина отриманого економічного ефекту може бути різною, тому необхідною є оцінка доцільності застосування запропонованого проєкту у конкретних соціально-економічних та виробничих умовах. Суттєвий вплив при цьому надають як зовнішні, так і внутрішні чинники, врахування та облік яких є одним із основних завдань при прийнятті інженерних рішень.

Метою техніко-економічного обґрунтування ефективності проєктних рішень є визначення доцільності їх практичного використання у виробництві. Ця оцінка проводиться на двох рівнях:

- технічному, де обґрунтовуються ефективність технічних і технологічних показників проєкту;

- економічному, де проводиться оцінка економічної ефективності проєкту в існуючих економічних умовах.

Проте, оцінка ефективності прийнятого науково-технічного рішення має бути комплексною та враховувати всі аспекти, що розглядаються та вирішуються у проєкті.

Багатогранність заходів щодо вдосконалення організації виробництва пов'язує всі елементи виробничого процесу – виконавців, знаряддя та предмети праці. Вони здійснюються, як правило, одночасно в органічному зв'язку з іншими організаційними, технічними та управлінськими впливами. При цьому вплив на основні елементи виробничого процесу настільки тісно переплітаються між собою, взаємодіють і часто злиті органічно, що ускладнює виділення ефекту від того чи іншого заходу.

У зв'язку з цим, залежно від поставленої мети та завдання, об'єктом техніко-економічної оцінки ефективності є проєктне розроблення загалом або його частина. В якості об'єкту може бути обрано одна або кілька найбільш суттєвих пропозицій (заходів) в рамках проєкту. Важливо, щоб ці заходи були вагомими та торкалися найважливіших аспектів виробничої діяльності, тим самим підвищуючи значущість інженерного рішення.

Обґрунтування ефективності у процесі проєктування переслідує виконання основної вимоги – підтвердити технічну та економічну доцільність запровадження розроблення у практику господарської діяльності об'єкту, для якого сформоване та прийняте інженерне рішення, орієнтоване на вдосконалення виробництва.

Виконання поставлених вимог базується на вирішенні завдань техніко-економічного обґрунтування ефективності:

1. Встановити об'єкт техніко-економічного обґрунтування ефективності.
2. Оцінити динамічність зовнішніх та внутрішніх умов і масштаби змін, викликаних реалізацією інженерного проєкту.
3. Оптимізувати набір показників та критеріїв ефективності проєкту.
4. Підібрати схему розрахунку техніко-економічних показників ефективності проєкту.
5. Оцінити рівень достовірності обчислювальних процедур, які проводяться.
6. Обґрунтувати ефективність прийнятих у проєкті інженерних рішень.

У ряді проєктів недостатнім є проведення лише технічної та економічної оцінок. Сучасні проєкти вимагають додатково соціальної, екологічної та інших оцінок, необхідних в обґрунтуванні ефективності проєктного рішення. Для таких оцінок рекомендується скористатися додатковими методичними рекомендаціями [12].

Ця робота дозволяє забезпечити методичне виконання наступних обов'язкових елементів проєктних рішень:

1. Техніко-економічна оцінка конструкторського розроблення.
2. Техніко-економічні розрахунки проєктних розроблень чи комплексу проєктних заходів.
3. Техніко-економічне обґрунтування ефективності проєкту загалом.

Але перш, ніж починати розгляд відповідних методик, необхідно визначити сутність ефективності з її базовими поняттями, дати їх класифікацію, основні положення та правила використання при обґрунтуванні ефективності проєктних інженерних рішень.

2.2. Основні поняття ефективності та область інженерного впливу на виробничу систему

Підвищення ефективності виробництва мало і має велике значення як для всього народного господарства, так і для кожного підприємства. Це зумовлено багатьма факторами.

По-перше, зростання обсягів виробництва в умовах обмеженості ресурсів сприяє більш повному задоволенню потреб ринку.

По-друге, ефективне використання трудових і матеріальних ресурсів сприяє зниженню витрат виробництва, що впливає на рівень собівартості продукції.

По-третє, підвищення ефективності виробництва забезпечує зростання доходів підприємств, що дозволяє виділення коштів для економічного та соціального розвитку трудових колективів за рахунок отриманих прибутків.

У системі ринкових відносин підвищення ефективності виробництва є єдиною умовою нормального функціонування підприємств. Виконуючи техніко-економічне обґрунтування, необхідно виконувати загальну та (або) порівняльну оцінку ефективності проєктних рішень і заходів. Загальна ефективність показує доцільність застосування проєктного розроблення, а порівняльна – дозволяє визначити, який найбільш ефективний варіант порівняно з базовим слід застосовувати.

Загальна оцінка економічної ефективності визначається величиною економічного ефекту за розрахунковий період, що є перевищенням вартісної оцінки результатів впровадження проєктного інженерного рішення над вартісною оцінкою коштів, витрачених за цей же період. Тут же розраховують відносний показник економічної ефективності, який визначається як відношення економічного ефекту до засобів, витрачених для його отримання.

Показники порівняльної оцінки економічної ефективності поділяються на основні та додаткові. До основних показників відносяться річна економія, яка визначається приростом прибутку або зменшенням убытку та фактичний коефіцієнт ефективності капіталовкладень, який розраховується як відношення річної економії до додаткових капіталовкладень.

Додаткові показники, що дозволяють разом із основними повніше оцінювати переваги або недоліки проєктного варіанту порівняно з базовим, складаються з вартісних, трудових,

матеріальних, енергетичних, якісних та інших показників оцінки ефективності.

Проблема підвищення економічної ефективності виробництва полягає у вирішенні двох взаємопов'язаних груп завдань: з одного боку, зростання результативних показників виробництва (натуральна та валова продукція), а з іншого – раціональне використання земельних, трудових та матеріальних ресурсів та пов'язане з ним скорочення виробничих витрат.

Обсяг продукції є величиною, похідною від кількості залучених у виробництво усіх видів ресурсів та рівня ефективності їх використання.

Розв'язання другої групи завдань, тобто, скорочення виробничих витрат, пов'язане із здійсненням безлічі заходів:

- по-перше, найповніше використання основних фондів, виробничих потужностей тощо;

- по-друге, підвищення продуктивності праці на основі посилення автоматизації виробничих процесів, що дасть змогу зменшити працемісткість продукції, а звідси і частку витрат на оплату праці у загальних витратах виробництва;

- по-третє, економна витрата основних і допоміжних матеріалів, палива та електроенергії, інших оборотних засобів шляхом науково-обґрунтованого нормування, технічного вдосконалення обладнання, матеріального стимулювання, запобігання різноманітним втратам матеріальних ресурсів;

- по-четверте, обґрунтоване скорочення загальновиробничих та загальногосподарських витрат, раціональне використання транспортних витрат та інших робіт та послуг.

Одним із важливих факторів, які впливають на умову реалізації вищезгаданих заходів, є форми власності та господарювання, рівень розвитку виробничих та соціальних інфраструктур.

Проте, досягненням високоефективного виробництва займаються як інженери, технологи та конструктори, розробляючи нові високопродуктивні технологічні процеси, машини, конкурентоспроможну продукцію тощо, так і менеджери, економісти та бухгалтери, які працюють над вдосконаленням організаційних форм функціонування підприємства, системою обліку та контролю руху фінансових потоків і ресурсів, науково-обґрунтованим нормуванням, розробленням методів стимулювання трудового колективу тощо.

На рис. 2.1 представлено класифікацію галузі інженерного впливу на виробничу систему.

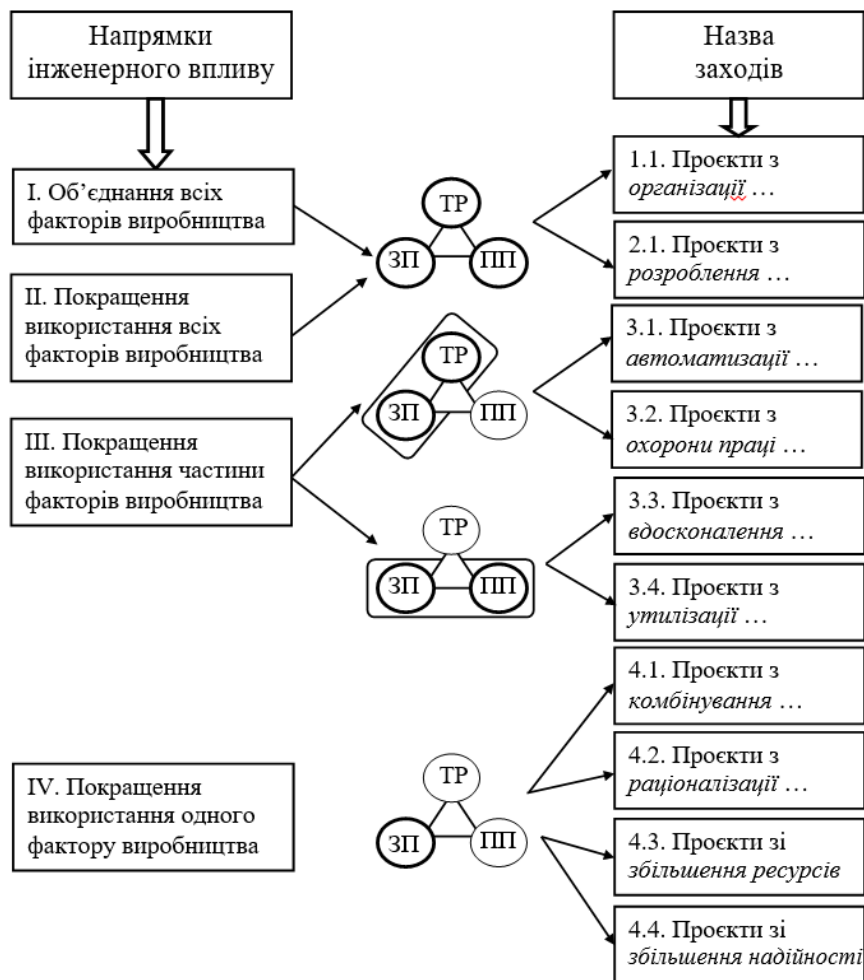


Рисунок 2.1. Класифікаційна схема основних заходів, які застосовуються в інженерних проєктах (жирним показано основний вплив)

На схемі (рис. 2.1) подано наступні позначення:

ЗП – знаряддя праці – це частина засобів виробництва, за допомогою яких чи через які людина впливає на предмети праці (до них відносяться: будинки, обладнання, інструменти тощо);

ПП – предмети праці – це усе те, на що спрямовано працю, що зазнає змін для придбання корисних властивостей і задоволення тим самим потреб споживачів (до них відносяться: сировина, матеріали, енергія тощо);

ТР – трудові ресурси – це частина населення, яка володіє фізичним розвитком, розумовими здібностями та знаннями, необхідними для здійснення корисної діяльності (до них належать виробничі робітники).

Відмінна риса інженерних заходів полягає в основному чи непрямому впливі на знаряддя праці. Іншими словами, інженер через поліпшення використання знарядь праці підвищує ефективність виробництва. Результатом інженерного впливу є:

1. Збільшення обсягів виробництва внаслідок:

а) запуску нового підприємства, окремої технології виробництва, цеху чи ділянки (напрямок 1.1);

б) застосування нового способу організації виробництва зменшує тривалість виробництва, зокрема, його втрати (напрямок 2.1).

2. Підвищення продуктивності праці внаслідок:

а) зростання рівня механізації та автоматизації виробництва (напрямок 3.1);

б) зменшення травматизму та захворюваності (напрямок 3.2).

3. Поліпшення використання матеріальних і енергетичних ресурсів внаслідок:

а) удосконалення машин та обладнання, які ефективніше використовують матеріальні та енергетичні ресурси (напрямок 3.3);

б) запуску технологій, які дозволяють здійснювати оптимальне використання та переробку матеріалів, сировинних ресурсів (напрямок 3.4).

4. Поліпшення використання витрат на функціонування знарядь праці внаслідок:

4.1. Проекти, пов'язані з вивільненням знарядь праці у процесі виробництва:

а) створення машин або обладнання, які об'єднують частину технологічних операцій або процесів (напрямок 4.1);

б) найповніше використання виробничих потужностей за рахунок раціонального комплектування агрегатів або складу обладнання в технологічному ланцюжку виробничих процесів (напрямок 4.2).

4.2 Проекти, пов'язані з модернізацією знарядь праці, які підвищують:

а) ресурс основних засобів виробництва (напрямок 4.3);

б) надійність використання основних засобів виробництва (напрямок 4.4).

Як уже зазначалось, проєктні рішення можуть мати комплексний характер і тут важливо точно виявити всі зміни у виробничій системі, які виникають у процесі запровадження проєктних рішень і заходів. Оцінка ефективності розроблюваного проєкту має враховувати всі його аспекти, незалежно від цього, чи мають результати основний чи супутній характер.

Отже, розробникам необхідно протягом усього процесу проєктування ретельно аналізувати всі прийняті ними науково-технічні рішення, а проєкт завершувати обґрунтуванням економічної ефективності впровадження розроблених у ньому нових рішень з наукової, технологічної або технічної проблеми.

2.3. Види ефективності проєктних рішень

Підбираючи показники, які характеризують ефективність проєктного рішення, необхідно комплексно представити всі аспекти заходу, що проєктується. Тут важливо виходити з умови переконливості для потенційних інвесторів підібраної системи показників, які комплексно характеризує ефективність проєктних заходів. Різноманітність заходів зумовлює використання різноманітних підходів до оцінки ефективності та відповідний набір показників. Однозначно визначити використання заданої групи показників для обґрунтування ефективності проєктних рішень не можна.

Унікальність проєктних рішень зумовлює відповідно вибір унікального набору показників, який має відображати сутність саме конкретних розроблень. Шаблонне використання певної групи показників ефективності може не лише збільшити працемісткість проведених обчислень, потребу в зайвій інформації, але й ввести в оману фахівців, які надалі розглядатимуть проєкт та прийматимуть рішення.

Поділяючи показники оцінки ефективності проєктних рішень і проєктів за рівнем виробництва, отримуємо такі види ефективності (табл. 2.1):

- народногосподарську (галузеву);
- підприємств та об'єднань;
- окремої технології виробництва та внутрішньогосподарських підрозділів (відділень, цехів, дільниць);
- окремих заходів, які пов'язані з використанням нових чи вдосконаленням існуючих знарядь праці (інженерних, технічних, організаційних та інших).

Показники народногосподарської економічної ефективності відображають ефективність проєкту з погляду інтересів всього народного господарства загалом. Унікальність розроблюваних проєктів полягає в тому, що оцінка економічної ефективності виходить за межі окремого підприємства. Проєктні рішення мають позитивний ефект у виробничій та (або) соціальній сфері діяльності та можуть поширюватися на галузь виробництва, регіон або всю країну.

Таблиця 2.1. Види ефективності

<i>Види</i>	<i>Показники ефективності</i>
<i>1</i>	<i>2</i>
Народногосподарська (галузева) ефективність	- приріст національного доходу, - обсяг валової продукції, - ступінь окупності капітальних вкладень та виробничих витрат
Ефективність підприємств та об'єднань	- чистий дисконтований дохід, - індекс доходності, - внутрішня норма доходності, - термін окупності інвестицій
Ефективність окремої технології виробництва та внутрішньогосподарських підрозділів	Варіант 1: - чистий прибуток (чистий дохід), рентабельність виробництва, - термін окупності; Варіант 2: - річна економія, - коефіцієнт ефективності капіталовкладень, термін окупності

1	2
Ефективність окремих заходів, пов'язаних з впровадженням нових, або вдосконаленням існуючих знарядь праці	- річна економія, - річний економічний ефект, - коефіцієнт ефективності капіталовкладень, термін окупності

Наприклад, проєкт розроблення нової системи технічного обслуговування обладнання (напрямок 2.1, рис. 2.1) передбачає впровадження нового методу технічного обслуговування верстатів із використанням сучасних систем діагностики. Їх застосування дозволяє скоротити кількість оглядів, ремонтних обслуговувань за відповідного рівня напруженості на відмову, міжремонтному періоді та загальному ресурсі. Таким чином, скорочується час обслуговування та потреба у трудових та матеріальних ресурсах. Однак, розгляд ефективності даного проєктного заходу на рівні окремого підприємства не відображає масштаби можливих змін, внаслідок чого необхідно розглянути цей проєкт у масштабах усієї галузі або країни.

Основним показником, який характеризує ефективність такого проєктного рішення, є приріст національного доходу, що складається з річних економій кожного підприємства країни, де можливе застосування цього методу обслуговування. Як додаткові показники можна використовувати:

- окупність капітальних вкладень;
- зростання обсягу валової продукції чи зменшення потреби у основних засобах, як наслідок підвищення коефіцієнта завантаження обладнання;
- зміна капіталомісткості,
- зменшення працемісткості,
- зниження матеріаломісткості та енергомісткості технологічних процесів;
- збільшення продуктивності виробництва.

У проєктах пов'язаних з організацією підприємств, об'єднань (напрямок 1.1, рис. 2.1), в якості основних показників економічної ефективності використовують (табл. 2.1):

- чистий дисконтований дохід,
- індекс прибутковості,
- внутрішня норма прибутковості,
- термін окупності інвестицій.

Відмінною особливістю цих проєктів є проектування допоміжних та обслуговуючих підрозділів, облік адміністративно-господарської частини, тобто всього комплексу підрозділів, необхідних для організації виробничої діяльності.

Розгляд окремих технологій та внутрішньогосподарських підрозділів (відділень, цехів, дільниць) відноситься до напрямку 1.1, рис. 2.1. Тут відсутнє проектування допоміжних та обслуговуючих виробництв, де їх вплив враховується лише у загальновиробничих та загальногосподарських витратах, що дозволяє не користуватися методом дисконтування (врахування впливу фактору часу). Подібні проекти доводять у трьох варіантах:

1. Оцінка абсолютної ефективності – показники чистого прибутку (чистий дохід), рентабельність виробництва, термін окупності. Чистий прибуток розраховується для технологій, які безпосередньо не пов’язані з підприємствами; технології, що розробляються, застосовуються для типових підприємств. Показник чистого доходу, навпаки, використовують у проєктах, орієнтованих на конкретне підприємство. Розрахунок чистого доходу зумовлений відсутністю необхідності враховувати податкову та кредитну складову у розрахунках, оскільки прибуток, одержуваний від застосування спроектованої технології, може анулюватися збитками від функціонування інших технологій на підприємстві.

2. Оцінка порівняльної ефективності – річна економія, коефіцієнт ефективності капіталовкладень, термін окупності.

3. Оцінка абсолютної та (або) порівняльної ефективності з визначенням відповідних показників.

Перший варіант застосовується для проектування окремих технологій та виробничих підрозділах у випадках, коли вони мають повністю закінчений цикл виробництва з отриманням готової продукції, призначеної для реалізації.

У разі, коли продукція виготовляється для внутрішньогосподарського споживання або у цьому підрозділі виконується частина технологічних операцій, тоді застосовується другий варіант.

Третій варіант використовується, коли порівнюються декілька окремих технологій або, коли спроектований виробничий підрозділ запроваджується замість існуючого, тоді можна одночасно проводити розрахунок показників абсолютної ефективності (чистого доходу) та відносної (річної економії). Перший показник покаже, наскільки ефективним є проєкт, другий – визначить доцільність його впровадження.

Всі інші напрями, представлені рис. 2.1, відносяться до окремих заходів, пов’язаних з використанням нових або вдосконаленням існуючих знарядь праці (інженерних, технологічних, організаційних) та інших заходів. Окремо можна виділити розроблення технічної документації або створення баз даних, які прискорюють використання знарядь праці у виробництві та підвищують ефективність їх використання.

У всіх запропонованих заходах в якості основних показників ефективності проєктних рішень використовують річну економію, річний економічний ефект, коефіцієнт ефективності капіталовкладень і термін окупності.

Особливістю проєктних інженерних рішень є вплив на частину факторів виробництва (рис. 2.1). Збільшення кількості продукції від запровадження проєктних заходів, якщо і відбувається, то є другорядною умовою. Основна дія спрямована на підвищення ефективності використання трудових та (або) матеріальних ресурсів, а також якісних показників процесу виробництва. Зміни відбуваються лише на рівні відповідних витрат. Збільшення обсягів продукції або його якості оцінюється показником додаткової продукції.

Складність оцінки ефективності таких проєктів полягає у виявленні всіх основних і супутніх змін, які виникають при реалізації проєктних заходів і рішень, грамотному формуванні схеми розрахунку, правильному використанні методичних прийомів, які здатні забезпечити прийнятну точність проведених обчислень. Для цього необхідно володіти основними засадами та особливостями проведення відповідних процедур, пов'язаних із визначенням ефективності інженерних рішень.

2.4. Основні принципи оцінки ефективності проєктних рішень

Основні принципи є спільними для всіх проєктних рішень. Їх виконання підвищує якість техніко-економічного обґрунтування ефективності, збільшує результативність обчислень та скорочує кількість неправильних (помилкових) обчислювальних процедур. Вміле використання принципів дозволяє аргументовано переконувати в ефективності прийнятих у проєкті рішень керівників і інвесторів в їх практичній значущості та актуальності в сучасних умовах.

В основу оцінок ефективності проєктних рішень покладено такі основні принципи, які застосовуються до будь-яких типів проєктів незалежно від їх технічних, технологічних, фінансових або інших особливостей:

1. Принцип позитивності та максимуму ефекту від реалізації проєкту.
2. Багатоваріантність проєктних рішень.
3. Принцип взаємозв'язку мети проєкту та кінцевого результату.
4. Сумісність порівнюваних варіантів та умов порівняння.
5. Багатокритеріальність обґрунтування ефективності проєктних рішень.
6. Порівняння «з проєктом» та «без проєкту».
7. Врахування усіх найістотніших наслідків проєкту.
8. Багатоетапність оцінки проєктів.

Для того, щоб проєкт, з точки зору його оцінки, був визнаний ефективним, необхідно, щоб ефект від його реалізації був позитивним; при порівнянні альтернативних проєктів перевага повинна надаватися проєкту з найбільшим значенням ефекту. Однак, принцип максимальної ефективності важко реалізувати на практиці – здебільшого через складнощі передбачення віддаленого майбутнього. Тому, на етапі розроблення проєктів найчастіше виникають різні варіанти (принцип багатоваріантності проєктних рішень). Багато з них відпадають на етапах технічної та технологічної оцінки ефективності проєктних рішень.

Етап обґрунтування ефективності є остаточним у прийнятті такого виду рішень та вибором найкращого з представлених варіантів. У разі розгляду ефективності лише одного проєктного рішення без альтернативних варіантів, підвищується ймовірність помилкових висновків в обґрунтуванні запропонованого проєкту.

В будь-якому обґрунтуванні, якщо кінцевий результат збігається з метою, то діяльність може бути визнана ефективною, якщо такий збіг відсутній – діяльність є неефективною.

Метою будь-якого інженерного проєкту є обґрунтування ефективності розробленого проєктного рішення. Отже, результатом є факт аргументованого обґрунтування. Збіг результату та мети особливо важливий з позиції вибору найуспішніших рішень. Такий збіг свідчить про те, що у проєкті був проведений вірний аналіз, результатом якого отримано висновки. На основі отриманих висновків були прийнято правильні проєктні рішення, рівень опрацювання яких дозволив обґрунтувати їх ефективність. Виконання цього принципу є важливою умовою під час проведення техніко-економічного обґрунтування ефективності.

Принцип сумісності порівнюваних варіантів та умов порівняння передбачає вибір бази порівняння, адже від неї більшою мірою залежить, наскільки показники ефективності розглядуваного проєкту перевищують базові показники. Тому, в якості бази порівняння можуть виступати показники найпрогресивніших технологій і способів виробництва продукції (робіт) у діючому виробництві (фактичні, планові) або за наявними проєктами (зокрема, з використанням закордонного обладнання). Також, необхідно враховувати умови, що визначають значення показників, які використовуються для порівняння. У цих випадках умови мають бути ідентичними або необхідно вводити поправочні коефіцієнти, які забезпечують рівність умов.

Рішення, які приймаються в проєкті, носять багатогранний характер, діючи на багато аспектів виробничої та соціальної діяльності. Прийняти рішення щодо ефективності проєкту за одним критерієм у такому разі неможливо. Принцип багатокритеріальності обґрунтування ефективності проєктних рішень визначає умови, за яких для аргументованого обґрунтування ефективності прийнятих у проєкті заходів використовують систему показників, сукупність яких дозволяє підвищити обґрунтованість проєкту.

Відомо, що умови виробництва змінюються під впливом як внутрішніх чинників, так і зовнішніх. Постійно змінна ситуація в економіці, політиці, законодавстві, соціальній сфері може відображатися на результативних показниках виробничої діяльності як позитивно, так і негативно. Принцип порівняння «з проєктом» і «без проєкту» визначає умови, які виключають вплив динаміки зовнішніх і внутрішніх факторів. Порівнювані варіанти повинні

відрізнятися лише за умовами, на які націлені рішення, що приймаються в проєкті, де відбуваються зміни під впливом запропонованих заходів.

Визначаючи ефективність проєкту, необхідно враховувати всі найсуттєвіші наслідки його реалізації і не важливо, чи носять вони позитивний, чи негативний характер. Кожен втрачений результат знижує якість техніко-економічного обґрунтування ефективності. Тому необхідною є відповідна аргументація, виключення малозначущих, не маючих суттєвого виробничого, економічного, соціального значення, результатів під час проведення відповідних оцінок. Великою помилкою є така ситуація, коли будь-який наслідок необґрунтовано випадає з області проведення оцінок.

Принцип багатоетапності оцінки передбачає можливість багаторазового повторення обчислювальних процедур, а також коригування схеми розрахунку. Найчастіше це зумовлено глибиною опрацювання окремих моментів проведення обчислень. Прогнозований характер проєктних заходів зумовлює відсутність достовірної нормативної бази, значення якої на кожному етапі розрахунку необхідно уточнювати. Не завжди однозначно з першого разу можна сформулювати схему розрахунку оцінки ефективності проєкту. У деяких проєктах область впливу на виробничу систему настільки складна, що потребує поетапної оцінки ступеня та глибини отриманих змін досліджуваного об'єкту.

Існують методичні прийоми, які полегшують формування схеми розрахунку, один із яких розглянуто у наступних розділах.

2.5. Загальна схема техніко-економічного обґрунтування ефективності проєктного рішення

Техніко-економічне обґрунтування ефективності проєкту є заключним етапом комплексної оцінки інженерного рішення, яке розробляється. Йому передують проведення технічної, технологічної, соціальної, ергономічної та екологічної оцінок. На кожному з етапів проведених оцінок виявляються показники, які характеризують ефективність застосування проєктних заходів.

Технічна оцінка передбачає визначення:

- можливостей виконання якісних робіт,
- необхідних енергетичних витрат;
- процесів, матеріалів, обладнання та надійності технічних систем;
- придатності технічного плану для місця розташування проєкту;
- доступності та якості необхідних для проєкту ресурсів;
- рівня сервісу й надійності існуючої інфраструктури, яку використовуватиме проєкт;
- термінів і графіків виконання технічних вирішень для реалізації проєкту.

До показників технічної оцінки машин відносять також масу, потужність, питомі витрати енергії, параметри робочих органів, універсальність машин та обладнання, кваліфікація робітника, уніфікація, напруцювання на відмову, термін служби, у тому числі до та після капітального ремонту.

При технологічній оцінці вивчають можливості виконання робіт з реалізації проєктних заходів як за окремими технологічними процесами, так і за групами виробів. Одним із найважливіших показників технологічного рівня виробництва є питома вага продукції, виготовленої за прогресивною технологією в загальному обсязі продукції. Цей показник може обчислюватися як у вартісному, так і в натуральному вираженні. Його розрахунок доцільно проводити в розрізі окремих технологічних етапів виробництва.

Також до технологічних показників відносяться енергомісткість, працемісткість, матеріаломісткість, продуктивність тощо.

В процесі розроблення та прийняття інженерних рішень проводиться оцінка їх соціальних і екологічних наслідків, а також витрат, пов'язаних із соціальними заходами та охороною навколишнього середовища.

При соціальній оцінці розглядають: прийнятність варіантів реалізації проєкту з погляду як виробників, так і споживачів; розроблення стратегії реалізації проєкту, що дає змогу досягти цілей проєкту та поліпшити характеристики його соціального середовища, а саме – забезпечення безпечних та зручних умов праці, культурно-побутових умов, проведення оздоровчо-профілактичних робіт.

Екологічна оцінка проєктного інженерного рішення охоплює як етап розроблення проєкту, так і етап його реалізації. При екологічній оцінці враховують потенційні впливи запланованих проєктних заходів на навколишнє середовище і оцінка їх значущості, що дозволить запобігти або мінімізувати негативні впливи проєктів. Серед основних факторів впливу найважливішими є показники забрудненості атмосферного повітря, ґрунтів, водоймищ промисловими викидами та відходами, а також показники освітленості, шуму, вібрацій на робочих місцях тощо.

Економічна оцінка є завершальним етапом комплексної оцінки ефективності запропонованих проєктних рішень. Її завдання полягає в отриманні економічних показників проєкту на основі визначених техніко-технологічних показників, а також у встановленні, наскільки прийняті у проєкті інженерні рішення будуть економічно виправдані у сучасних економічних і виробничих умовах.

Для розрахунку показників ефективності можуть використовуватись однакові формули, але значення вихідних показників для розрахунків істотно відрізнятимуться. Залежно від тривалості циклу проєкту оцінка показників ефективності може бути різною. Показники загальної ефективності можуть розраховуватися не лише на весь цикл проєкту, а й на місяць, квартал, рік.

Для оцінки ефективності проєкту застосовують дві групи методів:

- формальні (передбачають використання математичного апарату для розрахунку показників);
- неформальні (евристичні підходи – рейтинг, рівень готовності управлінського персоналу до реалізації проєкту, рівень розвитку інфраструктури, що забезпечує реалізацію проєкту).

Розрізняють три основні методи визначення ефективності проєктів на початкових етапах проведення технічного аналізу. Вони не враховують фактор часу або враховують його не повністю:

- порівняння витрат;
- порівняння прибутку;
- порівняння рентабельності, до якого відноситься як спеціальний випадок статистичний метод окупності (pay-back).

До найпростіших показників ефективності проєктів, які застосовуються при проведенні технічного аналізу відносять:

- капіталовіддачу (річні продажі, поділені на капітальні витрати);
- оборотність товарних запасів (річні продажі, поділені на середньорічний обсяг товарних запасів);
- працевіддачу (річні продажі, поділені на середньорічну кількість зайнятих робітників і службовців).

Однак, ці показники відносяться до числа показників моментного статичного ряду і не враховують динамічних процесів у їх взаємозв'язку.

Для оцінки ефективності проєктів доцільніше використовувати показники, які дають змогу розрахувати значення критеріїв ефективності проєктів, беручи до уваги комплексну оцінку вигід і витрат, зміну вартості грошей у часі та інші чинники. Правильне визначення обсягу початкових витрат на проєкт є запорукою якості розрахунків окупності проєкту.

Загальна схема виконання техніко-економічного обґрунтування полягає у проходженні низки послідовних етапів, починаючи з першого етапу проєктного рішення, де визначається напрям основних заходів у запропонованому проєкті (рис. 2.1).

Грунтуючись на обраному напрямку інженерного впливу та рекомендаціях, описаних у п. 1.3, на другому етапі визначається рівень виробництва та відбувається оцінка ефективності проєктних заходів (табл. 2.1). Особливість конструктивних рішень полягає у тому, що основними економічними показниками завжди є річна економія, коефіцієнт ефективності капіталовкладень, термін окупності. Відповідно такі інженерні рішення відносяться до виробничого рівня, де розглядаються окремі заходи, пов'язані з впровадженням нових або вдосконаленням існуючих знарядь праці (технічних, технологічних, інженерних).

Завдання заключного етапу зводиться до формування схеми розрахунку визначення основних показників ефективності прийнятих проєкті рішень. На кожному рівні оцінки, починаючи з технічного, далі технологічного та економічного, розглядаються зміни, які можуть відбутися в результаті реалізації проєктних рішень. Тут же здійснюється підбір показників, які відображають сутність змін на відповідному рівні оцінки. Складним моментом є логічна ув'язка змін (показників) одного рівня із похідними змінами (показниками) іншого рівня, а також встановлення критеріїв ефективності технічного, технологічного та економічного рівня. Одним із методичних прийомів, які полегшують формування схеми розрахунку, є встановлення факторного взаємозв'язку між показниками технічного, технологічного та економічного рівня. Наприклад, у проєкті з раціонального вибору верстата для виконання заданого обсягу робіт основним критерієм ефективності є величина витрат на одиницю виконаної роботи за відповідного рівня якості (рис. 2.2).

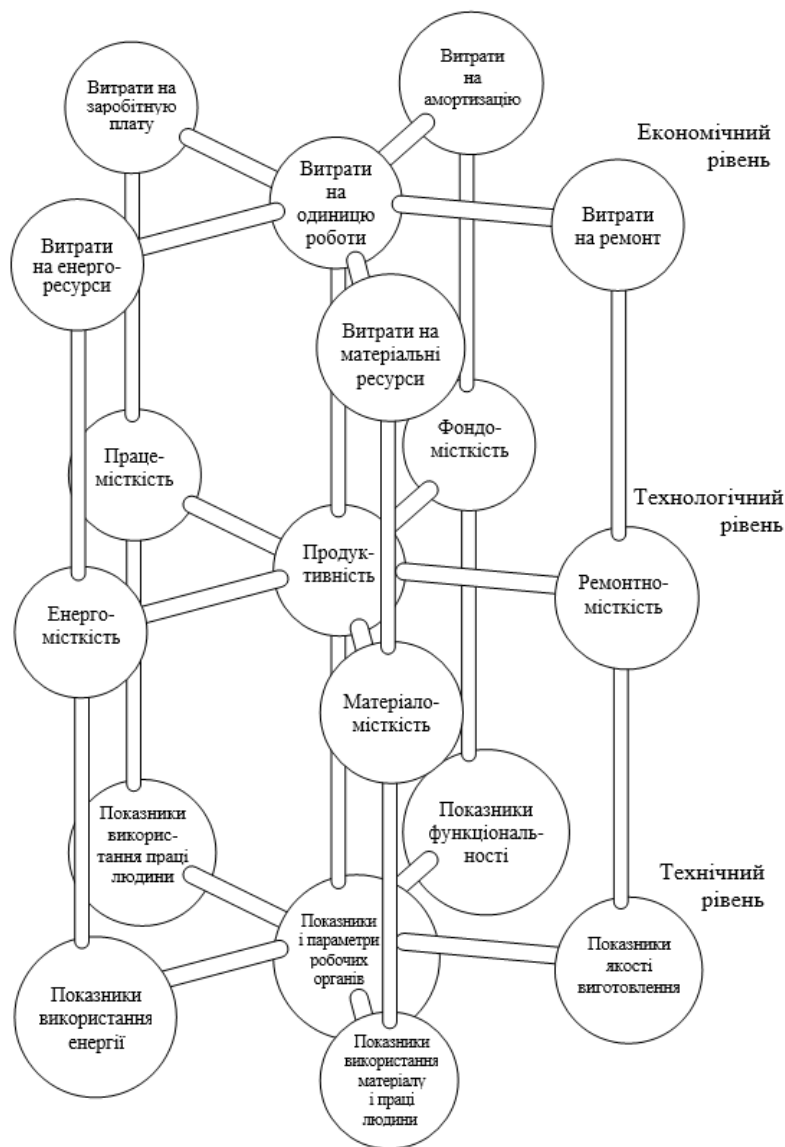


Рисунок 2.2. Схема факторного взаємозв'язку параметрів верстату з оціночним показником ефективності його використання

Мінімальне його значення є визначальним при виборі верстату. Однак, перш, ніж визначити цей показник, необхідно спочатку на технічному рівні оцінити відповідність показників верстату вимогам, які висуваються. Сюди можна зарахувати:

- показники якості виготовлення машини – напрацювання на відмову, міжремонтний час, термін служби тощо;
- показники використання матеріалів;
- показники використання енергії;
- показники використання праці робітників;
- ергономічні показники (зручність, комфорт, стомлюваність) тощо;
- показники функціональності обладнання.

Як основний критерій оцінки машини на технічному рівні можна вибрати показники та параметри робочих органів.

Визначивши показники технічного рівня і оцінивши відповідну ефективність верстату, зіставляючи отримані показники з базовими, можна зробити проміжний висновок про її ефективність на даному рівні. Далі потрібно підібрати показники технологічного рівня. При цьому слід пам'ятати, що вибрані показники технологічного рівня взаємопов'язані з відповідними показниками технічного рівня. У проаналізованому прикладі, маючи кращі показники якості виготовлення верстату, отримаємо відповідне поліпшення показників, що характеризують ремонтномісткість на технологічному рівні (коефіцієнт готовності); показники використання матеріалів та енергії вплинуть на матеріаломісткість та енергомісткість; показники використання праці робітника змінять працемісткість або продуктивність праці; кращі показники функціональності машини сприяють її подорожчання, отже, більшу величину показника фондомісткості. Однак, щоб досягти максимальної ефективності на технологічному рівні, необхідно мати найбільшу продуктивність верстата при виконанні відповідних технічних та інших вимог технологічного рівня, які залежать від показників та параметрів робочих органів верстату.

Обчисливши показники технологічного рівня, необхідно зіставити їх із аналогічними показниками базового верстату. При цьому оцінюється абсолютне та відносне перевищення порівнюваних показників, за значеннями яких робиться відповідний висновок про техніко-технологічну ефективність спроектованого верстату.

У висновку проводиться розрахунок економічних показників ефективності прийнятих рішень. І тому визначаються відповідні показники виробничих витрат, обчислюється критерій економічної ефективності – витрати на одиницю виконаної роботи (рис. 3), далі зіставивши його з аналогічним показником базового верстату можна визначити річну економію. Віднісши

отримане значення до величини відповідних капіталовкладень, розрахуємо коефіцієнт ефективності капіталовкладень. Взявши обернену величину коефіцієнта ефективності капіталовкладень, обчислимо термін окупності капіталовкладень.

Термін окупності – це час, протягом якого грошовий потік, одержаний інвестором від втілення проєкту, досягає величини вкладених у проєкт фінансових ресурсів. У господарській практиці його можуть визначати без урахування необхідності грошових потоків у часі або з урахуванням такої необхідності. Термін окупності проєкту – Payback Period (PBP) використовується переважно в промисловості. Це один із найбільш часто вживаних показників оцінки ефективності капітальних вкладень в проєкти.

Варто зазначити, що на відміну від показників, які використовуються у вітчизняній практиці, показник “термін окупності капітальних вкладень в проєктні рішення” базується не на прибутку, а на грошовому потоці з приведенням коштів, які інвестуються в інновації та суми грошового потоку до теперішньої вартості. Критерій прямо пов’язаний із відшкодуванням капітальних витрат у найкоротший період часу і не сприяє тим проєктам, які дають великі вигоди лише згодом. Він не може слугувати за міру прибутковості, оскільки грошові потоки після терміну окупності не враховуються.

Для обґрунтування економічної ефективності проєкту у проаналізованому прикладі, необхідно зіставити отримане значення коефіцієнта ефективності капіталовкладень з нормативною величиною (0,2...0,25) й у разі потрапляння у цей діапазон, чи перевищення його, можна говорити про економічну ефективність проєкту. При цьому як додаткові аргументи використовуються показники технічної, технологічної та інших вироблених оцінок.

Застосування факторної схеми щодо показників ефективності проєкту підвищує наочність проведених розрахунків, дозволяє оцінити логіку обчислювальних процедур і обґрунтованість обраних показників. При побудові самої схеми можна використовувати різні геометричні фігури, головне дотриматися послідовності рівнів, які розглядаються, а також логічний зв’язок між ними. При розгляді конкретних проєктів, бажано уникати абстрактних показників, наприклад, показників використання матеріалів. Бажано в схемі вказувати показники, які характеризують конкретний проєкт, наприклад, питому або годинну витрати енергії тощо.

Методики визначення відповідних показників оцінки ефективності проєктних заходів розглянуто в наступних темах.

Питання для самоперевірки:

1. Рівні оцінки техніко-економічного обґрунтування ефективності проектних інженерних рішень.
2. Вимоги, що висуваються до обґрунтування ефективності проектів у процесі проектування.
3. Завдання техніко-економічного обґрунтування ефективності проектних рішень.
4. Елементи проектних рішень, які підлягають техніко-економічному обґрунтуванню ефективності.
5. Фактори, які зумовлюють підвищення ефективності виробництва.
6. Групи завдань, які вирішуються з метою підвищення економічної ефективності виробництва.
7. Класифікаційна схема основних заходів, які застосовуються в інженерних проектах.
8. Результати інженерного впливу на підвищення ефективності.
9. Види ефективності проектних рішень.
10. Народногосподарська (галузева) ефективність, її показники.
11. Ефективність підприємств та об'єднань та її показники.
12. Ефективність окремої технології виробництва, її показники.
13. Оцінка абсолютної ефективності проектних рішень.
14. Оцінка порівняльної ефективності проектних рішень.
15. Основні принципи оцінки ефективності проектних рішень.
16. Принцип багатокритеріальності обґрунтування ефективності проектних рішень.
17. Принцип багатоетапності оцінки ефективності проектних рішень.
18. Загальна схема техніко-економічного обґрунтування ефективності проектного рішення.
19. Показники технічної оцінки ефективності проектного рішення.
20. Показники технологічної оцінки ефективності проектного рішення.
21. Показники економічної оцінки ефективності проектів.
22. Показники соціальної та екологічної оцінки ефективності.
23. Методи оцінки ефективності проектних рішень.
24. Методичні прийоми формування схем розрахунку ефективності проектних рішень.
25. Послідовність розрахунку ефективності проектних рішень.

Тема 3. Показники ефективності інженерних рішень

3.1. Особливості визначення ефективності інженерних рішень в машинобудуванні.

3.2. Показники ефективності інженерних рішень, їх класифікація.

3.2.1. Регламентовані показники.

3.2.2. Функціональні показники.

3.2.3. Організаційні показники.

3.3. Тотожність варіантів порівняння.

3.4. Працемісткість.

3.5. Технологічність конструкції.

3.1. Особливості визначення ефективності інженерних рішень в машинобудуванні

В процесі обґрунтування ефективності інженерних рішень в машинобудуванні необхідно враховувати сучасні тенденції машинобудівного виробництва:

- безперервне розширення номенклатури машин і продукції, що виготовляються;
- підвищення частоти замін виготовлених виробів досконалішими, що вимагає скорочення термінів на підготовку і освоєння нової продукції;
- безперервне підвищення технічного рівня нових виробів (точність, швидкохідність, продуктивність, надійність тощо);
- використання нових матеріалів;
- розширення областей використання комп'ютерних технологій для автоматизованого виробництва, рішення завдань управління, підготовки виробництва;
- посилення конкуренції, що вимагає випуску продукції високої якості при раціональному рівні витрат.

Інженерні рішення в машинобудуванні відрізняються великою різноманітністю. Це визначається різною природою об'єктів, завданнями на проєктування, варіантами конструктивних рішень і методів виготовлення складових елементів виробів. Наприклад, задачу отримання наскрізних і глухих отворів можна виконати за допомогою застосування більше десяти різних інструментів, а використання їх в сукупності дає більше 20 схем оброблення.

Тому завдання техніко-економічного обґрунтування ефективності полягає у виборі з усіх можливих технічних рішень найраціональнішого.

Складність завдань техніко-економічного обґрунтування ефективності полягає в різноманітності параметрів, які необхідно забезпечити для об'єктів машинобудування, а також у браку інформації, особливо на попередніх етапах

проектування. Крім того, неминучими є зворотні зв'язки впродовж усіх етапів життєвого циклу продукції, коли уточнюються параметри виробу, удосконалюються технологічні процеси з метою зменшення працемісткості й собівартості, враховуються запити споживачів.

Важливо відмітити, що на етапах розроблення виробів і технологічних процесів витрачається невелика частка засобів, але багато в чому визначаються подальші витрати на виробництво і використання об'єктів машинобудування.

До об'єктів прийняття інженерних рішень відносять:

- машини (технологічне устаткування, оснащення);
- технологічні процеси;
- виробничі системи.

Основна увага приділяється технологічним процесам, які є основою для проектування виробничих систем. Крім того, вони визначають ефективність використання технологічного устаткування і інших засобів оснащення.

Об'єктивна необхідність в нових розробленнях визначається рядом вимог:

- заміна морально та фізично застарілої техніки;
- посилення конкуренції і внаслідок цього підвищення вимог до якості продукції, витрат виробництва, гнучкості виробничих систем;
- розвиток науково-технічного прогресу.

3.2. Показники ефективності інженерних рішень, їх класифікація

Використання показників ефективності технічних об'єктів або технологічних процесів здійснюється у двох напрямках:

1. Застосування комплексної оцінки на базі відносних показників із урахуванням вагомості (значущості) параметрів об'єкту.

2. Визначення екстремального значення ведучого (провідного) параметру об'єкту, наприклад, за витратами, прибутком, продуктивністю, а інші показники мають бути обмежені за своїми значеннями.

Перший метод є менш логічнішим, оскільки включає суб'єктивні експертні оцінки значущості та вагомості показників ефективності об'єкту, тому в літературі рекомендується використовувати другий спосіб вибору рішення.

При порівнянні інженерних рішень для вибору раціонального рішення використовують в комплексі три групи показників: технічні; організаційні; економічні. Технічні показники об'єктів машинобудування відповідно до Держстандарту можна поділити на дві групи – регламентовані та функціональні.

Завданням розробників є створення технічного об'єкту або процесу заданого функціонального призначення, що задовольняє вимогам певного сегменту ринку (вимогам конкретних споживачів) і що відповідає заданим умовам експлуатації. Отже, виріб повинен мати певні властивості.

Властивість – об’єктивна особливість виробу, яка може проявлятися при його створенні або експлуатації. Існують властивості, які характеризують виріб як об’єкт проектування (наприклад, конструктивна спадковість, новизна, складність, патентна чистота тощо), як об’єкт виробництва (матеріаломісткість, працемісткість тощо), як об’єкт експлуатації (продуктивність, потужність, швидкість тощо). Сукупність цих властивостей, зумовлюючих придатність до задоволення певних потреб, формує якість виробу. Показник якості – кількісна характеристика однієї з властивостей.

Таким чином, показниками ефективності можуть бути будь-які показники або параметри виробу, які визначають рівень задоволення певних потреб, тобто рівень якості. Найпоширенішу класифікацію показників представлено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1. Класифікація показників ефективності виробів

<i>Ознака класифікації</i>	<i>Показники ефективності</i>
Характеризуючі властивості	призначення, надійності, технологічності, ергономічності, естетичні, екологічні, стандартизації й уніфікації, безпеки, транспортні, патентно-правові
Одиниці виміру	натуральні, вартісні
Кількість характеризуючих властивостей	одиничні (часткові), комплексні (узагальнені)
Форма використання	абсолютні, відносні
Характер отримання	задані (регламентовані), вибрані або призначені, розрахункові, прогнозовані

Відносні показники якості використовуються в двох різновидах:

- у вигляді відношення між різними абсолютними показниками одного виробу (наприклад, експлуатаційні витрати на одиницю потужності або продуктивності); такі показники називаються питомими, або витратними;
- у вигляді відношення абсолютних показників проєктного виробу до тих же абсолютних показників виробу, прийнятого за базу для порівняння.

Одиничні показники відносяться лише до однієї з властивостей, комплексні служать для оцінки виробу за декількома найважливішими властивостями.

Технічний рівень виробу – це відносна характеристика якості, яка ґрунтується на зіставленні значень ряду показників, що визначають технічну досконалість оцінюваного виробу з базовими значеннями.

В якості базових при цьому використовують показники перспективних виробів або кращих зразків вітчизняної або зарубіжної техніки, аналогічної за функціональним призначенням і умовами експлуатації.

Порівнювати різні варіанти розроблюваної техніки, які відрізняються безліччю показників, що по-різному впливають на технічний рівень, дуже складно. Тому прагнуть використати узагальнений показник у вигляді головного або середньозваженого.

Основний показник відображає, як правило, основне призначення виробу. Бажано, щоб він був представлений у вигляді функціональної залежності від інших одиничних показників. Якщо функціональної залежності не існує, можна оцінювати технічний рівень лише за головним показником, а інші враховувати у вигляді обмежень.

Типова структура техніко-економічного обґрунтування ефективності проєктних технологій та пов'язаними із ними інженерних рішень передбачає:

- опис потреби в збільшенні потужностей виробництва, зміни технології або схеми виробництва;
- обґрунтування вибору технології, устаткування, схеми виробництва, будівельні рішення;
- розрахунки потреб виробництва у сировині, матеріалах, енергетичних і трудових ресурсах;
- економічні розрахунки ефективності за проєктом;
- висновки і пропозиції, в яких наводиться загальна оцінка економічної доцільності і перспектив впровадження проєкту.

Відмінність оцінки ефективності від бізнес-плану проєктних інженерних рішень полягає в тому, що:

- як правило, оцінка ефективності складається для проєктів щодо впровадження нових технологій, процесів і устаткування на діючому підприємстві, тому аналіз ринку, маркетингова стратегія, опис підприємства і продукту, а також аналіз ризиків можуть бути відсутні;
- в обґрунтуванні ефективності обов'язково наводиться інформація про причини вибору певних технологій виробництва та інших техніко-технологічних рішень, прийнятих в проєкті, а також результати від їх впровадження та економічні розрахунки ефективності.

Ефективність нової техніки досить важко виразити узагальнюючим показником, оскільки технічний прогрес, як правило, викликає багатоаспектний ефект. З цієї причини для визначення економічної ефективності нової техніки та технології рекомендується використовувати систему показників.

До складу такої системи показників входять:

1) вартісні показники:

- загальний обсяг та питомі капітальні вкладення (на одиницю продукції або потужності обладнання), необхідні для здійснення передбачених заходів;

- собівартість одиниці продукції до та після впровадження техніки та річна економія від зниження собівартості;

- додатковий прибуток, що утворюється за рахунок скорочення витрат на утримання та експлуатацію обладнання, загальноцехових, загальнозаводських і позавиробничих витрат;

- термін окупності капітальних вкладень в нову техніку;

- коефіцієнт ефективності інвестицій;

2) трудові показники:

- працемісткість виробів до та після впровадження нової техніки та технології;

- скорочення потреби в робочій силі;

- підвищення продуктивності праці;

3) натуральні показники:

- обсяг додаткового випуску продукції;

- питомі витрати сировини, матеріалів, палива, енергії;

- терміни проведення заходів (або тривалість будівництва);

- вихід продукції у розрахунку на 1 м² виробничої площі та ін.

Крім того, для обґрунтування техніко-економічної ефективності проектних рішень можуть використовуватися показники якості продукції, поліпшення умов праці та підвищення її безпеки.

У зв'язку з тим, що показники ефективності виробничих систем тісно пов'язані з структурою і параметрами технічних складових, технологією і організацією процесів, соціально-економічними факторами виникає необхідність проведення комплексного техніко-економічного аналізу їх ефективності.

В умовах ринкових відносин і економічного механізму господарювання роль такого аналізу значно зросла, бо він дозволяє виявити ефективність впровадження нової техніки і технологій, організації робіт і управління виробничими процесами, виявити резерви виробництва, визначити напрямки вдосконалення технічних і виробничих систем.

3.2.1. Регламентовані показники

До регламентованих показників ефективності об'єктів машинобудування відносяться нижченаведені.

Показники безпеки є суттєвими для продукції, де відмови в роботі загрожують життю і здоров'ю людини. В цьому випадку продукція піддається обов'язковій сертифікації. Перелік такої продукції визначається постановами Уряду України.

Надійність є однією з найважливіших властивостей продукції. Причому, чим відповідальніша продукція, тим вище вимоги до її надійності.

Надійність – це властивість об'єкту зберігати працездатний стан при заданих режимах і умовах застосування. Іншими словами, надійність – це комплексна властивість і визначається такими показниками: безвідмовністю, довговічністю, ремонтпридатністю, збереженістю під час транспортування і зберігання.

Безвідмовність – це властивість об'єкту зберігати працездатний (безвідмовний) стан впродовж деякого часу або обсягу виконаної роботи. До показників безвідмовності відносяться: вірогідність безвідмовної роботи, середнє напрацювання на відмову, інтенсивність відмов.

Довговічність – це властивість виробу зберігати працездатний стан до настання граничного стану. Показники: термін служби, ресурс до списання, ресурс до капітального ремонту.

Ремонтпридатність визначає можливості об'єкту до попередження і виявлення відмов, а також відновлення працездатного стану шляхом технічного обслуговування і ремонтів. Показники: працемісткість ремонтів, вірогідність відновлення, коефіцієнт готовності об'єкту.

Збереженість – це властивість об'єкту зберігати основні показники надійності протягом і після зберігання, транспортування.

Екологічні показники і їх управління повинні обмежувати доступ в довкілля промислових і інших відходів і викидів. Ці показники акцентують увагу на обмеженість природних ресурсів і використання ресурсозберігаючих технологій.

Ергономічність характеризує зручність об'єкту, процесу роботи для людини. Причому, зручним і комфортним має бути середовище використання, наприклад, кабіна літака з органами управління, робоче місце, приміщення цеху тощо.

Естетичні показники характеризують інформаційну виразність, раціональність форми, цілісність композиції, досконалість виконання.

Патентно-правові показники визначають міру новизни об'єкту, його правовий захист. Є істотним чинником для оцінки конкурентоспроможності нових розроблень.

Наведений перелік регламентованих показників не є обов'язковим для усіх об'єктів, які підлягають аналізу ефективності. Явно не застосовуються

естетичні показники для технологічних процесів, що розробляються, але вони повинні враховуватися при проектуванні нових машин, при створенні та реконструкції виробничих систем.

Безпека технологічних процесів нерідко може змінити підхід до їх проектування та побудови. Наприклад, наприкінці минулого століття в Канаді під тиском профспілок було заборонено використання ручної праці при подачі матеріалу на швидкохідних операціях листового штампування внаслідок частих травм і нещасних випадків.

Технологічні процеси виготовлення низки деталей газотурбінної техніки (диски, вали, лопатки) знаходяться під підвищеним контролем. Окрім суцільного (100%) контролю, часто використовують методи для виявлення прихованих дефектів – магнітний, ультразвуковий контроль.

3.2.2. Функціональні показники

Функціональні показники характеризують споживчі властивості об'єктів, тобто визначаються їх призначенням. Це дає велику різноманітність можливих технічних характеристик.

Для машин, що розробляються, до провідних показників ефективності можна віднести продуктивність, обсяг виконаної роботи, потужність, матеріаломісткість тощо.

Для технологічного устаткування можна визначити наступні технічні параметри, що визначають вибір того або іншого засобу:

- група верстатів;
- типорозмір (розмір робочої зони, характерні групи деталей);
- точність;
- інструментальне забезпечення (номенклатура можливих інструментів, розмірні характеристики, точність, способи зміни і налагодження інструменту);
- ступінь універсальності;
- кінематичні характеристики;
- потужність головного приводу і приводу подачі;
- ступінь автоматизації;
- технологічність конструкції;
- довговічність;
- ремонтпридатність;
- маса;
- площа, яку займає верстат.

Виробничі системи визначаються галузевою приналежністю, характеристиками продукції, включно обсяг виробництва. Важливе значення має розмір виробничої системи, якість продукції і її конкурентоспроможність.

Досить складно визначити набір показників, якими визначається той або інший технологічний процес, оскільки кожен процес характеризується певною структурою, набором технологічних операцій, переходів тощо. Для їх опису можна враховувати типові для показники для різних методів оброблення:

- кількість операцій;
- максимальну точність розмірів, форм і розташування поверхонь;
- вимоги до якості поверхневого шару;
- коефіцієнт використання матеріалів;
- продуктивність;
- працемісткість.

Останній параметр є одним із найважливіших у порівнянні альтернативних інженерних рішень та вибору ефективнішого технологічного процесу. Комплексним показником для оцінки ефективності розроблених технологій є технологічність конструкції виробу.

Серед різноманітних і нерідко суперечливих вимог до технологічних процесів (продуктивність – точність) необхідно виділити слабо формалізований принцип відповідності між вимогами робочої документації, типом виробництва і розробленим технологічним процесом. Цей принцип вимагає розгляду ряду організаційних показників.

Зрозуміло, що рівень опрацювання, якість технологічної документації, а на виході стабільність і продуктивність технологічних процесів збільшуватимуться в напрямку від одиничного до масового типу виробництва.

3.2.3. Організаційні показники

Використовувані або такі, що розробляються, технічні засоби та технологічні процеси в основному визначаються типом виробництва (табл. 3.2). На попередніх етапах проектування для оцінки типу виробництва можна використати або заводські дані, або застосувати рекомендації, подані в літературних джерелах.

Таблиця 3.2. Кількість оброблюваних деталей одного типорозміру залежно від типу виробництва

Тип виробництва	Кількість оброблюваних деталей одного типорозміру на рік		
	крупні (важкі)	середні	малі (легкі)
Одиничне	до 5	до 10	до 100
Серійне	5 – 1000	10 – 5000	100 – 50000
Масове	більше 1000	більше 5000	більше 50000

В процесі розроблення й нормування ефективного технологічного процесу необхідно уточнити тип виробництва за величиною коефіцієнта закріплення операцій – K_{zo} , як відношення кількості різних детале-операцій до кількості робочих місць.

Причому розрахунок K_{zo} здійснюється для однієї зміни протягом місяця. Нагадаємо, що для дрібносерійного виробництва K_{zo} дорівнює від 20 до 40 включно, для середньосерійного – від 10 до 20 включно, для крупносерійного – від 1 до 10 включно, для масового виробництва K_{zo} дорівнює одиниці.

Інші організаційні параметри повинні встановити можливість виготовлення необхідної продукції в необхідному обсязі у встановлені терміни при існуючій або наміченій структурі дільниць і цехів підприємства. Організаційні параметри повинні фіксувати можливість прискорення виробництва, повного використання виробничих потужностей.

До таких показників можна віднести час підготовки і освоєння нової продукції, коефіцієнти завантаження устаткування, тривалість виробничого циклу, рівень або ступінь паралельності процесів.

Економічні критерії, як і технічні, не є універсальними, але саме на базі цих показників здійснюється економічний висновок про ефективність варіанту об'єкту в машинобудуванні.

Для технологічного устаткування важливими економічними показниками ефективності є: ціна, експлуатаційні витрати, корисна віддача. Ціна устаткування і експлуатаційні витрати складають ціну споживання, яка якнайповніше відображає витрати споживача.

Технологічні процеси дуже часто оцінюють за собівартістю, тобто поточним витратам на реалізацію ТП. При різних капітальних вкладеннях можливе застосування показника приведених витрат:

$$З = C + EK, \quad (3.1)$$

де C – собівартість,

K – капітальні вкладення;

E – коефіцієнт окупності капітальних вкладень.

Цей метод оцінки відноситься до традиційних, але має обмеження. Він не відображає динаміку зміни вартості засобів в часі, тому його нерідко називають статичним показником. Певні труднощі складає оцінка величини E – коефіцієнта окупності капітальних вкладень. Він може змінюватися від галузі до галузі, навіть в умовах одного підприємства ця величина може бути різною. Тому цей показник відносять до наближених. Для технічних систем набір можливих економічних показників ефективності ще більший: виручка, прибутковість, рентабельність продукції (витрат) і основного капіталу, ефективність інвестицій тощо.

Виручка – основне джерело формування власних фінансових ресурсів підприємства.

Виручка від реалізації продукції є основним джерелом відшкодування витрачених на виробництво продукції засобів, формування фондів грошових коштів. Її своєчасне вливання забезпечує безперервність обігу засобів, безперебійність виробничого процесу. Несвоєчасне поступлення виручки тягне за собою простої у виробництві, зниження прибутку, порушення договірних зобов'язань.

Дохід – це засоби в грошовій та натуральній формі, отримані в результаті господарської і фінансової діяльності окремих осіб, підприємства і держави.

Валовий дохід – це результат виробничо-господарської діяльності, що отримується як різниця між вартістю реалізованої продукції і виробничими витратами, за мінусом коштів на оплату праці.

Прибуток – кінцевий фінансовий результат діяльності підприємства, перевищення виручки від продажу продукції над витратами на виробництво і продаж цієї продукції.

Розрізняють:

- балансовий прибуток (валовий) – загальна сума прибутку за певний період, що відображається у бухгалтерському балансі; це сума прибутку (збитку) від реалізації продукції, фінансової діяльності і доходів підприємства, від інших позареалізаційних операцій, зменшених на суму витрат за цими операціями;

- чистий прибуток – прибуток, що залишається у розпорядженні підприємства після сплати податків, відрахувань, обов'язкових платежів.

Рентабельність – один із основних вартісних якісних показників ефективності (прибутковості, доходності) виробництва на підприємстві, який характеризує рівень віддачі витрат і міру використання засобів в процесі виробництва та реалізації продукції. Визначається як частка від ділення прибутку на витрати, витрату ресурсів, які забезпечують отримання прибутку.

Розрізняють наступні види рентабельності при визначенні ефективності інженерних рішень:

- загальна рентабельність – характеризує ефективність використання виробничих фондів; це відношення балансового прибутку до середньої вартості виробничих фондів;

- рентабельність продукції – відношення прибутку від реалізації продукції до повної її собівартості, визначається у відсотках.

Аналіз показує, що для технічних об'єктів машинобудування відносно загальними та важливими показниками є:

- працемісткість;
- технологічність;
- собівартість;

– ефективність капітальних вкладень.

Значна частина показників ефективності може бути виражена в абсолютній величині, але іноді зручніше використати і відносні (питомі) показники. Наприклад, матеріаломісткість (кг/кВт); ефективність (корисна віддача/витрати) тощо.

Окрім кількісних показників використовують і якісні на рівні оцінок – «добре – погано», «технологічно – не технологічно». Такі оцінки іноді об’єктивно необхідні у випадках, коли складно формалізувати рішення.

Велика частина показників ефективності відносяться до часткових, на базі яких дуже складно робити остаточні рішення. Такі величини, як ціна споживання, собівартість, приведені витрати відносяться до загальних.

Зважаючи на поступове збільшення обсягу інформації про об’єкти машинобудування, показники ефективності носять характер попередніх (наближених) і точних (остаточних).

3.3. Тотожність варіантів порівняння

Для аналізу варіантів технічних рішень для об’єктів машинобудування за технологічними і організаційними параметрами необхідно привести вказані варіанти до порівнянного виду. Це відповідно забезпечується, коли для кожного з варіантів однакові такі показники, як склад продукції, її якість, річний обсяг виробництва. При тотожності цих показників відмінність між варіантами буде визначатися величиною витрат.

Для того, щоб добитися порівнянності варіантів, необхідно у ряді випадків планувати додаткове устаткування, процеси.

Наприклад, в результаті модернізації технологічного устаткування збільшена його продуктивність в X разів. Тоді при порівнянні нового варіанту враховуватиметься один новий верстат, а по базовому варіанту необхідно врахувати витрати на X старих верстатів.

Найскладніше привести варіанти до тотожності у випадку підвищення якості окремих деталей, вузлів, виробу в цілому. Це вимагає додаткових витрат і нерідко призводить до зростання собівартості. В цьому випадку можливі різні рішення.

Підвищення якості дозволяє збільшити ціну продукції та величину прибутку. Якщо зростання якості приводить до збільшення довговічності, зменшення витрат споживача на ремонт і зміст виробу, то ефективність слід шукати в зниженні експлуатаційних витрат.

У ряді випадків для порівняння варіантів необхідно передбачити додаткові операції по базовому варіанту, які привели б їх у відповідність за якістю. Наприклад, включення доводочних методів, операцій контролю для розбраковування. Для зниження рівня браку необхідно приймати по базовому варіанту збільшені капітальні та поточні витрати на додатковий випуск продукції.

3.4. Працемісткість

Працемісткість визначається кількістю живої праці, витраченої на виконання певного обсягу робіт:

$$T_i = \frac{t_i \cdot b_o}{k_{\text{вн}}}; \quad (3.2)$$

де t_i – норма часу на виконання i -ої операції,

$k_{\text{вн}}$ – коефіцієнт виконання норм часу,

b_o – коефіцієнт обслуговування.

При $b_o = 1$ один робітник обслуговує устаткування i , якщо $k_{\text{вн}} = 1$, то останнє рівняння визначає верстатомісткість (машиномісткість) цієї операції. Цей показник використовується для розрахунку необхідної кількості устаткування.

У випадку застосування бригадного обслуговування устаткування, а це часто зустрічається в ливарних процесах і обслуговуванні ковальсько-пресового устаткування, показник b_o набуває значення, яке дорівнює кількості працівників у бригаді.

Для багатоверстатного обслуговування цей показник визначається відношенням – один оператор до числа обслуговуваних машин (верстатів). Таким чином працемісткість може бути більшою, меншою або рівною верстатомісткості.

Норма часу при розрахунковому методі її визначення має вигляд:

$$\begin{aligned} T_{\text{шк}} &= T_{\text{шт}} + T_{\text{пз}} / n; \\ T_{\text{шт}} &= T_o + T_{\text{доп}} + T_{\text{об}} + T_{\text{відп}} \end{aligned} \quad (3.3)$$

де $T_{\text{шк}}$ – штучно-калькуляційний час,

$T_{\text{пз}}$ – підготовчо-заключний час,

n – розмір партії деталей,

T_o – основний технологічний час на зміни форми і/або стану деталей (складальних одиниць),

$T_{\text{доп}}$ – допоміжний час,

$T_{\text{об}}$ – час обслуговування, який складається з часу технічного та організаційного обслуговування,

$T_{\text{відп}}$ – час на відпочинок і на особисті потреби.

Основний і допоміжний час витрачається на кожну деталь, що визначає оперативний час $T_{\text{оп}}$.

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_{\text{доп}}. \quad (3.4)$$

3.5. Технологічність конструкції

Технологічність конструкції є одним із комплексних показників для оцінки досконалості конструкції та її ефективності. Відпрацювання на технологічність повинна виконуватися на етапах конструкторської і технологічної підготовки виробництва та вирішувати наступні завдання:

- зниження працемісткості та собівартості виготовлення виробів;
- зниження працемісткості й вартості робіт з обслуговування виробів в процесі експлуатації, включно ремонт.

Забезпечення технологічності досягають використанням якісних і/або кількісних оцінок ефективності.

Якісні оцінки ґрунтуються на здоровому глузді, професіоналізмі, досвіді конструктора, технолога шляхом використання типових і прогресивних технологічних процесів, довідкової літератури. Наприклад, для виробів одиничного виробництва небажано проєктувати елементи, які вимагають використання спеціального інструменту. Або інший приклад, фаска на стержні з різьбленням необхідна з наступних причин:

- полегшує вхід інструменту;
- центрує стержень в процесі закручування;
- виключає появу дуже тонких витків на початку різьблення.

Кількісні показники технологічності конструкції визначені стандартами Єдиної системи технологічної підготовки виробництва. Загальна кількість комплексних і часткових показників перевищує 20, найважливіші з яких:

- працемісткість виготовлення;
- питома матеріаломісткість (відношення маси до основного вихідного показника машини);
- собівартість (технологічна, експлуатаційна);
- працемісткість і вартість обслуговування й ремонту;
- питомі показники працемісткості та собівартості;
- показники, що характеризують спадкоємність конструкції (коефіцієнти уніфікації, стандартизації, повторюваності).

Кількісні показники ефективності повинні визначатися при конструюванні виробів, але інформації для їх розрахунку на цьому етапі явно недостатньо. Тому вони не отримали широкого поширення на практиці. Ці показники в основному вже фіксують стан технологічності конструкції, коли виконано етапи розроблення технологічних процесів, виробництва і розпочалася експлуатація виробів. Для підвищення технологічності при розробленні складних проєктів нерідко створюють міжфункціональні групи, до яких залучають конструкторів, технологів, метрологів.

Питання для самоперевірки:

1. В чому полягає завдання техніко-економічного обґрунтування ефективності?
2. В яких напрямках здійснюється використання показників ефективності технічних об'єктів або технологічних процесів?
3. Які групи показників ефективності використовуються для вибору раціональних інженерних рішень?
4. Класифікація показників ефективності виробів.
5. Різновиди використання відносних показників ефективності.
6. Показники ефективності технічного рівня виробу.
7. Типова структура техніко-економічного обґрунтування ефективності проєктних технологій.
8. В чому полягає відмінність оцінки ефективності від бізнес-плану проєктних інженерних рішень?
9. Система показників ефективності нової техніки.
10. Вартісні показники системи ефективності нової техніки.
11. Трудові показники системи ефективності нової техніки.
12. Натуральні показники системи ефективності нової техніки.
13. Регламентовані показники ефективності технічних об'єктів.
14. Функціональні показники ефективності технічних об'єктів.
15. Комплексний показник ефективності нових технологій.
16. Організаційні показники ефективності інженерних рішень.
17. Економічні показники ефективності технологічного устаткування.
18. Економічні показники ефективності технічних систем.
19. Види прибутків, які враховуються в оцінці ефективності виробничих систем.
20. Види рентабельності, які визначаються для оцінки ефективності інженерних рішень.
21. В чому виражаються показники ефективності інженерних рішень?
22. Технологічність конструкції як комплексний показник оцінки досконалості конструкції та її ефективності.
23. Які завдання вирішуються відпрацюванням на технологічність конструкції за показниками ефективності?
24. Якісні показники ефективності технологічності конструкції.
25. Кількісні показники технологічності конструкції, які використовуються для оцінки ефективності?

Тема 4. Ефективність науково-дослідних робіт в інженерних рішеннях

4.1.Науково-технічна актуальність НДР.

4.2.Види ефективності НДР.

4.3.Методики та методи оцінки ефективності НДР.

4.4.Розрахунок витрат на проведення НДР.

4.5.Розрахунок науково-технічної ефективності НДР.

4.6.Ефективність науково-дослідної роботи студентів у вищих начальних закладах.

4.1. Науково-технічна актуальність НДР

Оцінка ефективності науково-дослідних і науково-технічних робіт має велике економічне та соціальне значення в суспільстві, оскільки підвищення ефективності науки є одним із головних чинників зростання продуктивності й економії усієї суспільної праці. Визначення ефективності НДР на різних рівнях суспільного виробництва дозволяє раціонально розподіляти обсяги фінансування, науковий потенціал, сприяє розвитку науково-технічного прогресу. Тому зрозуміло, що з переходом економіки України до ринкових відносин відбулися позитивні зміни у методологічних підходах до визначення ефективності НДР.

Основне завдання проведення науково-дослідних робіт в інженерних рішеннях – довести, що тема досліджень, яку опрацьовує дослідник, має, перш за все, наукову, технічну, а також економічну, соціальну або екологічну значущість і сприяє тим самим зростанню темпів науково-технічного прогресу в цілому. З цією метою розробник акцентує увагу на масштабах виробництва і використання продукції, на підвищенні якості або удосконалення виробництва, на що, відповідно, направлена відповідна тема науково-дослідної роботи.

У разі, коли дослідження має фундаментальний або фундаментально-пошуковий характер необхідно висвітлити науково-технічне значення даної сфери знань та перспективи, які розкривають доцільність проведення наукових досліджень. Всі викладки повинні опиратись на конкретні кількісні оцінки експлуатаційних та технологічних властивостей матеріалів та виробів, обсягів їх виробництва та використання, режимів технологічних процесів, ринкової вартості виробів та технологічних матеріалів, сировини, енергоресурсів тощо.

Оцінка ефективності науково-дослідних робіт призначена для розрахунку доцільності впровадження, виконання та реалізації наукових розроблень, як фундаментального, так і прикладного характеру (у вигляді проєктів) на всіх стадіях життєвого циклу наукових досліджень, проєктно-конструкторських розроблень, створення зразків, випробування та впровадження у виробництво.

Результати визначення ефективності науково-дослідних робіт і дослідно-конструкторських розроблень використовуються для досягнення наступних цілей:

- розширення теоретичних знань, одержання нових наукових даних про процеси, явища, закономірності, що існують у досліджуваній області, розроблення наукових основ, методів і принципів досліджень;
- вибір основних напрямків досліджень, розроблень і прогнозів ефективності від їх здійснення;
- визначення пріоритетності наукових напрямків у сфері фундаментальних і прикладних НДР;
- добір проєктів і завдань для включення в науково-технічні програми, у тому числі міждержавні, державні, міжгалузеві, галузеві, регіональні, міжрегіональні та інші програми розвитку;
- формування інноваційних програм і проєктів, визначення масштабів використання завершених розроблень у виробництві;
- раціонального розподілу ресурсів на усіх етапах життєвого циклу науково-дослідних робіт;
- визначення фактичної економічної ефективності використання науково-технічних розроблень у виробництві, у тому числі їх впливу на соціально-економічний стан виробничих суб'єктів і економіку країни;
- оцінки діяльності наукових, науково-дослідних і проєктних організацій;
- оцінки вартості переданої науково-технічної продукції.

4.2. Види ефективності НДР

Наука є найефективнішою сферою капіталовкладень. У світовій практиці заведено вважати, що прибуток від капіталовкладень у науку є набагато більшим, ніж прибуток у інших галузях економіки. За даними закордонних спеціалістів, на один долар витрат на науку прибуток на рік становить 4–7 доларів і більше. В Україні на 1 грн, що була витрачена на НДР та ДКР, прибуток також є досить великим і становить в середньому 3–8 грн.

Проте, про ефективність досліджень можна судити лише після їх успішного завершення та впровадження, тобто тоді, коли вони починають давати віддачу для національної економіки. Велику роль відіграє фактор часу. Тому час розроблення прикладних тем, за можливості, повинен бути найкоротшим. Найкращий термін – до трьох років. Для більшості досліджень ймовірність отримання ефекту в народному господарстві перевищує 80 %.

Економічний ефект від впровадження НДР розраховується за типовими методиками розрахунку ефекту від впровадження нововведень.

Оцінка ефективності НДР базується на визначенні економічної ефективності, яка має наступні види (рис. 4.1).

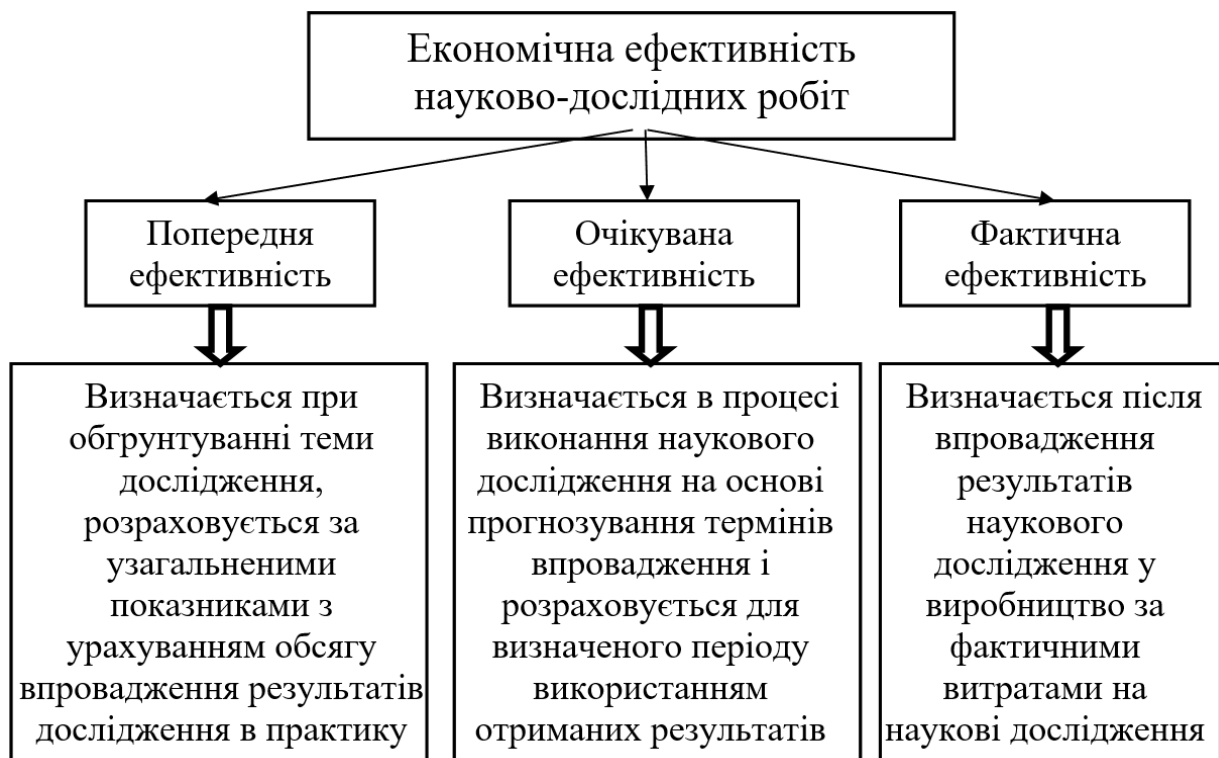


Рисунок 4.1. Види економічної ефективності НДР

Попередня економічна ефективність визначається при обґрунтуванні теми наукового дослідження та включення її до плану робіт. Її розрахунок виконується за укрупненими показниками з урахуванням обсягу впровадження результатів дослідження в практику роботи систем.

Очікувана економічна ефективність встановлюється в процесі виконання наукового дослідження на основі прогнозування термінів впровадження отриманих результатів у виробництво і розраховується для визначеного періоду використання отриманих результатів, який може становити один і більше років від моменту їх впровадження. Орієнтовно такий період становить до 10 років від початку впровадження для нових матеріалів та до 5 років для конструкцій, приладів, технологічних процесів. Очікуваний економічний ефект розраховують організації, які виконують наукові розроблення.

Фактична економічна ефективність підраховується після впровадження результатів наукового дослідження у виробництво, але не раніше ніж через 1 рік і носить досить конкретний характер. Розрахунок виконують за фактичними витратами на наукові дослідження та впровадження їх результатів з урахуванням конкретних вартісних показників галузі (підприємства, фірми), де були впроваджені наукові розроблення. Фактичну економічну ефективність розраховують підприємства, на яких здійснюється впровадження результатів НДР. Фактична економічна ефективність є найбільш достовірним критерієм економічної ефективності виконання НДР.

Крім економічної ефективності, для визначення доцільності проведення науково-дослідних робіт визначають економічний ефект НДР. У найзагальнішому випадку під ефектом розуміють результат зіставлення нового стану явища після досягнення продиктованих потребами суб'єкта цілей з якістю його початкового стану. Результатом НДР є досягнення наукового, науково-технічного, економічного, фінансово-економічного, соціального та екологічного ефектів.

Науковий ефект характеризується приростом кількості і якості інформації або суми знань у певній галузі науки.

Науково-технічний ефект пов'язаний з аналогічним приростом науково-технічної інформації і характеризує можливість використання результатів виконаних досліджень в інших НДР і ДКР, спрямованих на створення нової продукції або технології.

Економічний ефект відображає результат перевищення доходів від впровадження результатів НДР над витратами на їх здійснення.

Фінансово-економічний ефект разом з економічним ефектом передбачає поліпшення кінцевого стану організації щодо її фінансової стійкості, ліквідності, платоспроможності (поліпшення структури активів і пасивів, підвищення здатності розраховуватися за зобов'язаннями, приріст власного капіталу).

Соціальний ефект відображає поліпшення якості життя людей, що адекватно зростанню доходів працівників, забезпеченню їх зайнятості, підвищенню кваліфікації, поліпшенню умов праці, скороченню травматизму і кількості професійних захворювань, поліпшенню соціальної захищеності.

Екологічний ефект означає зниження антропогенного впливу на навколишнє природне середовище у результаті впровадження НДР.

Ефективність досліджень – це характеристика сукупності отриманих наукових, економічних і соціальних результатів. Зіставлення отриманих результатів з витратами на їх досягнення характеризує ефективність дослідження в цілому.

Критеріями ефективності наукових досліджень є такі:

- наукова значущість виконаної роботи;
- обсяг наукової продукції, який вимірюється загальною або середньою кількістю публікацій, що припадають на одного наукового співробітника, захищених дисертаційних робіт, завершених тем або зданих звітів тощо;
- економія суспільних витрат.

Під економічною ефективністю наукових досліджень у цілому розуміють зниження витрат суспільної та живої праці на виробництво продукції в галузі, де впроваджені закінчені науково-дослідні роботи та дослідно-конструкторські розроблення (НДР та ДКР).

Критеріями ефективності праці окремих науковців є такі: публікаційний (сумарна кількість друкованих публікацій, загальний їх обсяг у друкованих аркушах, кількість монографій, підручників, навчальних посібників); економічний

(показник продуктивності праці – вироблення в тис. грн кошторисної вартості науково-дослідних робіт); новизни розроблень (кількість авторських свідоцтв та патентів на винаходи); цитування робіт (кількість посилань на друковані праці науковця) тощо. За такими критеріями оцінки роботи науковців можна нормувати їх працю, окремо планувати завдання кожного працівника.

4.3. Методики та методи оцінки ефективності НДР

Методика оцінки ефективності залежить від виду наукових досліджень. Наукові дослідження поділяють на фундаментальні, пошукові та прикладні.

Основні відмінності та методологічні підходи оцінки ефективності наукових досліджень представлено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. Ефективність наукових досліджень за видами

<i>Види досліджень</i>	<i>Результати досліджень</i>	<i>Види ефекту</i>	<i>Методологічні підходи до розрахунку ефективності (фактори і методи)</i>
Фундаментальні	Експериментальні та теоретичні дослідження спрямовані на одержання нових знань без будь-якої конкретної цілі, пов'язаної з використанням цих знань	Науковий; соціальний	Швидкість поширення знань. Експертні методи
Прикладні	Роботи, спрямовані на одержання нових знань з метою практичного їх використання для розроблення технічних нововведень	Науковий, економічний, бюджетний, соціальний	Оцінка вхідних і вихідних грошових потоків від реалізації НДР. Дисконтовані критерії ефективності
Експериментальні розроблення	Систематична діяльність, що використовує одержані знання та практичний досвід для створення нових матеріалів, продуктів, апаратури тощо, нових методів, систем і послуг, а також удосконалення існуючих	Науково-технічний; економічний, соціальний	Глибина поширення знань, ідей і винаходів. Експертні методи. Оцінка можливих дисконтованих грошових потоків

Метою фундаментальних і частково прикладних досліджень не є одержання продукту, виробу або послуги, що можуть стати товаром і оформитися у виді певного комерційного інвестиційного проєкту. Однак на їхній основі здійснюється генерація ідей, які можуть трансформуватися в проєкти НДР. Тому пошукові роботи можуть мати деяку комерційну вартість.

Експериментальні розроблення є однією зі стадій життєвого циклу продукту, виробу або послуги, завданням яких є створення нового виду продукції із визначеними характеристиками. Конкретний склад етапів і характер виконуваних робіт визначаються специфікою НДР.

Наукова і науково-технічна результативність НДР не може бути оцінена з використанням методу дисконтування грошових потоків, за винятком випадків, коли дослідження мають вартісні характеристики результату НДР, як науково-технічної продукції, яку одержує замовник, оскільки відсутній ринковий продукт, як результат досліджень. У деяких випадках результати дослідження можуть мати вартісні характеристики результату НДР, як науково-технічної продукції, що купує замовник. Тобто у даному випадку визначають фактичну ефективність НДР.

Науковий і науково-технічний результат досліджень носить багато-аспектний характер і його оцінка можлива на основі використання методики факторного аналізу.

При цьому наукова і науково-технічна результативність НДР можлива як на основі об'єктивних даних, так і суб'єктивної оцінки експертів, за допомогою системи зважених бальних оцінок.

Об'єктивні показники легко розраховуються, мають певний ступінь порівнянності для різних за характером НДР, проте можуть далеко неоднозначно характеризувати результативність наукових досліджень. Оцінки експертів можуть з більшим ступенем вірогідності відображати результативність, однак суб'єктивність оцінок завжди носить спірний характер.

Оцінка економічної ефективності експериментальних розроблень залежить від рівня врахування економічних інтересів, тобто, насамперед, від системи фінансування робіт. Залежно від цього фактору прийнято виділяти такі види економічної ефективності:

- комерційну ефективність;
- бюджетну ефективність;
- загальногосподарську ефективність.

В основі методології оцінки усіх видів економічної ефективності лежить порівняння фінансових результатів від реалізації продукту із фінансовими витратами на розроблення і реалізацію проєкту з впровадження розроблень. Грошові потоки фінансування і впровадження НДР носять довгостроковий характер. Для порівняння різночасних грошових потоків використовується метод дисконтування, який враховує рівень порівняльної прибутковості вкладеного капіталу. Рівень порівняльної прибутковості, а також схеми фінансування НДР і визначають вид економічної ефективності.

Комерційна ефективність визначається співвідношенням фінансових витрат і результатів, що забезпечують необхідну норму прибутковості. При

цьому, норма прибутковості, що виступає в розрахунках як ставка дисконтування, приймається на рівні, характерному для галузі або бізнесу.

Бюджетна ефективність відображає вплив результатів впровадження НДР на доходи та витрати бюджету відповідного рівня (державного або місцевого). Основними відмінностями бюджетної ефективності від комерційної є використання різних схем формування операційних потоків і усереднених відсоткових ставок.

Економічна ефективність НДР і інвестиційних проєктів характеризується системою узагальнюючих і приватних показників. До узагальнюючих показників, однакових для всіх НДР і інвестиційних проєктів, відносяться:

- 1) абсолютний показник економічної ефективності – дисконтований, економічний ефект (інтегральний доход, дисконтований економічний ефект), за кожним з його видів;
- 2) термін окупності;
- 3) індекс прибутковості (індекс рентабельності, ефективності капітальних вкладень);
- 4) внутрішня норма прибутковості.

Для проєктів, що завершуються створенням нової або модернізованої продукції, до числа обов'язкових показників відносяться також:

- 1) зважений показник якості;
- 2) конкурентоспроможна ціна;
- 3) обсяг імпортозаміщеної продукції;
- 4) обсяг експортних надходжень.

Визначення узагальнюючих показників потребує розрахунку низки показників, що характеризують призначення продукції, довговічність, транспортабельність, продуктивність тощо (залежить від специфіки проєкту).

Ефективність роботи науково-дослідної групи або організації оцінюють за кількома критеріями:

- середньорічним виробітком НДР (ДКР);
- кількістю впроваджених тем;
- економічною ефективністю від впровадження НДР (ДКР);
- кількістю одержаних авторських свідоцтв та патентів на винаходи;
- загальним економічним ефектом;
- кількістю проданих ліцензій або валютною виручкою.

Середньорічний виробіток НДР (ДКР) визначають за формулою:

$$K_{\text{вироб}} = \frac{B_{\text{кошт}}}{P}; \quad (4.1)$$

де $B_{\text{кошт}}$ – загальна кошторисна вартість НДР та ДКР, тис. грн.;

P – середньоспискова чисельність робітників основного та допоміжного персоналу відділу, кафедри, лабораторії, НДІ, осіб.

Критерій впровадження K_g закінчених тем дорівнює:

$$K_{гпр} = \frac{m_{гпр}}{m}; \quad (4.2)$$

де $m_{гпр}$ – кількість закінчених НДР, одиниць;

m – загальна кількість НДР, одиниць.

Основною оцінкою реальної економічної ефективності НДР за рік може бути так званий коефіцієнт економічної ефективності, який розраховується за формулою:

$$K_e = \frac{E}{B_{\Sigma}}, \quad (4.3)$$

де E – сума реального економічного ефекту, отриманого від впровадження результатів НДР за рік;

B_{Σ} – загальна сума витрат на НДР за рік.

Коефіцієнт економічної ефективності, яка очікується, розраховується від закінчених, але ще не впроваджених НДР або попередньо, в процесі впровадження за формулою:

$$K_o = \frac{E_o}{E}, \quad (4.4)$$

де E_o – сума очікуваного економічного ефекту;

E – сума реального економічного ефекту отриманого від впровадження результатів НДР за рік.

Економічний ефект від впровадження – основний показник ефективності наукових досліджень. Ефект від впровадження розраховують за весь період, починаючи від часу розроблення теми до одержання віддачі. Звичайно час такого періоду становить кілька років.

Рівень новизни прикладних досліджень та розроблень характеризується критерієм новизни $K_{нов}$, тобто числом завершених робіт, за якими одержані авторські свідоцтва та патенти на винаходи. Критерій новизни вимірюється абсолютним числом авторських свідоцтв і патентів.

Разом із тим, більш об'єктивними є відносні показники, наприклад, кількість авторських свідоцтв і патентів, що віднесена до визначеної кількості робітників даного колективу, технічного підрозділу, (до 100 або до 1000) або до числа тем, що розробляються колективом і за якими потрібно оформлювати винаходи, авторські свідоцтва та патенти.

Якщо колектив НДІ виконав наукові розроблення та здійснено їх продаж за кордон, то ефективність таких розроблень можна оцінити за кількістю проданих за кордон ліцензій або показником, що характеризує валютну виручку $K_{вал}$ продажу:

$$K_{вал} = \frac{D}{\sum B}, \quad (4.5)$$

де D – величина валютного доходу, тис. грн;

$\sum B$ – сумарні витрати на проведення НДР та ДКР, на оформлення та продаж ліцензій, на виконання міждержавних ліцензійних відносин тощо.

Чим вищі показники $K_{вироб}$, K_e , $K_{еф}$, $K_{нов}$, $K_{вал}$, тим ефективніші проведені науково-дослідні роботи.

Однак критерій економічної ефективності K_e не враховує обсяг продукції при впровадженні НДР у виробництво, період впровадження і, тому ефективнішим є критерій економічної ефективності, який розраховується за формулою:

$$K_e = \frac{C \cdot T}{Z_o}, \quad (4.6)$$

де: K_e – вартість продукції за рік, що випускається після впровадження;

$C_p \cdot T$ – тривалість виробничого впровадження в роках;

Z_o – загальні витрати на виконання науково-дослідної роботи.

При оцінці великих науково-дослідних робіт і цього критерію недостатньо. В таких випадках проводять експертизу наукових тем спеціально підібраними спеціалістами, науковцями і експертами, які визначають перспективність та ефективність наукового дослідження.

4.4. Розрахунок витрат на проведення НДР

Розрахунок усіх витрат організації-виконавця НДР, пов'язаних з виконанням теми, дає можливість встановити її собівартість або кошторисну вартість. Кошторис розробляє виконавець робіт на основі календарного плану проведення досліджень і затверджує замовник або орган, що забезпечує фінансування робіт. Як правило, кошторис складається до початку виконання робіт і тому називається плановим.

Методичні поради щодо встановлення величини витрат на проведення робіт по темі в розрізі типових статей кошторисної вартості (калькуляції собівартості) НДР наводяться нижче.

4.4.1. Витрати на оплату праці

Витрати за цією статтею включають заробітну плату безпосередніх виконавців теми, а заробітна плата адміністративно-управлінського персоналу,

працівників дослідних виробництв включаються в кошторисну вартість теми через статтю «Накладні витрати». Крім цього, слід враховувати, що для тем, які фінансуються за рахунок держбюджету прибуток не планується і тому в дану статтю витрат включається тільки основна заробітна плата (без премій та інших виплат, що здійснюються із прибутку).

Витрати на оплату праці розраховують на основі даних про працемісткість окремих робіт за темою (табл. 4.2) та посадових окладів безпосередніх їх виконавців. Загальна працемісткість робіт, що виконуються безпосередньо інженером-дослідником, визначається навчальним планом відповідного напрямку підготовки. Подальші розрахунки витрат на оплату праці проводиться за алгоритмом, представленим у табл. 4.3.

Середньоденна заробітна плата за категоріями виконавців розраховується шляхом ділення їх посадового місячного окладу на 21,2 (де 21,2 – усереднене число робочих днів за місяць).

4.4.2. Відрахування на соціальні заходи

До цієї статті витрат належать виплати, які здійснює організація – виконавець теми у загальнодержавні фонди:

- 33,2% в Пенсійний фонд;

Таблиця 4.2. Працемісткість робіт за темою (умовний приклад)

Найменування робіт по темі дослідження	Працемісткість за виконавцями, людино-днів					
	Провідний науковий співробітник	Старший науковий співробітник	Молодший науковий співробітник	Інженер-дослідник	Механік	Лаборант (оператор)
1. Уточнення та конкретизація завдань по темі дослідження	1	2	—	3	—	—
2. Аналіз науково-технічних публікацій з теми	—	4	—	12	—	—
.....						
...	...	..	...	..	...	...
Разом за виконавцями теми	8	36	—	80	—	65

Таблиця 4.3. Розрахунок витрат на оплату праці

<i>Посада виконавців теми</i>	<i>Планова працездатність, люд.-днів</i>	<i>Заробітна плата, ум. од.</i>		
		<i>Посадовий місячний оклад</i>	<i>Середньоденна зарплата</i>	<i>Усього за виконавцями</i>
1. Провідний науковий співробітник	8	10500	480	3840
2. Старший науковий співробітник	36	9200	420	15120
.....				
Разом оплата праці з теми	18960			

- 1,4% в Фонд соціального страхування на випадок тимчасової втрати працездатності;

- 1,6% в Фонд загальнообов'язкового державного соціального страхування на випадок безробіття;

- 1,0% в Фонд соціального страхування від нещасних випадків на виробництві і професійних захворювань.

Базою вказаних нарахувань слугують загальні витрати на оплату праці по темі (табл.4.3).

4.4.3. Витрати на матеріали, необхідні для проведення досліджень

В даній статті враховують вартість усіх видів матеріалів, необхідних для проведення НДР, з вирахуванням вартості зворотних відходів. Тематика дослідницьких робіт, які виконуються інженерами-механіками, передбачає використання, перш за все, технологічних матеріалів для механічного оброблення, термічного оброблення, нанесення спеціальних покриттів, витратних матеріалів для офісної техніки тощо.

Розрахунки зводять за формою у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4. Розрахунки витрат на матеріали

<i>Найменування матеріалу</i>	<i>Стандарт, технічні умови, нормативні значення</i>	<i>Одиниця виміру</i>	<i>Кількість</i>	<i>Ринкова ціна за одиницю, ум. од.</i>	<i>Сума, ум. од.</i>
1. Чавун ПЛ2		кг	85	29,2	2482
2. Чавунний брухт і відходи		кг	60	18,4	1104
.....					
.....					
Загальні витрати на матеріали					4924

4.4.4. Витрати на енергоносії для проведення досліджень

Витрати по цій статті розраховуються лише у тому разі, коли дослідження пов'язані з проведенням операцій механічного оброблення, нанесенням покриттів на зразки чи вироби, термічним та хіміко-термічним обробленням тощо і потребують значних затрат енергоносіїв і, перш за все, електроенергії.

В інших випадках витрати на енергоносії автоматично включаються в плановий кошторис по темі непрямо через статтю «Накладні витрати».

4.4.5. Витрати на спеціальне обладнання

До цієї статті витрат входить вартість придбання, транспортування та монтажу спеціальних установок для проведення досліджень; приладів; стендів; спеціального оснащення та інших засобів, які необхідні лише для даної НДР.

Вартість придбання універсального дослідницького обладнання приладів, засобів автоматизації проведення досліджень та інших основних засобів включається у загальні витрати кожної із тем, що виконуються організацією, через статтю «Накладні витрати».

4.4.6. Вартість послуг сторонніх організацій

Ці витрати встановлюють за договорами з організаціями, які виготовляють випробувальні стенди, зразки та оснащення, необхідні для виконання теми. В дану статтю включають також вартість оренди дослідницьких установок, які відсутні в організації, що виконує цю тему.

4.4.7. Витрати на службові відрядження

Дані витрати складаються із фактичних витрат на службові відрядження штатних працівників, зайнятих виконанням НДР: витрат на проїзд до місця відрядження і назад; витрат на проживання; добових витрат, які розраховуються на кожний день перебування у відрядженні, враховуючи час перебування в дорозі, та деякі інші.

4.4.8. Накладні витрати

Накладні витрати включаються до калькуляції кошторисної вартості теми пропорційно обсягам витрат на оплату праці основних виконавців або пропорційно сумі прямих витрат на виконання теми досліджень за нормативами організації-виконавця цього дослідження.

Ця стаття включає витрати, пов'язані з управлінням організацією-виконавцем науково-дослідної теми, витрати на винахідництво і раціоналізацію; витрати на амортизацію основних фондів; витрати на науково-технічну інформацію; витрати на забезпечення нормальних умов праці і техніки безпеки; витрати на оплату послуг банків; податки, збори та інші обов'язкові платежі і витрати тощо.

4.4.9. Розроблення планової калькуляції кошторисної вартості теми

Планова калькуляція вартості проведення досліджень за темою складається на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних (табл. 4.5).

4.5. Розрахунок науково-технічної ефективності НДР

Кінцевим результатом науково-дослідницьких робіт є досягнення наукового, науково-технічного, економічного, соціального, екологічного та інших видів ефективності.

Науковий ефект від виконання теми передбачає приріст наукових знань у певній сфері науки, а науково-технічний ефект характеризує можливість використання цих наукових знань в інших наукових напрямках та при розробленні принципово нових технічних рішень. Економічний ефект відображає потенціал НДР в досягненні кращого співвідношення результатів виробництва до витрат і має прогнозний характер.

Соціальний ефект заводитьися до збільшення числа робочих місць, поліпшення умов праці та побуту, скорочення тривалості робочого тижня, розвитку охорони здоров'я, науки, культури, освіти. Екологічний ефект полягає в поліпшенні стану навколишнього середовища, зменшенні електромагнітного та іонізуючого випромінювання тощо.

Таблиця 4.5. Планова калькуляція кошторисної вартості НДР (умовні дані)

<i>Найменування статей витрат</i>	<i>Сума, ум. од.</i>	<i>Обґрунтування</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
1. Витрати на оплату праці	18960	Відповідно до розрахунків
2. Відрахування на соціальні заходи	4702,2	Відповідно до діючих загальнодержавних нормативів
3. Матеріали для проведення досліджень	4924,0	Відповідно до розрахунків

Закінчення таблиці 4.5

1	2	3
4. Енергоносії для проведення досліджень	2896,4	Відповідно до розрахунків
5. Спецобладнання для наукових цілей	—	Відповідно до розрахунків
6. Вартість послуг сторонніх організацій	680,0	За договором із сторонніми організаціями
7. Витрати на службові відрядження	—	Відповідно до розрахунків
8. Інші невраховані прямі витрати по темі	2584,3	10% від суми прямих розрахованих витрат по темі
9. Накладні витрати	5685,4	Відповідно до нормативів організації-виконавця теми
10. Усього витрат по темі	34112,5	Сума попередніх статей
11. Прибуток*	—	За договором з організацією-замовником
12. Кошторисна вартість теми	34112,5	Сума попередніх статей

*Враховується лише для НДР, що проводяться за рахунок госпрозрахункових коштів.

Визначення ефективності фундаментальних і пошукових НДР у вартісному вимірі, як правило, є неможливим, бо ймовірність доведення результатів таких досліджень до конкретного практичного застосування невелике.

Для таких досліджень рекомендується визначати науковий та науково-технічний ефект, який враховує результати наукових досліджень та їх значущість для прискорення науково-технічного прогресу та розвитку національної економіки.

Науковий та науково-технічний ефект рекомендується оцінювати коефіцієнтом науково-технічної ефективності ($E_{нт}$) за формулою:

$$E_{нт} = \frac{\sum B_i \cdot B_{ij}}{\sum B_i \cdot B_{ij}^{\max}} \quad (4.7)$$

де B_i – нормативні значення коефіцієнтів вагомості факторів науково-технічної ефективності (табл. 4.6);

B_{ij} – середнє значення балу, який виставляється експертами i -му фактору;

$B_{ij}^{\max}$ – максимально можливе значення балу (табл. 4.6);

i – порядковий номер фактору;

j – відповідна характеристика i -го фактору.

Нормативні значення коефіцієнтів вагомості факторів науково-технічної ефективності наведено в табл. 4.6.

Характеристику факторів науково-технічної ефективності НДР наведено в табл. 4.7.

Кількісна оцінка факторів науково-технічної ефективності НДР здійснюються експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне. Отримані результати зводять за формою табл. 4.8.

Таблиця 4.6. Нормативні значення коефіцієнтів вагомості факторів науково-технічної ефективності

<i>Фактори (i)</i>	<i>Коефіцієнти вагомості (B_i)</i>
1. Новизна очікуваних або одержаних результатів	0,25
2. Глибина наукового опрацювання	0,16
3. Ступінь ймовірності успіху	0,09
4. Перспективність використання результатів	0,15
5. Масштаб можливої реалізації результатів	0,15
6. Завершеність одержаних результатів	0,10
7. Реалізація інженерного рішення	0,10
Разом	1,00

Розраховане за формулою (4.7) значення науково-технічного ефекту $E_{нт}$ відображає рівень наукової та науково-технічної ефективності конкретної теми фундаментального чи пошукового дослідження.

Загальну оцінку ефективності науково-дослідних робіт можна здійснити, користуючись даними табл. 4.9.

У разі виконання досліджень пошуково-прикладного та прикладного характеру, які мають за мету розроблення нових та удосконалення існуючих технологічних процесів, що забезпечують ресурсозбереження або підвищення якості продукції, з'являється можливість здійснювати конкретні розрахунки ефективності у вартісному вимірі.

Таким чином досягається мета раціонального розподілу ресурсів на усіх етапах життєвого циклу науково-дослідних робіт.

Таблиця 4.7. Характеристика факторів науково-технічної ефективності НДР

Фактор науково-технічної ефективності	Характеристика фактору	Оцінка фактору	
		Якісна	Бальна, $B_{ij}^{\max}$
1	2	3	4
1. Новизна одержаних або передбачуваних результатів	Одержані принципово нові результати, раніше невідомі в науці, розроблена нова теорія, відкрита нова закономірність	Висока	10
	Встановлені деякі часткові закономірності, методи, способи, які дозволяють створити принципово нові види техніки	Середня	7
	Позитивне вирішення поставлених задач на підставі узагальнень, аналіз зв'язків між факторами, розповсюдження відомих наукових принципів на об'єкти	Недостатня	3
	Опис окремих елементарних фактів, передача й поширення отриманих раніше результатів, реферативні огляди	Тривіальна	1
2. Глибина наукового опрацювання	Проведена значна кількість експериментів по нетрадиційним методикам, виконані складні теоретичні розрахунки, підтверджені експериментальними даними	Істотна	10
	Проведена обмежена кількість розрахунків по відомих методикам, виконані теоретичні розрахунки невисокої складності, частково перевірені експериментальними даними	Середня	6
	Проведена недостатня кількість експериментів, виконані прості теоретичні розрахунки без експериментальної перевірки	Несуттєва	1

Закінчення таблиці 4.7

1	2	3	4
3. Ступінь ймовірності успіху	Висока ймовірність повного вирішення поставлених задач НДР	Значна	10
	Середня ймовірність вирішення більшості експериментальних або теоретичних задач	Помірна	6
	Низька ймовірність вирішення поставлених задач, отримання позитивних результатів сумнівне	Незначна	1
4. Масштаб використання результатів	Результати можуть бути використані в багатьох наукових напрямках, мають значення для розвитку суміжних наук	Широкий	10
	Результати можуть бути використані в конкретному науковому напрямку при розробленні нових технічних рішень, спрямованих на суттєве підвищення продуктивності суспільної праці	Достатньо широкий	8
	Результати будуть використані при проведенні наступних НДР, при розробці нових технічних рішень в конкретній галузі	Достатній	5
5. Ступінь реалізації результатів	Термін впровадження, роки: До 2	Висока	10
	До 4	Середня	7
	До 6	Достатня	4
	Більше 6	Недостатня	2
6. Завершення одержаних результатів	Авторське свідоцтво, стаття в фаховому виданні, методика, інструкція, класифікатор, стандарти, нормативи	Висока	10
	Технічне завдання на прикладну НДР	Середня	8
	Рекомендації, розгорнутий аналіз, пропозиції	Достатня	6
	Огляд, інформаційне повідомлення	Недостатня	3

Таблиця 4.8. Результати розрахунків науково-технічної ефективності НДР

Фактори науково-технічної ефективності	Характеристика фактору	Розрахунок B_{ij}						$B_{ij}^{\max}$
		Експертні оцінки					B_{ij}	
		1	2	3	...	m		

Таблиця 4.9. Загальна оцінка наукової та науково-технічної ефективності фундаментальних та пошукових НДР

Загальна оцінка наукової та науково-технічної ефективності		Можливі рекомендації за результатами виконання НДР
Розраховане значення $K_{нт}$	Загальна якісна оцінка ефективності	
0,91–1,00	Відмінно	Оформлення авторського свідоцтва, публікація у фаховому виданні, продовження досліджень за даною тематикою
0,76–0,90	Дуже добре	
0,61–0,75	Добре	Рекомендації можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів
0,36–0,60	Достатня	Переглянути технічне завдання у разі продовження досліджень по даній темі
Менше 0,35	Незадовільна	Здійснити всебічний аналіз отриманих результатів за темою

4.6. Ефективність науково-дослідної роботи студентів у вищих навчальних закладах

Вища школа має величезний науковий потенціал, але використовується він далеко не повністю. Тому пошук шляхів підвищення ефективності вузівських науково-дослідних робіт має велике значення не лише для самої вищої школи, а й для підприємств, з якими університети укладають господарчі договори з тематики профільних досліджень, до яких залучаються студенти для вирішення широко кола інженерних задач.

Ефективність наукової діяльності кожного університету необхідно розглядати з позицій головного завдання вищої школи – вдосконалення підготовки високо кваліфікованих спеціалістів, які на практиці зможуть успішно використовувати отримані знання, проводити наукові дослідження, використовувати сучасні комп'ютерні засоби для проектування і запровадження передових технологій.

У вищому навчальному закладі функціонують два основних види науково-дослідної роботи студентів: навчальна науково-дослідна робота, передбачена навчальними планами, і науково-дослідна робота студентів, яка здійснюється під керівництвом професорсько-викладацького складу.

1. Навчальна науково-дослідна робота.

Такий вид роботи студентів у межах навчального процесу є обов'язковим для кожного і охоплює майже всі форми навчальної роботи:

- написання рефератів з конкретної теми у процесі вивчення дисциплін соціально-гуманітарного циклу, фундаментальних і професійно орієнтованих, спеціальних дисциплін, курсів спеціалізації та за вибором;
- виконання лабораторних, практичних, семінарських і самостійних завдань, контрольних робіт, які містять елементи проблемного пошуку;
- виконання нетипових завдань дослідницького характеру під час різних видів практики, індивідуальних завдань;
- розроблення методичних матеріалів із використанням дослідницьких методів (спостереження, анкетування, бесіда, соціометрія тощо);
- підготовку і захист курсових і дипломних робіт, пов'язаних з проблематикою досліджень кафедр.

Згідно з навчальними планами і програмами загальноосвітніх і фахових дисциплін кожний студент повинен оволодіти процесом наукового пізнання, виконуючи протягом усього періоду навчання завдання, які поступово ускладнюються і поглиблюються.

На основі узагальнення експериментальних даних можна виокремити можливі рівні самореалізації студентів у навчально-дослідній діяльності:

а) репродуктивно-стереотипний (розв'язання проблеми здійснюється згідно із засвоєними алгоритмами розмірковувань, діяльності, спілкування). Студенти постійно звертаються до викладача за детальним роз'ясненням вимог щодо завдання дослідження, алгоритму діяльності, прагнуть одержати швидкий результат з мінімальним докладанням зусиль. Вони не виявляють прагнення до оволодіння культурою навчального дослідження, а отже, і до вдосконалення особистісної культури загалом;

б) адаптаційний (студенти виконують навчальне дослідження на основі розробленого викладачем алгоритму). Цей рівень також передбачає відсутність

у студентів стійкого прагнення до особистісно-ціннісного самовизначення і самореалізації в навчально-дослідній діяльності, зацікавленого опанування її культурологічних аспектів;

в) творчо-рефлексивний (студенти, актуалізуючи свій особистісно-ціннісний, креативний потенціал, виокремлюють сутність проблеми, моделюють дослідну ситуацію, варіанти та способи її розв'язання). Використовуючи рефлексію, студенти критично аналізують одержані внаслідок своєї діяльності досягнення, особливо в інтелектуальному, культурно-науковому розвитку, виокремлюють бар'єри, які їм перешкоджають.

Перші етапи набуття наукового досвіду передбачають ознайомлення майбутніх фахівців з прийомами, методами, видами наукового дослідження, основними поняттями наукового апарату, правилами підбору потрібної інформації та підготовки доповідей, рефератів, рецензій та ін. На другому курсі студенти повніше ознайомлюються з фаховими напрямками роботи кафедр, беруть участь у гуртках наукової творчості студентської молоді, проблемних групах, а також особисто обирають конкретну тему для самостійної пошукової роботи. На третьому курсі, крім рефератів, студенти пишуть курсові роботи з навчальних дисциплін. Вони, як правило, мають реферативний і прикладний характер. На четвертому курсі рівень підготовленості студентів уже достатній для проведення значущих самостійних наукових досліджень, написання курсових робіт з фахових дисциплін. Сприятливі умови для цього створює активна виробнича практика. На п'ятому курсі, який наближає студентів до кваліфікаційної межі професійної підготовки, вони виконують і захищають дипломну роботу, що є підсумком всієї науково-дослідної роботи.

Інноваційною технологією навчання є впровадження в навчальний процес індивідуальних навчально-дослідних завдань (ІНДЗ). Це вид позааудиторної індивідуальної роботи студента навчального, навчально-дослідного чи проектно-конструкторського характеру, виконується в процесі вивчення програмного матеріалу навчального курсу і завершується складанням підсумкового іспиту чи заліку. ІНДЗ спрямовані на самостійне вивчення частини програмного матеріалу, систематизацію, поглиблення, узагальнення, закріплення, практичне застосування знань студента з навчального курсу та розвиток навичок самостійної роботи.

У навчальній НДРС особлива роль належить підготовці курсових робіт на всіх курсах, а також дипломної роботи. Під час виконання курсових робіт студент робить перші кроки до самостійної наукової творчості. Він вчиться працювати з науковою літературою, набуває навичок критичного добору й аналізу необхідної інформації. З кожним курсом вимоги до курсової роботи помітно підвищуються і їх написання стає справжнім творчим процесом.

Дипломна робота як завершальний етап навчання у вищому навчальному закладі спрямована на розширення і закріплення теоретичних знань і поглиблене вивчення обраної теми. На старших курсах багато студентів уже працюють за спеціальністю, і це впливає на вибір дипломної роботи. У такому разі крім аналізу літератури дипломна робота може містити власний практичний досвід, що збагачує її наукову цінність.

2. Науково-дослідна робота студентів.

Науково-дослідна робота студентів поза навчальним процесом є одним з найважливіших засобів формування висококваліфікованого спеціаліста.

Форми організації й проведення НДРС в університеті різні й передбачають:

- роботу студентів у наукових гуртках, що організовуються загальнонауковими і спеціальними кафедрами;
- участь студентів в науково-дослідних темах професорсько-викладацького складу факультету;
- роботу у студентських наукових бюро, творчих студіях, майстернях;
- лекторську роботу з розповсюдження знань у галузі науки та культури;
- роботу на громадських засадах як викладачів різних професійних шкіл, що створюються при факультеті;
- участь студентів у наукових організаційно-масових і змагальних заходах різного рівня (кафедральні, факультетські, регіональні, всеукраїнські, міжнародні), що стимулюють розвиток як системи НДРС, так і творчість кожного студента. До них відносяться: наукові семінари, конференції, симпозіуми, конкурси наукових і навчально-дослідницьких робіт студентів, олімпіади з дисциплін та спеціальностей.

На наукових конференціях молоді дослідники виступають із результатами своєї наукової роботи. Це змушує їх ретельно готувати виступ, формує ораторські здібності. Кожен студент має змогу оцінити свою роботу на тлі інших і зробити відповідні висновки. Оскільки на конференціях, як правило, відбувається творче обговорення доповідей, то кожен доповідач може почерпнути оригінальні думки, ідеї.

Науково-практичні конференції спрямовані на обговорення шляхів розв'язання практичних завдань. Часто їх проводять поза стінами вищого навчального закладу, на території підприємств. Наприклад, науково-практична конференція може проводитися за результатами літньої практики студентів, на якій вони зіткнулися з певними проблемами і за допомогою працівників підприємства і викладачів можуть знайти шлях до їх подолання. Такі конференції сприяють встановленню тісних зв'язків між вищим навчальним закладом і профільними підприємствами.

Участь студентів у науково-дослідній роботі найбільш активно розвивається завдяки тому, що на кафедрах, на факультеті, в університеті існує атмосфера творчості, використовуються різноманітні форми й методи, а студенти виявляють справжній інтерес до наукового пошуку, до дослідження актуальних наукових проблем, пов'язаних із характером і змістом їх майбутньої професійної діяльності.

Питання для самоперевірки:

1. З якою метою проводиться оцінка ефективності науково-дослідних робіт?
2. Для чого використовуються результати визначення ефективності науково-дослідних робіт і дослідно-конструкторських розроблень?
3. На чому базується оцінка ефективності НДР?
4. Види економічної ефективності НДР.
5. Як визначається попередня економічна ефективність НДР?
6. Як визначається очікувана економічна ефективність НДР?
7. Як визначається фактична економічна ефективність НДР?
8. Який результат відображає економічний ефект від впровадження результатів НДР?
9. Види економічного ефекту від впровадження результатів НДР.
10. Що відображає фінансово-економічний ефект?
11. Що відображає соціальний ефект?
12. Що відображає екологічний ефект?
13. Критерії ефективності наукових досліджень.
14. Критерії ефективності праці науковців та виконавців НДР.
15. Види наукових досліджень, від яких залежить вибір методики оцінки НДР.
16. Види економічної ефективності залежно від системи фінансування науково-дослідних робіт.
17. Комерційна ефективність НДР.
18. Бюджетна ефективність НДР.
19. Узагальнюючі показники ефективності всіх видів НДР.
20. Показники ефективності нової або модернізованої продукції.
21. Критерії оцінки ефективності роботи науково-дослідної групи або організації.
22. Форми організації й проведення науково-дослідної роботи студентів.
23. Рівні самореалізації студентів у навчально-дослідній діяльності.
24. Шляхи підвищення ефективності науково-дослідної роботи студентів.
25. Види науково-дослідної роботи студентів у вищому навчальному закладі.

Тема 5. Методи визначення ефективності виробів і технічних об'єктів

- 5.1. Оцінка ефективності технічного рівня виробу.
- 5.2. Метод порівняння.
- 5.3. Балансовий метод.
- 5.4. Бальний метод.
- 5.5. Метод питомих витрат.
- 5.6. Метод питомих вагомостей.
- 5.7. Метод регресійного аналізу.
- 5.8. Метод нормативної калькуляції або ціноутворення.
- 5.9. Метод розрахунку собівартості виробу з врахуванням виходу придатних деталей.
- 5.10. Метод середньої вартості функціональних елементів.
- 5.11. Метод індексації вартості деталі по мірі зростання витрат на її виготовлення.

5.1. Оцінка ефективності технічного рівня виробу

При проведенні розроблень нових технічних виробів (систем, приладів, програмного продукту) економічні показники дають узагальнену оцінку конструкції нової системи. Вони допомагають перейти від багаточисельних окремих технічних параметрів до оцінки всієї конструкції в цілому. Економічне значення багатьох технічних параметрів може виражатися наступними вимірниками:

- прибуток від реалізації виробів чистий прибуток;
- річна і середньорічна рентабельність капітальних вкладень на створення нових виробів;
- період окупності капітальних вкладень;
- очікуваний економічний ефект (порівняльний річний від впровадження розроблених виробів, інтегральний);
- внутрішня норма рентабельності витрат на створення нових виробів.

Економічні показники дають узагальнену оцінку в грошовому вираженні найрізноманітніших переваг і недоліків системи нового типу, допомагають досліджувати різні варіанти конструкції і економічно оцінити кожен нову технічну ідею.

Показники ефективності технічного рівня. Технічний рівень є узагальненою оцінкою фізичних і конструкційних властивостей, експлуатаційних можливостей та міри технічної новизни даного виробу. Високий технічний рівень виготовленої продукції є показником конкурентоспроможності виробів та місця підприємства на ринку. Показники технічного рівня і якості продукції можуть визначатися методом прогнозування.

В якості методів прогнозування можуть бути використані: метод екстраполяції, метод експертних оцінок, метод математичного моделювання і ін.

Склад технічних показників для оцінки ефективності технічного рівня, наприклад, мікропроцесорної системи: технологія її виготовлення; довжина інформаційного слова і команди (біт), об'єм пам'яті (байт), що адресується, число виконуваних команд, максимальна чистота синхронізації (Мгц), час виконання короткої і довгої команди (мкс), кількість рівнів переривання, відкритість архітектури, принцип обміну інформацією з іншими системами тощо.

При оцінці технічного рівня створюваних систем (деталей, вузлів) важливим показником є ціна цих виробів. При оцінці технічного рівня новостворюваної системи її технічні параметри необхідно зіставляти з іншими системами, призначеними для тієї ж сфери застосування за допомогою критеріїв, представлених в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1. Критерії оцінки технічного рівня технологічної системи

<i>Тип системи</i>	<i>Мета застосування</i>	<i>Області застосування</i>	<i>Відносна ціна</i>
...	...	...	...

Таблиця 5.2 містить всі вихідні дані для оцінки технічного рівня створюваних виробів.

При зіставленні технічних параметрів проєктованого вітчизняного виробу (деталі, приладу) з іншими вітчизняними й зарубіжними аналогами порівнюються: похибку, точність, напрацювання на відмову, споживана потужність, маса і ін.

При зіставленні технічних параметрів проєктованого вимірювального пристрою порівнюються: тактова частота роботи, швидкодія, напрацювання на відмову (надійність), продуктивність, простота обслуговування, споживана потужність і ін.

Таблиця 5.2. Критерії оцінки технічного рівня створюваних виробів

Назва параметрів	Одиниця виміру	Технологічні вітчизняні системи				Сучасні закордонні системи		
		Новостворювані	Вимоги Держстандарту	Кращі з існуючих	Розроблення, що ведуться	Наявні розроблення	Новітні розроблення	Прогноз на початок промислового випуску технологічної системи або виробу
				Модель рік випуску	Модель, рік випуску	Модель, рік випуску	Ким проводяться, термін завершення	

Оцінка ефективності технічного рівня виробу, не пов'язана з розрахунком одного його узагальнюючого показника. Спочатку параметри системи розташовують в порядку їх значущості. При оцінці технічного рівня (ТУ) інтегральних схем (ІС) на перше місце слід поміщати рівень їх інтеграції, а при оцінці ТУ багатьох виробів і систем на перше місце необхідно ставити рівень використання при їх створенні ІС і, у тому числі, окремо схем з високим і надвисоким рівнем інтеграції.

На друге місце поставити той параметр, який має найбільше значення для досягнення економії витрат. Після того, як параметри системи розташовані в порядку їх значимості, виявляють відносну величину переваги ΔI_n або відставання ΔI_o кожного з i -го параметру системи (виробу) порівняно з кращими закордонними конструкціями (%):

$$\Delta I_n = \frac{\Delta P_{in} 100}{P_{i\bar{e}}} = \frac{(P_{i\bar{f}} - P_{i\bar{e}})100}{P_{i\bar{e}}}; \quad (5.1)$$

$$\Delta I_o = \frac{\Delta P_{io} 100}{P_{i\bar{e}}} = \frac{(P_{i\bar{f}} - P_{i\bar{e}})100}{P_{i\bar{e}}}; \quad (5.2)$$

де ΔI_n і ΔI_o – відносне перевищення або відхилення i -го параметру нової системи порівняно з розглядуваною кращою моделлю;

ΔP_{in} і ΔP_{io} – абсолютна величина перевищення або відхилення i -го параметру нової системи порівняно з розглядуваною кращою моделлю;

ΔP_{in} і ΔP_{il} – чисельне значення i -го параметру нової (P_{il}) моделі системи (виробу).

Висновок про перевагу або відхилення робиться на основі зіставлення найважливіших параметрів, розташованих у порядку їх значимості. Перевагу або відхилення створюваного виробу при такій оцінці не характеризується яким-небудь одним числом.

Оцінка технічного рівня виробу за допомогою одного числа. В деяких випадках, коли до оцінки ТУ системи вдається залучити кілька експертів, вона здійснюється за методом вагових коефіцієнтів за допомогою одного числа:

$$T_y = \sum^c B_i P_i; \quad (5.3)$$

де T_y – узагальнена кількісна характеристика технічного рівня виробу;

P_i – чисельне значення i -го параметру виробу;

B_i – ваговий коефіцієнт, який характеризує відносну значимість i -го параметру виробу,

N – кількість показників якості.

Експерт оцінює важливість i -го показника технічного рівня (якості) по шкалі відносної значимості в діапазоні від 1 до 10.

Коефіцієнт вагомості кожного параметру системи розраховується за формулою:

$$B_i = \frac{1}{r} \sum_{m=1}^r B_{im}; \quad B_{im} = \frac{X_{in}}{\sum_{i=1}^c X_{im}}; \quad (5.4)$$

де r – кількість спеціалістів – експертів;

X_{im} – оцінка важливості i -го параметру m -го експерта згідно відносної шкали значимості;

C – кількість показників якості.

Чисельне значення i -го параметру цієї системи може бути приведено до безрозмірного виду за допомогою формул:

$$P_{ci} = \frac{P_{ki}}{P_i}; \quad P_{ni} = \frac{P_i}{P_{np}}; \quad (5.5)$$

де P_{ci} – безрозмірний показник якості для тих параметрів, із збільшенням абсолютних значень яких зростає узагальнений показник технічного рівня;

P_{ni} – безрозмірний показник якості для параметрів, збільшення абсолютних значень яких веде до зменшення узагальнюючого показника;

$P_{кр}$, P_{np} – показники на технічні умови виробів-аналогів, порівнюваних з розроблюваним;

P_i – показник розроблюваного виробу (системи).

Звідси

$$T_y = \sum_{i=1}^c B_i (P_{ci} + P_{ni}); \quad (5.6)$$

де T_y – узагальнений показник технічного рівня виробу.

5.2. Метод порівняння

Одним із головних прийомів техніко-економічного обґрунтування ефективності є порівняння. Порівняння як спосіб дослідження здійснюється через зіставлення одного технологічного або економічного показника (невідомого) з іншими (відомими) з метою визначення спільних рис або розбіжностей між ними.

В аналізі ефективності інженерних рішень метод порівняння використовують як основний або додатковий спосіб розв'язання багатьох його завдань.

Основними базами порівняння є:

- нормативні технологічні та економічні показники;
- звітні показники ефективності діяльності підприємства за минулий рік;
- дані попередніх періодів;
- середні галузеві показники ефективності;
- планові показники ефективності;
- показники передових підприємств або міжнародні стандарти.

Порівняння фактичних показників ефективності інженерних рішень з нормативними дає змогу визначити рівень виконання нормативних (оптимальних) завдань щодо обсягів і ефективності виробництва, фінансової стійкості підприємства, його ліквідності, ділової активності.

Порівняння фактичних показників з показниками попередніх періодів (дня, декади, місяця, кварталу, року) уможливорює оцінювання темпів зміни цих показників, визначення тенденцій та закономірностей розвитку виробничих процесів.

Порівняння із середніми показниками ефективності по галузі є необхідним для більш повної та об'єктивної оцінки діяльності підприємства, для вивчення загальних і специфічних факторів, що визначають результати його діяльності.

Порівняння фактичних даних із плановими показниками свідчить про рівень виконання плану за місяць, квартал, рік. Порівняння фактичних даних за попередні періоди з плановими можна використати і для перевірки обґрунтованості планових показників. Для цього фактичні дані показників ефективності в середньому за три – п'ять попередніх років порівнюють із даними плану поточного року.

Порівняння фактичного рівня показників із плановими є необхідним також для визначення резервів виробництва. Так, якщо план за певним показником не було виконано, то іноді це можна розглядати як невикористаний резерв підвищення ефективності виробництва з подальшим аналізом показників ефективності для виявлення резервів виробництва. Порівняння фактичних значень показників підприємства з кращими, що їх досягнуто на інших підприємствах галузі, торує шлях запровадженню передового досвіду та нових можливостей виробництва.

З метою отримання обґрунтованих висновків під час порівнювання необхідно враховувати умови порівняльності показників ефективності, оскільки порівнювати можна лише якісно однорідні величини. Досягнення порівняльності показників ефективності можливе за таких умов:

- нейтралізація впливу кількісного фактору;
- нейтралізація впливу цінового фактору;

- урахування впливу структурних зрушень на обсяг виробленої та реалізованої продукції;
- забезпечення однакової тривалості періодів, що порівнюються;
- забезпечення тотожності методики розрахунку порівнюваних показників;
- урахування соціально-економічних умов розвитку досліджуваних об'єктів і технологічних процесів.

5.3. Балансовий метод

Балансовий метод дозволяє ув'язувати потреби і ресурси, формувати необхідні пропорції між ними. Цей метод містить у собі систему балансів: матеріальних, технологічних, виробничих, трудових, продукції металообробної промисловості міжгалузевого використання.

Балансовий метод необхідний для забезпечення необхідної ефективної пропорційності і координації щодо вдосконалення потреб і витрат для виготовлення різних деталей, вузлів, машин, виробництв, галузей, територій і народного господарства в цілому. Суть кожного балансу — в забезпеченні кількісної відповідності між ресурсами і потребами, господарськими та організаційними заходами і очікуваними результатами.

Балансовий метод в обґрунтуванні ефективності інженерних рішень означає, що план виробництва виробів, ресурсів підприємства в цілому обґрунтовується складанням балансу, в якому попередньо визначаються потреби і джерела задоволення цих потреб. В загальній системі балансів використовуються наступні баланси:

- матеріальні;
- технологічні;
- виробничі;
- трудові;
- фінансові.

Матеріальні баланси розрізняються за наступними ознаками:

- за періодами і стадіями розроблення та виконання (довгострокова перспектива, середньострокова перспектива);
- за видами балансової моделі – однопроводові, багатоводові (зведені, комплексні, міжпроводові);
- за одиницями виміру – натуральні, цінні, натурально-цінні.

Одноводові баланси розробляються згідно з конкретними видами матеріальних ресурсів і повинні забезпечувати рівність між об'ємами цих ресурсів за джерелами вступу і потребами в напрямку їх використання.

Зведені баланси – сукупність одноводових балансів, об'єднаних за певними ознаками (галузева належність, технологічне призначення продукції). При

розробленні зведених балансів однопродуктові баланси зводяться до одного із видів балансованої продукції відповідної одиниці виміру (натуральної, умовної, цінової).

Комплексні баланси розробляються за групами взаємозамінних матеріальних ресурсів. В таких балансах враховуються фактори виробництва і застосування взаємозамінних ресурсів.

Міжпродуктові баланси слугують знаряддям контролю збалансованості виробництва конкретних видів продукції, на виготовлення яких використовується значна кількість різних видів ресурсів.

Матеріальні баланси в натуральному вираженні формуються за окремими видами продукції в різних натуральних одиницях виміру (наприклад баланс чавуну – в тонах; баланс лісу – в куб. м.). Залежно від видів продукції матеріальні баланси можуть характеризувати універсальні і локальні зв'язки.

Цінові матеріальні баланси, тобто баланси в грошовому вираженні, носять більш узагальнений і універсальний характер. Вони завжди багатодуктові і розробляються на рівні галузі чи регіону.

Натурально-цінові матеріальні баланси розробляються по групам однорідної продукції.

Нормативною базою матеріальних балансів слугує система норм, які визначають міру витрат різних матеріальних ресурсів на виробництво одиниці продукції чи на виконання одиниці об'єму певної роботи.

Обґрунтованість ефективності матеріальних балансів залежить також від повноти і достовірності інформації, що є базою для їх розроблення. Існує дві основних схеми потоків економічної інформації: централізована і децентралізована.

5.4. Бальний метод

При використанні бального методу кожному техніко-економічному параметру продукції дають експертну чи споживчу оцінку (у балах чи реальних одиницях вимірювання), а потім за спеціальною методикою оцінюють загальний техніко-економічний рівень ефективності продукції, тобто визначають інтегральну оцінку його якості.

Орієнтовну собівартість нового виробу розраховують шляхом добутку інтегральної оцінки нового виду продукції і собівартості базового виробу, яка забезпечує зростання цін пропорційно підвищенню якості товарів (поліпшенню оцінок параметрів).

Бальний метод доцільно застосовувати для оцінки ефективності за тими параметрами, які не піддаються безпосередньому кількісному порівнянню, завдяки чому він поширений у багатьох галузях виробництва.

Визначивши експертним шляхом ступінь важливості основних параметрів технологічної системи або виробу і, знаючи їх величину за порівнюваними варіантами, можна встановити ціннісний множник K_S :

$$K_s = \frac{S_{\delta}}{\sum_{j=1}^n A_j X_{\delta j}}; \quad \sum_{j=1}^n A_j = 1; \quad (5.7)$$

де S_{δ} – собівартість одиниці базової системи;

A_j – ступінь важливості j -го параметру, оцінена в балах;

$X_{\delta j}$ – величина j -го параметру, оцінена в балах;

n – кількість параметрів.

Знаючи аналогічні параметри нового виробу і величину ціннісного множника K_s базового виробу, можна укрупнено оцінити собівартість нової системи S_n :

$$S_n = K_s \sum_{j=1}^n A_j X_{nj}; \quad (5.8)$$

Ефективність використання бального методу залежить від професіоналізму експертів й обґрунтованості їх оцінок, а також від точності оцінювання якості товару споживачами.

5.5. Метод питомих витрат

Застосовується у разі наявності прямої пропорційної залежності між собівартістю і техніко-експлуатаційними параметрами:

$$S_n = \frac{S_{\delta} X_n}{X_{\delta}}; \quad (5.9)$$

де S_n , S_{δ} – повна собівартість виготовлення, відповідно, нової та базової системи (виробу);

X_n , X_{δ} – кількісне значення головного техніко-експлуатаційного параметру для оцінки ефективності.

Метод питомих витрат є найпростішим, але й найбільш неточним. Питома собівартість обчислюється на одиницю основного параметру виробу. Цей параметр ефективності залежить від типу виробу та повинен найбільшою мірою впливати на собівартість (потужність двигунів, вантажопідйомність кранів тощо). Точнішими є методи, які враховують не один, а декілька параметрів ефективності.

Проте, застосування цього методу дозволяє знизити собівартість продукції внаслідок пошуку резервів та оптимізації витрат на кожному технологічному етапі її виготовлення.

Метод питомих витрат має переваги перед більшістю інших методів ефективного управління витратами, оскільки дозволяє формувати витрати, враховуючи особливості технологічних процесів та специфіку продукції, в той же час, основні підходи та інструменти інших методів оцінки ефективності

можуть гармонійно співпрацювати з методом питомих витрат для більш ефективного вирішення завдань виробництва.

5.6. Метод питомих вагомостей

Метод дозволяє виявити питому вагу прямих виробничих витрат прямим способом, коли згідно відповідних норм витрат і нормативів вартості розраховується одна із статей калькуляції собівартості (наприклад, затрати на закупні комплектуючі вироби, напівфабрикати та на основні матеріали S_m), а потім – повну собівартість (ціна) S :

$$S = \frac{S_m \cdot 100}{K_{sm}}; \quad (5.10)$$

де K_{sm} – частка витрат в собівартості (ціні) аналогічних, раніш освоєних виробів, %.

Приклад структури прямих виробничих витрат для серійного виробництва технологічних систем наведено в таблиці 5.3.

За відсутності необхідної статистики, частку витрат в структурі собівартості (ціні) можна визначити згідно кореляційної залежності – для систем (приладів), побудованих з використанням мікросхем:

$$K_{sm} = 0,25 + 0,046 \cdot T_y + 0,064 \lg T_y. \quad (5.11)$$

Таблиця 5.3. Структура прямих виробничих витрат (приклад)

<i>Тип систем</i>	<i>Питома вага затрат, %</i>		
	<i>Основні матеріали</i>	<i>Комплектуючі вироби</i>	<i>Основна заробітна плата</i>
Пристрій управління верстатом з ЧПК	10	70	20
Програмне забезпечення	15	30	55
Процесор	10	45	45

5.7. Метод регресійного аналізу

Заснований на визначенні й використанні емпіричних формул залежності собівартості (ціни) від зміни параметрів виробу. Регресійні моделі витрат можуть класифікуватися за низкою ознак:

- за кількістю параметрів, що враховуються та впливають на рівень собівартості, – однофакторні (парні) і множинні регресійні залежності;
- за складом чинників – залежності собівартості від чинників, загальних лише для однієї групи функціонально-однорідних виробів і залежності, що враховують фактори, загальні для багатьох груп.

Так, наприклад, рівняння зв'язку, яке відповідає максимальним значенням парних коефіцієнтів кореляції по групі свердлильних пристосувань, має вигляд:

$$S = 1,652 - 9,483T_{um}^{-0,3} + 0,295p^{2,5} - 2,068N^{-0,2} + 1,614T^{-1,5}, \quad (5.12)$$

де S – розрахункове значення собівартості пристрою, грн./шт.;

T_{um} – працемісткість виготовлення, люд/шт.,

p – відсоток виходу придатних виробів,

N – програма випуску, тис. шт./год,

T – рік випуску.

Недоліком даного методу є те, що часто доводиться розробляти подібні залежності самостійно. Для конкретних завдань необхідно використовувати графічне представлення залежності та однофакторні регресійні залежності, де в якості незалежної змінної в моделі слід застосовувати узагальнений показник якості C_i .

$$C_i = f(K_{si}). \quad (5.13)$$

5.8. Метод нормативної калькуляції або ціноутворення

Нормативний метод обліку витрат на виробництво є найбільш прогресивним. Він характеризується тим, що на підприємстві за кожним видом виробів на основі діючих на початок звітного періоду норм і кошторисів витрат складають нормативну калькуляцію. На підставі нормативної калькуляції визначають фактичну собівартість продукції (робіт, послуг), здійснюють оцінку браку у виробництві та розмірів незавершеного виробництва.

Норми витрат матеріальних і трудових ресурсів установлюють відповідно до конструкторсько-технологічної та іншої документації на виробництво продукції.

Вони утворюють взаємозв'язану систему, що регламентує всі сторони господарської діяльності підприємства. Норми можуть змінюватися (як правило, знижуватися) у міру освоєння виробництва та поліпшення використання матеріальних і трудових ресурсів. Зведений розрахунок собівартості та оптової (відпускної) ціни виробу за цим методом наведено в табл. 5.4.

Податок на додану вартість розраховується за нормативом ($y\%$) до ціни Z за вирахуванням вартості матеріалів і покупних виробів $S_m + S_{ni}$, тобто норматив дорівнює:

$$[Z - (S_m + S_{ni})] / 100\%.$$

Спрощений варіант розрахунку повної собівартості має вигляд:

$$S_n = [S_m + L_o(1 + K_o / 100)(1 + K_n / 100) + L_o(W_{np} + W_{zp}) / 100] * [1 + (W_n + W_{ep}) / 100], \quad (5.14)$$

де S_n – повна собівартість системи (пристрою);

S_m – вартість матеріалів і покупних комплектуючих виробів, грн./шт.;
 L_o – основна виробнича зарплата, грн./шт.;
 K_o – додаткова зарплата (10-20%);
 K_n – відрахування у фонди, %;
 W_{np} – цехові видатки, %;
 W_{zp} – загальнозаводські видатки, %;
 W_{ep} – позавиробничі видатки, %;
 W_n – видатки на розвиток науки (1,5%).

Таблиця 5.4. Структура витрат на собівартість

№	Статті витрат	Позначення
1	Основні матеріали	S_m
2	Покупні вироби	S_{nv}
3	Всього матеріали і покупні вироби	$S_m + S_{nv}$
4	Основна виробнича зарплата з нарахуваннями	B_o
5	Відрахування на соціальні потреби	K_{cn}
6	Витрати на технічну підготовку і освоєння виробництва продукції, не призначеної для серійного і масового виробництва	S_o
7	Зношення спеціальних інструментів і пристосувань	S_{ci}
8	Втрати від браку	B_b
9	Інші виробничі витрати	S_{in}
10	Витрати на утримання на експлуатації обладнання	W_o
11	Цехові витрати	$W_{цв}$
12	Загальнозаводські витрати	W_{ep}
13	Виробнича собівартість	C_{vp}
14	Позавиробничі витрати	W_{ep}
15	Відрахування на розвиток науки (1,5% від C_{np})	W_n
16	Повна собівартість	C_n
17	Прибуток при рівні рентабельності, %	D_n
18	Ціна (без податку на додану вартість)	Z
19	Податок на додану вартість	$ПДВ$
20	Оптова (відпускна) ціна	Z_o
21	Посередницькі послуги	P_n
22	Торгова знижка (% від Z_n)	S_m
23	Вільна роздрібна ціна	Z_p

Нормативний метод застосовують на підприємствах машинобудівної галузі промисловості з масовим і великосерійним типом виробництва, де виробляється різноманітна і складна продукція, що складається з великої кількості деталей та вузлів.

Переваги методу нормативної калькуляції собівартості або ціноутворення полягають в тому, що він дозволяє в будь-який момент часу отримувати дані про фактичну собівартість виробів, а також регулярно аналізувати причини відхилень і виявляти шляхи їх усунення. Системне документування відхилень від норм дозволяє встановлювати причини відхилень в момент їх виникнення, тоді як за інших методів причини відхилень, якщо й виявляють, то після складання звітної калькуляції собівартості.

5.9. Метод розрахунку собівартості виробу з врахуванням виходу придатних деталей

Коефіцієнтом (відсотком) виходу придатних виробів P_i називається відношення кількості придатних виробів до кількості виробів, запущених на оброблення на i -ту операцію N_{zi}

$$P_i = \frac{N_{rj}}{N_{zi}} \quad \text{або} \quad P_i = \frac{N_{rj} \cdot 100}{N_{zi}} \% \quad (5.15)$$

Загальний коефіцієнт виходу придатних виробів P_o визначається діленням поопераційних коефіцієнтів:

$$P_o = P_1 \cdot P_2 \cdot \dots \cdot P_i \dots P_m = \prod_{i=1}^m P_i \quad (5.16)$$

Технологічні втрати становлять частину витрат виробництва, які є функціонально залежними від коефіцієнта виходу придатних деталей. До них відносяться витрати на матеріали, напівфабрикати, основну та додаткову зарплату з нарахуваннями виробничим робітникам, а також витрати, пов'язані з роботою та утриманням обладнання. В розрахунку собівартості виготовлення технологічні втрати враховуються «автоматично» введенням в розрахункові формули коефіцієнта виходу придатних виробів.

Витрати на матеріали складають:

$$S_m = K_{mp} \left(\sum_{i=1}^m Q_i \cdot C / \prod_{i=1}^m P_i \right) \quad (5.17)$$

де Q_i – норми витрат (на фізичну одиницю виробу, тобто $p=1$) конкретних видів матеріалів і напівфабрикатів, які використовуються на 1-й операції, нат.од./шт.;

C – ціна конкретних видів матеріалів і напівфабрикатів, грн./шт.;

m – кількість технологічних операцій;

K_{mp} – коефіцієнт транспортних видатків (5–10%).

Заробітна плата основних виробничих робітників дорівнює:

$$L_o = \sum_{i=1}^m L_{mi} \cdot T_{umi} / \prod_i P_i, \quad (5.18)$$

де L_{mi} – годинна тарифна ставка на i -й операції, що відповідає конкретному розряду роботи і системі оплати праці, грн./люд;

T_{umi} – працемісткість оброблення виробу на i -й операції, люд./шт.

Так, наприклад, собівартість інтегральної схеми C_{uc} (грн./ЛС) може бути розрахована як:

$$C_{uc} = 1 / P_{B4} \{ 1 / P_{B3} [1 / P_{B2} (C_{nl} / P_c P_{B1} + C_{en}) + C_k + C_{ci}] + C_{eo} \} \quad (5.19)$$

де C_{nl} – вартість різальної пластини і затрати на процеси по її обробленню;

C_{en} – витрати на попередні випробування однієї схеми;

C_k – витрати на виготовлення корпусу;

C_{ci} – витрати на складання однієї схеми;

C_{eo} витрати на кінцеве випробування однієї схеми;

P_c – кількість схем на одній кремнієвій пластині;

$P_{B1}, P_{B2}, P_{B3}, P_{B4}$ – коефіцієнти виходу придатної продукції відповідно, після оброблення пластини (в частках загальної кількості виробів, що надійшли на дану операцію), після попередніх випробувань, після складання в корпусі, після остаточних випробувань.

5.10. Метод середньої вартості функціональних елементів (ФЕ)

Метод ґрунтується на обмеженості набору функціональних елементів при виготовленні системи (деталі, пристрою). Досвід показує, що середня вартість деяких класів ФЕ незначно різниться.

Наприклад, середні вартості фазових детекторів, модуляторів, тригерів, УПТ, інтегральних схем типових операційних пристроїв для автоматизованого виробництва та інших елементів практично однакові для всіх виробів. Це дозволяє визначити собівартість виробу підсумовуванням вартості ФЕ з урахуванням їх класу за формулою:

$$C_n = \sum_{i=1}^m N_i \cdot C_i \quad (5.20)$$

де m – число різних класів елементів в даній системі;

N_i – число елементів одного класу;

C_i – середня вартість ФЕ.

Числа m і N_i найчастіше відомі або можуть бути визначені на стадії ескізного проектування. Середню вартість ФЕ визначають діленням вартості блоку одного і того ж i -го класу, що випускається промисловістю, на число ФЕ в блоці. Витрати, пов'язані із загальною компоновкою і наладкою системи, обчислюються відомими методами визначення собівартості. Сумарна похибка відхилення фактичної собівартості від розрахункової – не більше 10%, що цілком прийнятно для економічного обґрунтування.

5.11. Метод індексації вартості деталі по мірі зростання витрат на її виготовлення

Метод індексації витрат передбачає визначення вартості об'єкту на основі індексації статей витрат, що входили в кошторис витрат на його створення (матеріали, комплектуючі вироби, енерговитрати, заробітну плату, амортизацію та інші витрати).

Для того, щоб визначити загальний рівень збільшення витрат, необхідно визначити приватні індекси зростання цін на окремі складові і «зважити» їх, тобто врахувати частку цих витрат у загальних витратах. Зведений індекс зростання собівартості (ціни) R можна визначити за формулою:

$$R = \sum_i S_{num.i} R_i \quad (5.21)$$

де $S_{num.i}$ – питома вага матеріальних, трудових витрат та / або витрат з реалізації продукції та інших витрат;

R_i – індекс зростання цін на матеріали, споживчих цін, середньої зарплати, цін по реалізації продукції та ін.

При визначенні зростання собівартості (ціни) доцільним є врахування лише основних статей витрат, тобто ті витрати, які безпосередньо пов'язані із забезпеченням випуску продукції. Практика показує, що вони, як правило, становлять близько 80% всіх витрат.

Питання для самоперевірки:

1. Показники ефективності технічного рівня виробу.
2. Які методи прогнозування використовуються для оцінки ефективності технічного рівня виробу?
3. Метод порівняння.

4. Основні бази порівняння в техніко-економічному обґрунтуванні ефективності інженерних рішень.
5. Умови досягнення порівнянності показників ефективності.
6. Сутність балансового методу в оцінці ефективності інженерних рішень.
7. Система балансів.
8. Класифікація матеріальних балансів.
9. Нормативна база матеріальних балансів.
10. Однопродуктові, багатопродуктові види балансової моделі.
11. Від чого залежить обґрунтованість ефективності балансів?
12. Сутність бального методу в оцінці ефективності інженерних рішень.
13. Метод питомих витрат і вагомостей.
14. Метод індексації витрат.
15. Які показники ефективності розраховуються в методах питомих витрат і вагомостей?
16. Метод регресійного аналізу.
17. Класифікація регресійних моделей витрат.
18. Метод нормативної калькуляції або ціноутворення.
19. Як установлюють норми витрат матеріальних і трудових ресурсів?
20. Метод розрахунку собівартості виробу з врахуванням виходу придатних деталей.
21. Види витрат в розрахунку собівартості виробу з врахуванням виходу придатних деталей.
22. Як визначається коефіцієнт виходу придатних виробів?
23. Метод середньої вартості функціональних елементів виробу.

Тема 6. Собівартість як основний показник ефективності інженерних рішень

- 6.1. Структура та види собівартості.
- 6.2. Класифікація витрат на виробництво продукції.
- 6.3. Аналіз собівартості продукції за стадіями життєвого циклу.
- 6.4. Методи визначення собівартості.
- 6.5. Шляхи зниження собівартості продукції.

6.1. Структура та види собівартості

Собівартість продукції – це виражені у грошовій формі витрати, пов'язані з підготовкою, організацією, веденням виробництва та реалізацією продукції. Собівартість продукції складається з витрат природних ресурсів, сировини, матеріалів, палива, енергії, основних засобів, трудових ресурсів тощо. Чим нижча собівартість продукції, тим більшою є економія праці, краще використовуються основні фонди, матеріали, паливо, тим дешевше виробництво продукції обходиться як підприємству, так і суспільству в цілому.

Собівартість продукції є одним із найважливіших показників роботи підприємства, оскільки він:

- комплексно характеризує рівень витрат усіх наявних ресурсів підприємства, а відтак, і рівень техніки, технології та організації виробництва;
- є базою для оцінки економічної ефективності виробництва;
- є базою для встановлення цін на продукцію (роботи, послуги);
- є базою для визначення прибутку підприємства.

Крім того, собівартість продукції характеризує результати виробничої, господарської і комерційної діяльності підприємства.

До собівартості продукції, зокрема, включаються витрати праці, засобів і предметів праці на виробництво продукції на підприємстві. До них відносяться:

- витрати на підготовку і освоєння виробництва;
- витрати, безпосередньо пов'язані з виробництвом продукції, зумовлені технологією і організацією виробництва, включаючи витрати на контроль виробничих процесів і якості продукції;
- витрати, пов'язані з раціоналізацією й винахідництвом;
- витрати з обслуговування виробничого процесу, забезпечення нормальних умов праці й техніки безпеки;
- витрати, пов'язані з набором робочої сили, підготовкою та перепідготовкою кадрів;
- відрахування на соціальні заходи;
- витрати по управлінню виробництвом тощо.

Крім цього, до собівартості продукції (робіт, послуг) включаються також втрати від браку, від простоїв за внутрішньовиробничими причинами, нестачі матеріальних цінностей у виробництві й на складах в межах норм природного убутку.

Залежно від того, які витрати включаються до собівартості продукції, традиційно виділяються такі її види:

- технологічна – включає лише прямі витрати, пов’язані з підготовкою та виготовленням продукції;

- виробнича – включає прямі і загальновиробничі витрати; а також витрати, пов’язані з управлінням (заробітна плата персоналу заводууправління, амортизаційні відрахування, утримання і поточний ремонт будівель споруд загальнозаводського призначення тощо);

- цехова – включає виробничі витрати цеху підприємства, пов’язані з виготовленням продукції;

- маргинальна (обмежена) – це виробнича собівартість, яка характеризує рівень прямих змінних витрат, які припадають на одиницю продукції;

- заводська – собівартість, до складу якої включаються, крім безпосередніх затрат на виготовлення виробу, ще й адміністративні та інші операційні витрати;

- повна – виробнича собівартість, збільшена на суму адміністративних, комерційних і збутових витрат. Цей показник інтегрує загальні витрати підприємства, які пов’язані як з виробництвом, так і з реалізацією продукції;

- індивідуальна – характеризує витрати конкретного підприємства, які пов’язані з випуском продукції;

- середньогалузева – характеризує середні по галузі витрати на виробництво даного виробу і розраховується за формулою середньо-зваженої із індивідуальних собівартостей підприємств галузі.

Показник повної собівартості використовується не для оцінки активів, а для цілей довгострокового планування та для визначення ціни на продукцію.

За ознакою часу собівартість поділяється на планову (нормативну) і фактичну. Для розрахунку планової (нормативної) собівартості включаються максимально допустимі витрати підприємства на виготовлення продукції, передбачені планом в минулому періоді. Планова собівартість визначається на основі встановлених норм і нормативів, які діють в момент складання плану, і визначає витрати, які є для даного підприємства є максимально допустимими й неминучими. Фактична (звітна) собівартість відображає фактичні витрати підприємства на виробництво даної продукції, а також ступінь виконання плану та ефективність роботи підприємства в плановому періоді.

6.2. Класифікація витрат на виробництво продукції

В обґрунтуванні ефективності технологічних процесів машинобудівних підприємств розрізняють собівартість усієї виробничої продукції (підприємства, об'єднання, галузі) і собівартість одиниці окремих виробів. Собівартість окремих виробів дозволяє встановити, у що обходиться підприємству виробництво того чи іншого продукту. Склад витрат, що включаються до собівартості продукції (робіт, послуг), визначається основними положеннями по складу витрат, що включаються до собівартості продукції.

Відповідно до основних положень і з урахуванням специфіки продукції у відповідних галузях, видах діяльності міністерства, відомства, міжгалузеві відомчі об'єднання, концерни та асоціації, а також інші органи управління розробляють галузеві методичні рекомендації з питань планування, обліку й калькулювання собівартості продукції. При цьому склад витрат, що включаються до собівартості, узгоджується з Міністерством фінансів, Міністерством статистики. Витрати утворюють собівартість промислової продукції, за своїм характером не є однорідними і групуються за низкою ознак: економічними елементами, статтями витрат та іншими ознаками, які мають важливе значення для техніко-економічного обґрунтування собівартості.

Метою класифікації витрат є виділення із загальної маси релевантної частини (частина, на яку можна вплинути на даний момент).

Класифікація витрат здійснюється за наступними ознаками:

1. За ступенем однорідності:
 - елементні;
 - комплексні.
2. За динамікою щодо обсягу випуску, річної програми виготовлення окремих виробів;
 - постійні;
 - змінні;
 - змішані.
3. За способом віднесення на конкретну деталь, виріб:
 - прямі;
 - непрямі.
4. За ступенем регулювання:
 - повністю регульовані;
 - частково регульовані (довільні);
 - слабо регульовані (задані).
5. За ступенем участі у виробничому процесі:
 - основні;
 - накладні.

Прямі витрати можна безпосередньо віднести на окремий виріб або деталь. Непрямі витрати не можна безпосередньо віднести на певний виріб або деталь, тому що вони в тій чи іншій мірі відносяться до всіх видів продукції, яка виготовляється, деталей на дільниці або у цеху. Такими витратами є, наприклад, витрати на допоміжні матеріали для утримання будівель і виробничого устаткування, ремонт обладнання і устаткування, заробітна плата інженерно-технічного персоналу цеху тощо. При визначенні ефективності витрат виробництва ці витрати поєднують у групи (витрати по утриманню та експлуатації обладнання, цехові, загальнозаводські витрати) і розподіляють за різними видами продукції непрямым шляхом, тобто пропорційно заробітній платі виробничих робітників або якому-небудь іншому показнику.

Пропорційні витрати збільшуються (зменшуються) пропорційно зростанню обсягу виробництва. До них відносяться витрати на сировину, матеріали, технологічне паливо і енергію, основну заробітну плату виробничих робітників.

Непропорційні (умовно-постійні) – це витрати, величина яких не змінюється або змінюється в меншій мірі, ніж обсяг продукції, яка виготовляється. До складу цих витрат включається частина цехових витрат, витрати на освітлення, опалення й ремонт будинків, зміст загальнозаводського і цехового управлінського персоналу тощо. Ці витрати із збільшенням обсягу виробництва на одиницю продукції знижуються незначно, так як загальна їх величина залишається постійною або збільшується (зменшується) непропорційно збільшення (зменшення) обсягу виробництва.

До елементних (однорідних) відносяться всі статті витрат, які не можна розчленувати на складові частини, наприклад, заробітна плата або витрати на основні матеріали та сировина, амортизація основних фондів тощо.

Комплексними називаються статті витрат, що складаються з декількох однорідних, елементарних витрат (заробітна плата, матеріали, амортизація та ремонт обладнання, зношення інструменту, витрати на силову енергію).

До основних відносяться витрати, які безпосередньо виникають в результаті виконання технологічного процесу, наприклад, витрати на основні матеріали, пряма виробнича заробітна плата, амортизація та ремонт обладнання, зношення інструменту, витрати на силову енергію.

До накладних відносяться витрати, пов'язані або з управлінням виробництвом (заробітна плата керівних і науково-технічних працівників), або з використанням матеріальних умов праці (утримання і поточний ремонт цехів і дільниць).

З метою визначення ефективності витрати можна розділити на три групи за ступенем регулювання: повністю, частково і слабо регульовані. Ознаки різних груп наведено в табл. 6.1.

Повністю регульовані витрати насамперед у сферах виробництва розподілу продукції. Довільні витрати мають місце головним чином у НДДКР, маркетингу та обслуговуванні клієнтів. Слабо регульовані (задані) витрати виникають в усіх функціональних сферах.

Необхідність класифікації витрат за ступенем регулювання очевидна: будь-яка інша класифікація (змінні або постійні, прямі чи опосередковані, тощо) у кінцевому рахунку призначені саме для виявлення релевантних витрат, а даний підхід дозволяє зробити це відразу, без опосередкування ланок.

Класифікація витрат за ступенем регулювання дозволяє зрозуміти, хто і наскільки сильно може впливати на витрати, але вона нічого не говорить про те, яким чином можна це зробити.

Тому класифікація витрат за ступенем регулювання застосовується в поєднанні з іншими способами класифікації витрат, зокрема, щодо обсягу випуску.

Таблиця 6.1. Класифікація витрат за ступенем регулювання

<i>Група</i>	<i>Опис</i>	<i>Приклад</i>	<i>Період</i>
Повністю регульовані	Відображають чіткий (функціональний) взаємозв'язок між входом і виходом	Основні матеріали	Коротко-строковий період
Частково регульовані (довільні)	1. Відсутній жорсткий причинно-наслідковий зв'язок між входом і виходом. 2. Виникають періодично (наприклад щорічно)	Вдосконалення технологічного процесу, застосування нового устаткування, пристроїв	Більш тривалий період
Слабо регульовані (задані)	Виникають як результат володіння довгостроковими активами (наприклад, основні засоби)	Будівництво нового цеху, дільниці	Найтриваліший період

Ступінь регулювання витрат відрізняється залежно від умов:

- тривалості періоду часу;
- повноважень особи, яка приймає рішення (витрати, задані на рівні начальника цеху, можуть виявитися регульованими на рівні керівника підприємства).

Тому класифікація витрат за ступенем регулювання на підприємствах застосовується в поєднанні з поділом на центри відповідальності.

Розуміння собівартості потрібне не лише для аналізу ефективності, але й для планування та контролю витрат, формування ціни й прибутку, визначення оподаткованої бази для вирахування податку на прибуток. Постановами Уряду визначено елементи собівартості для розрахунку оподаткованої бази. Машинобудівні підприємства використовують типову методику для калькуляції витрат за статтями:

1. Сировина і матеріали з вирахуванням відходів, що реалізуються.
2. Паливо і енергія на технологічні цілі.
3. Комплектуючі: покупні готові та напівфабрикати.
4. Заробітна плата виробничих робітників (основних і допоміжних).
5. Відрахування на соціальні потреби.
6. Витрати на підготовку та освоєння продукції.
7. Витрати на утримання устаткування (амортизаційні відрахування, обслуговування і ремонт, заробітна плата допоміжних робітників для обслуговування й ремонту).
8. Цехові витрати.
Разом: цехова собівартість.
9. Загальнозаводські витрати.
10. Витрати від браку.
Разом: виробнича собівартість.
11. Комерційні витрати.
Разом: повна собівартість.

Перелічені статті витрат дозволяють виділити основні прямі витрати, які можуть бути віднесені до певних видів продукції, і накладні витрати (цехові та загальнозаводські), які враховуються на місцях їх виникнення. Рівень накладних витрат підприємства є відносно стабільним у часі та корелюється із заробітною платою основних робітників. Для різних підприємств накладні витрати змінюються в широких межах – від 100% до 800% від заробітної плати основних робітників.

Для порівняння технологічних процесів зазвичай розраховується технологічна собівартість. Вона включає елементи витрат, що змінюються, на реалізацію технологічного процесу. Для аналізу ефективності та управління витратами, рішення завдань важливе значення має класифікація витрат на умовно-постійні та умовно-змінні.

Умовно-постійні витрати – це витрати, які не змінюються або змінюються незначно зі зміною обсягу виробництва. До них відносяться: витрати на утримання і амортизацію будівель і споруд, витрати на управління підприємством тощо.

Змінні витрати змінюються пропорційно зі зміною обсягу виробництва. До них відносяться: заробітна плата робітників, витрати на основні та допоміжні матеріали, комплектуючі вироби, технологічне паливо і енергію.

У структурі технологічної собівартості до умовно-постійних витрат відносять витрати на спеціальні засоби (устаткування, оснащення), які призначені для конкретної номенклатури деталей, а також витрати на переналагодження устаткування.

Приклад. Порівнюються два технологічних процеси.

Проектний відрізняється використанням спеціального оснащення вартістю $C_{осн} = 10$ ум. од., зменшенням $T_{шк}$ від 30 до 20 хвилин, зростанням енерговитрат $C_{ен}$ від 2 до 3 ум. од./шт.

Заробітна плата з відрахуваннями однакова $C_z = 40$ грн./годину.

Амортизаційні відрахування $C_{ам}$ визначаються у розмірі 10% від вартості устаткування $C_{об} = 360$ тис. ум. од.

Тоді за змінними елементами витрат технологічна собівартість для обсягу виробництва P дорівнює:

$$C_m = C_{ен} + C_z + C_{ам} + C_{осн}, \quad (6.1)$$

$$C_m = C_{ен} \cdot P + 40P \cdot T_{шк} / 60 + \frac{0.1C_{об.} \cdot T_{шк}}{3600 \cdot 60} P + C_{осн}, \quad (6.2)$$

$$C_m^a = 2P + 20P + 5P \text{ (аналог)}, \quad (6.3)$$

$$C_m^H = 3P + 13,3P + 3,3P + 10000 \text{ (новий ТП)}. \quad (6.4)$$

Спільний розв'язок дозволяє визначити області використання проаналізованих технологічних процесів.

Критична програма $P^* = 1351$ дет./рік.

Витрати на переналагодження устаткування прийнято однаковими, тому в розрахунках не враховувалися.

Це пояснює, чому $C_m^a = 0$ при нульовій програмі. У випадку використання спеціальних засобів більше одного року, тобто при стабільній програмі величина P^* знижуватиметься.

Графічний розв'язок задачі представлено на рис. 6.1.

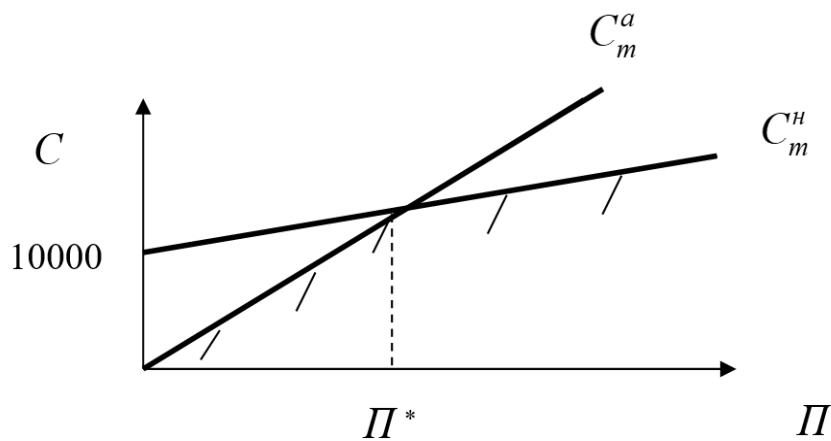


Рисунок 6.1. Области використання порівнювальних технологічних процесів

6.3. Аналіз собівартості продукції за стадіями життєвого циклу

У сучасних умовах створення і впровадження в машинобудуванні ефективних науково-технічних рішень, у тому числі створення нових видів продукції, мають бути спрямовані на ефективніше використання трудових, матеріальних і фінансових ресурсів. Процес споживання цих ресурсів відбувається протягом усього життєвого циклу виробу аж його зняття з виробництва і експлуатації. Знати витрати на виріб на всьому шляху його створення і експлуатації, керувати ними – найактуальніше завдання досягнення максимального народногосподарського ефекту від нововведення.

Визначення життєвого циклу продукції і типовий зміст робіт на його стадіях встановлюють вітчизняні стандарти, відповідно до яких весь життєвий цикл поділяють на 4 стадії: дослідження і проєктування; виготовлення продукції; експлуатація й утилізація.

Повний життєвий цикл продукції можна поділити на 4 стадії: передпроектну, проєктну, освоєння і виробництво, експлуатацію.

Розроблення методики аналізу собівартості за стадіями життєвого циклу продукції потребує вивчення складу і структури кожної стадії з метою з'ясування їх особливостей і впливу останніх на процес формування витрат і на вибір методів техніко-економічного обґрунтування собівартості.

Передпроектна стадія складається з трьох етапів: фундаментальних і теоретичних досліджень; пошукових досліджень; прикладних науково-дослідних робіт. На етапі прикладних науково-дослідних робіт проводять такі техніко-економічні розрахунки і обґрунтування: розрахунок потенційної економічної ефективності впровадження на підетапі «Розробка технічного завдання»; техніко-економічне обґрунтування форм, методів і засобів дослідження на підетапі «Розробка технічної пропозиції»; техніко-економічне обґрунтування експерименту; визначення очікуваного (потенційного) економічного ефекту на кінцевих підетапах робіт.

На етапі проектно́ї стадії здійснюють такі розрахунки і техніко-економічні обґрунтування, як: на підетапі «Технічне завдання» – економічне обґрунтування доцільності конструкторського розроблення, розрахунок ефективності (попередній), визначення граничної ціни, орієнтовного попиту, технічного рівня виробу; на підетапі «Технічна пропозиція» – перевірка виробу на конкурентоздатність, порівняльна характеристика за економічним, естетичним, та іншими показниками; визначення питомої працемісткості, матеріаломісткості, очікуваних техніко-економічних показників, визначення потенційного ефекту в споживача на основі прогнозованих експлуатаційних властивостей.

На підетапі «Ескізний проєкт» – оцінювання на технологічність, вибір варіантів технічних рішень, визначення техніко-економічних характеристик і собівартості проєктованого виробу; на підетапі «Технічний проєкт» – обґрунтування ефективності технічних рішень і аналіз конструкцій на технологічність, оцінювання витрат на транспортування, зберігання, монтаж на місці застосування, оцінювання експлуатаційних витрат, уточнення розрахунків собівартості проєктованих виробів; на підетапі «Розробка робочої документації» – встановлення собівартості і гуртової ціни виробу, визначення очікуваного економічного ефекту.

На етапі технологічної підготовки виробництва здійснюються такі техніко-економічні розрахунки й обґрунтування: на підетапі «Технічний проєкт» – обґрунтування й уточнення собівартості виробу за допомогою широкого застосування функціонально-вартісного аналізу; на підетапі «Робочий проєкт» – визначення працемісткості та технологічної собівартості проєктованого виробу.

Стадію «Освоєння і виробництво» збільшено можна поділяти на дві підстадії: підготовку промисловості до виробництва нового (вдосконаленого) виробу і його освоєння; власне виготовлення виробу як продукту праці. У серійному (масовому) виробництві виріб проходить ряд послідовних етапів: економічне освоєння (доведення технологічних процесів, конструкторської документації, адаптація всіх служб і т. ін.); стабільне (стале) виготовлення продукції; модернізація і вдосконалення споживчих властивостей продукції; зняття з виробництва.

Стадія експлуатації виробу складається з п'яти етапів, серед яких: підготовка й транспортування, зберігання; монтаж і підготовка до експлуатації; власне експлуатація знарядь праці (застосування предметів праці), включно обслуговування, ремонт, відновлення, тобто, експлуатацію продукту з метою вияву його корисного ефекту, заради якого продукцію було створено; зняття з виробництва (демонтаж); утилізація ліквідованих знарядь праці.

Вивчення складу і змісту робіт на кожному етапі і стадії життєвого циклу продукції показує, що процес формування витрат за всіма стадіями доволі склад-

ний і має на кожному етапі свої особливості. Ці особливості безпосередньо впливають на побудову методики визначення ефективності витрат за стадіями життєвого циклу продукції. Аналіз собівартості за стадіями життєвого циклу продукції – системне дослідження техніко-економічних, конструктивно-технологічних, функціональних і естетичних характеристик, створюваних або вдосконалюваних виробів у поєднанні з вивченням витрат на різних стадіях життєвого циклу.

Визначення собівартості за стадіями життєвого циклу проводять за такою програмою:

- постановка завдання аналізу ефективності;
- дослідження варіантів вирішення постановленого завдання;
- вибір базового варіанту для порівняння;
- вибір критеріїв і показників собівартості, чинників зниження витрат, їх обґрунтування;
- розроблення методів, алгоритмів розрахунку аналітичних показників, визначення впливу чинників на собівартість виробу;
- збір, систематизація і підготовка вихідних даних для інформаційного забезпечення аналізу ефективності собівартості;
- проведення техніко-економічних розрахунків ефективності;
- аналітичне оброблення проведених розрахунків;
- аналіз результатів і вибір найоптимальнішого технічного рішення,
- розроблення заходів щодо зниження собівартості нового (вдосконаленого) виробу.

6.4. Методи визначення собівартості

На різних стадіях життєвого циклу продукції використовують різні методи і прийоми визначення показників собівартості та ефективності.

Для початкових стадій характерне використання наближених прийомів попереднього визначення собівартості. Пояснюються це тим, що на ранніх стадіях життєвого циклу продукції ще відсутні достатні та достовірні відомості про новий виріб, відсутні специфікації, норми й нормативи. Такий стан змушує дослідників і розробників використати наближені методи.

Існують такі методи попереднього визначення собівартості виробу: метод питомої ваги, графоаналітичний, метод раціональної функції, складного коефіцієнта якості, бального оцінювання, регресивного аналізу. Класифікацію існуючих методів попереднього визначення собівартості за стадіями життєвого циклу продукції та їх характеристика наведено у табл. 6.2. Як видно з таблиці, попереднє визначення собівартості шляхом прямого калькулювання стає можливим, лише починаючи з підсумкових етапів розроблення і проєктування.

Розглянемо коротко деякі прийоми попереднього визначення собівартості.

Метод питомої ваги називають також методом структурної аналогії. Він базується на аналітичному зіставленні проєктованого виробу з аналогом. При цьому припускають, що структура собівартості порівнюваних виробів відносно постійна. Як базові статті для розрахунку найчастіше вибирають сировину і матеріали, куповані комплектуючі вироби і напівфабрикати, основну заробітну плату виробничих робітників, тобто прямі статті калькуляції.

Визначивши питому вагу кожної з прямих статей калькуляції у собівартості виробу-аналогу, розраховують значення прямих статей калькуляції, внесених до собівартості нового виробу, враховуючи ознаку структурної аналогії за такою формулою:

$$C^{нв} = \frac{100}{Y_i^a} \cdot Z^{нв}, \quad (6.5)$$

де $C^{нв}$ – собівартість i -ої статті прямих витрат нового виробу, грн.;

Y_i^a – питома вага i -ої статті собівартості виробу-аналогу, %;

$Z^{нв}$ – сума витрат за цією статтею у собівартості нового проєктованого виробу, грн.

Таблиця 6.2. Класифікація методів попереднього визначення собівартості виробу

<i>Метод</i>	<i>Стадії і етапи застосування</i>	<i>Витрати, визначені за допомогою методу</i>
Питомої ваги	Ескізне, технічне проєктування, розроблення робочої документації	Матеріальні витрати, куповані комплектуючі вироби і напівфабрикати, основна заробітна плата робітників, повна собівартість виробу
Графоаналітичний	На аналогічних етапах	Ті самі витрати
Раціональної функції	Технічне завдання, технічна пропозиція	Повна собівартість виробу
Складного коефіцієнта якості	На аналогічних етапах	Повна собівартість виробу
Регресійного аналізу	На будь-якій стадії, доцільно на більш ранніх	Матеріали, куповані комплектуючі вироби, основна заробітна плата робітників, повна собівартість виробу
Агрегатний	На аналогічних витратах	Повна собівартість або окремі статті калькуляції

Отримані значення прямих статей витрат дають можливість визначити виробничу собівартість проєктованого виробу:

$$C^{нв} = C_{м}^{нв} + C_{зн}^{нв} + C_{кв}^{нв} + C_{зн}^{нв} \cdot \frac{H_{\text{в}}}{100}, \quad (6.6)$$

де $C^{нв}$ – виробнича собівартість нового виробу;

$C_{м}^{нв}$ – витрати на матеріали у собівартості нового виробу;

$C_{зн}^{нв}$ – витрати на основну заробітну плату виробничих робітників у собівартості нового виробу;

$C_{кв}^{нв}$ – витрати на куповані комплектуючі вироби і напівфабрикати у собівартості виробу;

$H_{\text{в}}$ – середній відсоток накладних витрат (стосовно основної заробітної плати виробничих робітників підприємства-виробника нової продукції).

Середній відсоток накладних витрат приймають по підприємству-виробнику проєктованого виробу. При цьому припускають, що новий виріб буде виготовляти те ж саме підприємство, що й порівнюваний аналог. Якщо ж підприємство-виробник невідоме, то необхідно взяти середньогалузеве відсоток по групі споріднених виробів.

У тих випадках, коли питома вага прямих витрат становить менш ніж 40% або відсутні достовірні відомості про собівартість виробу-аналогу, використовують графоаналітичний метод. Цей метод базується на визначенні залежності між вартістю основних матеріалів, купованих комплектуючих виробів і основної заробітної плати виробничих робітників, тобто

$$З_{он} = f(M_e), \quad (6.7)$$

де M_e – вартість прямих матеріальних затрат на одиницю продукції, грн.

Виробничу собівартість будь-якого виробу (аналогічного до групи споріднених) можна визначити за формулою:

$$C_{np} = M_e + З_{он} \left(1 + \frac{H_{\text{в}}}{100} \right), \quad (6.8)$$

де залежність $З_{он} = f(M_e)$ можна виразити таким чином:

$$З_{он} = dM_b^h. \quad (6.9)$$

У цій формулі b і h є постійними коефіцієнтами для груп споріднених виробів. Ці коефіцієнти визначають, виходячи зі спеціально розроблених

номограм залежностей величини основної заробітної плати виробничих робітників і вартості матеріальних витрат.

Підставивши значення $Z_{on} = d \times M_b^h$ у попередню формулу, отримаємо:

$$C_{nn} = M_e + dM_b^h \left(1 + \frac{H_e}{100} \right), \quad (6.10)$$

де H_e – відсоток накладних витрат підприємства-виробника.

Застосування графоаналітичного методу передбачає проведення попереднього аналізу собівартості споріднених виробів. Цей метод можна успішно застосовувати на етапі ескізного проєктування, оскільки на ньому не становить труднощів визначення витрат на комплектуючі вироби. Разом із цим, для підрахунку витрат на матеріали використовують наближені прийоми. Масу матеріалів для кожного виробу знаходять шляхом виключення із загальної маси виробу комплектуючих виробів. Потім визначають питому вагу матеріалів у загальній масі виробу і середню вартість 1 кг матеріалів.

Між техніко-експлуатаційними характеристиками ефективності та собівартістю виробу існує щільний зв'язок. Встановлення об'єктивної залежності зміни витрат від зміни параметрів на основі дослідження варіантів технічних рішень є головним змістом нормативно-параметричних методів попереднього визначення собівартості. Широкого застосування у цих дослідженнях набувають математичні методи й обчислювальна техніка.

Нормативно-параметричні методи використовують для обґрунтування рівня і співвідношення цін на однотипну продукцію, для прогнозування зниження собівартості в умовах серійного виготовлення, для обґрунтування нормативно-умовних та граничних цін тощо. Застосування нормативно-параметричних методів залежить від особливостей параметричного ряду продукції. Основними нормативно-параметричними прийомами, які використовують для визначення собівартості проєктованого виробу є: метод раціональної функції, складного коефіцієнта (індексу) якості, бального оцінювання, кореляційного і регресійного аналізів.

Метод раціональної функції застосовують у тому випадку, коли існує пропорційна залежність між зміною основного технічного параметру виробу і його собівартістю. Виражають цю залежність цілою раціональною функцією. При використанні цього методу виходять із припущення, що інші параметри виробу залишаються незмінними. Застосування даного методу обмежують лише вузькою групою споріднених виробів. Його недолік полягає у тому, що він не відображає всю сукупність споживчих властивостей складних технічних комплексів.

Відомі також модифікації цього методу: визначення собівартості проєктованого виробу на основі вартості конструкційної ваги аналогічних виробів і метод питомих витрат, що базується на виборі головного техніко-експлуатаційного параметру, який відображає основну властивість виробу.

Метод складного коефіцієнта (індексу) якості застосовують у тих випадках, коли наявним є виріб-аналог і потрібно визначити собівартість модернізованого виробу, шляхом зіставлення їх технічних параметрів, які найбільшою мірою впливають на собівартість. У цьому випадку необхідно визначити залежність собівартості виробу від сукупності технічних параметрів, які мають певну кількісну оцінку у вигляді складного коефіцієнта якості. Цей метод можна використовувати для визначення рівня додаткових витрат, пов'язаних із поліпшенням якості нового виробу; надбавок (чи знижок) до гуртових цін у зв'язку зі зміною якісних параметрів виробу; додаткових витрат, які виникають при доведенні основних якісних параметрів виробу до рівня світових взірців. До переваг цього методу можна віднести можливість його застосування на всіх етапах науково-дослідних робіт.

Метод бального оцінювання базується на припущенні, що між собівартістю і будь-якою технічною й експлуатаційною характеристикою існує пряма або обернена залежність, а максимальна величина цієї характеристики може бути оцінена балом, тому собівартість проєктованого виробу можна визначити способом множення суми балів на ціновий множник для кожної групи виробів, який отримують як частку від ділення фактичної собівартості порівнюваних аналогів-прототипів на відповідне сумарне значення балів. Метод доцільно застосовувати у тих випадках, коли виріб-аналог і проєктований виріб мають однакове функціональне призначення, схемно-конструктивну побудову, порівнюваний рівень виробництва, зіставні технологічні та техніко-економічні показники ефективності.

Суть методу аналізу полягає у встановленні залежності між собівартістю й основними технічними та експлуатаційними характеристиками ефективності виробу, у знаходженні емпіричних формул, що виражають цю залежність. Метод дає змогу на основі ретроспективного аналізу статистичних даних побудувати економіко-математичну модель і потім за нею розрахувати найімовірніші значення, яких у майбутньому може набути собівартість при певних значеннях показників-аргументів.

Агрегатний метод застосовують для попереднього визначення собівартості складних виробів (систем, технічних комплексів), які формуються з уже застосовуваних раніше функціональних вузлів, блоків, а кількість принципово нових вузлів, блоків відносно невелика. Цей метод полягає у підсумовуванні собівартостей конструктивних елементів (вузлів, блоків, агрегатів), які входять у проєктований виріб.

Аналіз собівартості виробу за стадіями його життєвого циклу характеризується безліччю різних методичних прийомів. Прийоми техніко-економічного аналізу собівартості на виробничих стадіях доволі широко відображені у літературі.

На ранніх же стадіях життєвого циклу продукції, як показує досвід, техніко-економічному обґрунтуванню собівартості майбутнього виробу приділяють недостатньо уваги. Переважно забувають, що досягнення необхідних техніко-експлуатаційних параметрів може збільшити собівартість і працємісткість виготовлення виробу.

Основними особливостями аналізу собівартості на ранніх стадіях життєвого циклу продукції є нестача інформації й наближеність попередніх розрахунків величини собівартості. Ці особливості зумовлюють ту обставину, що на початкових стадіях для аналізу собівартості використовують ряд методичних прийомів, відмінних від тих, які застосовують на стадії виробництва. Розглянемо деякі з них.

На початкових стадіях найбільшого поширення набули такі методичні прийоми техніко-економічного обґрунтування ефективності, як структурно-схематичний, структурно-вартісний, функціонально-вартісний і кваліметричний аналізи.

Структурно-схематичний аналіз полягає у побудові схем, що характеризують поділ виробу на складові елементи: деталі, вузли, складальні одиниці й опис цієї структури за такими показниками, як собівартість, працємісткість, матеріаломісткість тощо.

На базі структурно-схематичного аналізу проводять структурно-вартісний аналіз. Він базується на використанні залежностей між вартісними і технічними параметрами, які визначають собівартість виробу, і включає побудову залежностей, які відображають структуру собівартості, працємісткості тощо у цілому щодо виробу і його складових деталей, виявлення елементів конструкції виробу, які визначають величину собівартості; розроблення техніко-економічної моделі для прогнозування собівартості; використання моделі для оцінювання ефективності вибору й оптимізації технічного рішення, спрямованого на зменшення витрат.

Таким чином, структурно-вартісний аналіз використовує залежності економіко-математичної моделі між витратними, вартісними і технічними параметрами, які визначають собівартість.

На відміну від структурно-вартісного аналізу в основі функціонально-вартісного аналізу лежать функціональний опис і пошук рішення, яке забезпечить виконання певних функцій виробу з найменшими витратами ресурсів.

Кваліметричний метод аналізу собівартості продукції на ранніх стадіях життєвого циклу призначений для забезпечення високої технологічності конструкції,

що створює передумови для зниження питомих показників матеріаломісткості, працемісткості та технологічної собівартості. Основним напрямком зниження технологічної собівартості виробу, який враховують при цьому методі аналізу, є зменшення матеріальних витрат за рахунок зниження питомої матеріаломісткості конструкції.

Особливе місце у вивченні витратних показників у життєвому циклі продукції займає стадія експлуатації виробу. Власне показник собівартості виробу, характерний для всіх попередніх стадій життєвого циклу, тут виступає як показник, який впливає на формування ціни споживання нового виробу. На цій стадії доцільно аналізувати загальні витрати споживання, що складаються з витрат на придбання, монтаж-демонтаж, навчання кадрів з експлуатації, а також витрат на відновлювальний ремонт та утилізацію по закінченню термінів використання (фізичного та морального зношення).

Таким чином, витрати, пов'язані з експлуатацією виробу, складаються з витрат на забезпечення виконання виробом його функцій, тобто на створення корисного ефекту, а також із витрат на відновлення його експлуатаційних властивостей.

Характеристику основних методів аналізу собівартості виробу за стадіями життєвого циклу виробів і чинників, які визначають собівартість, наведено у табл. 6.3.

Таблиця 6.3. Характеристика основних методів оцінки собівартості виробу за стадіями життєвого циклу

<i>Стадія, етап життєвого циклу</i>	<i>Метод аналізу ефективності собівартості конкретного виробу (основний метод)</i>	<i>Фактори, які впливають на величину собівартості виробу (основні фактори)</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
I. Науково-дослідні розроблення	Використовують переважно логічний аналіз, порівнюють можливі витрати, включно граничну ціну нового виробу і відповідних аналогів-прототипів. Виявлення резервів експертним шляхом	Рівень зміни техніко-експлуатаційних параметрів нового виробу. Достатність і достовірність інформації про порівнювальні об'єкти: проєктований виріб і виріб-аналог
II. Дослідно-конструкторські розроблення. Етапи: а) технічне завдання на конструювання	Використовують переважно багатоваріантний порівняльний аналіз граничної ціни, очікуваної собівартості (працемісткості) з відповідними показниками виробів-аналогів. Техніко-економічне обґрунтування граничної ціни виробу, його собівартості (працемісткості)	Зміна техніко-експлуатаційних параметрів нового виробу порівняно з наявними виробами-аналогами

Продовження таблиці 6.3

1	2	3
б) проектування (підетапи)	Визначення ефективності конструкторсько-технологічних рішень щодо виробу: обґрунтування матеріальних витрат, працездатності, експлуатаційних витрат з позицій мінімізації на одиницю корисності. Функціонально-вартісний аналіз. Порівняльний аналіз за етапами з виробами-аналогами. Обґрунтування технологічності конструкції, уніфікації тощо	Дані про сучасні ефективні технологічні рішення. Ступінь новизни, конструктивно-технологічної складності, прецизійності проєктованого виробу. Рівень пророблення конструкції на технологічність. Прогресивність прийнятих у розрахунок норм і нормативів. Рівень технології виготовлення виробу
в) задача робочої документації підприємству-виробникові, випробування установчої партії виробів	Аналіз ефективності собівартості. Функціонально-вартісний аналіз. Аналіз оптимальної технологічності виробу, визначання питомої собівартості, працездатності, матеріаломісткості. Аналіз прогресивності норм і нормативів, прийнятої технології. Порівняльний аналіз проєктної собівартості	Ті ж самі чинники, що й на етапах проектування. Рівень підготовленості підприємства-розробника до проведення випробувань
III. Введення у виробництво (підготовка виробництва і освоєння)	Аналіз ефективності кваліметричних факторів, які впливають на собівартість освоєваних виробів. Функціонально-вартісний аналіз. Аналіз діючих норм і нормативів на прогресивність	Відповідність організаційно-технічного рівня підприємства-виробника вимогам конструкторсько-технологічної документації. Підготовка кадрів. Рівень технологічного оснащення і технологічної підготовки виробництва, рівень матеріально-технічного постачання. Рівень організаційної підготовки виробництва
IV. Серійне виробництво. Етапи: а) економічне освоєння	Техніко-економічне обґрунтування собівартості нового виробу. Порівняльний аналіз проєктної собівартості і фактичних витрат. Міжзаводський порівняльний аналіз собівартості однотипних виробів	

Закінчення таблиці 6.3

1	2	3
б) стійке виробництво	Техніко-економічна оцінка собівартості виробу. Порівняльний міжзаводський аналіз собівартості однотипних виробів	Підвищення концентрації і спеціалізації виробництва (рівень коопераційних поставок, спеціалізації виробництва тощо). Вдосконалення організації, управління та обслуговування виробництвом (рівень АСУ, рівень текучості й частка основних робітників). Вдосконалення наукової організації праці, її нормування, системи оплати праці

6.5. Шляхи зниження собівартості продукції

В умовах ринкової економіки, коли головною метою підприємств є прагнення до одержання максимального прибутку, зниження собівартості продукції стає головним чинником на шляху його підвищення.

Собівартість продукції є не лише найважливішою економічною категорією, але й якісним технологічним показником, на підставі якого можна судити про ефективність використання підприємством різноманітних видів ресурсів, а також про рівень організації праці на підприємстві.

З економічних і соціальних позицій значення зниження собівартості для підприємства полягає у наступному:

- у збільшенні прибутку, що залишається у розпорядженні підприємства, а отже, у появі можливості не лише в простому, але й розширеному відтворенні;
- у появі більшої можливості для матеріального стимулювання робітників і рішення багатьох соціальних проблем колективу підприємства;
- у поліпшенні фінансового стану підприємства і зниженні ступеня ризику банкрутства;
- у можливості скороченні витрат на обслуговування виробництва та управління;
- у можливості зниження ціни реалізації на свою продукцію, що дозволяє значною мірою підвищити конкурентоздатність продукції і збільшити обсяг продажів.
- у можливості запровадження ефективніших методів організації управління та виробництвом.

Основним джерелом зниження собівартості продукції є зростання продуктивності праці. Це зумовлюється тим, що, по-перше, за рахунок

підвищення продуктивності праці досягається економія заробітної плати, так як зростання продуктивності праці призводить до скорочення витрат на виробництво продукції, а по-друге, завдяки зростанню продуктивності збільшується випуск продукції, за рахунок чого досягається зниження собівартості продукції шляхом економії непропорційних витрат.

Друге джерело – зменшення витрат на матеріали, паливо, енергію – має найважливіше значення для матеріалоемних галузей. Зменшення витрат основних і допоміжних матеріалів здійснюється шляхами: скорочення витрат, заміна дорогих матеріалів більш дешевими, зменшення витрат на постачання матеріалів, покращення нормування витрат матеріалів. Скорочення витрат на обслуговування виробництва та управління досягається головним чином шляхом зменшення чисельності робітників за рахунок застосування ефективніших методів організації управління та обслуговування виробництва, більш прогресивної техніки.

Економія витрат на збут досягається завдяки укріпленню дисципліни праці, ритмічності виробництва, синхронізації усіх виробничих процесів, дотримання договірної дисципліни.

Ефективним методом пошуку шляхів зниження собівартості продукції є функціонально-вартісний аналіз. Функціональний підхід передбачає абстрагування від існуючого інженерного рішення, виділення пріоритетних функцій, які виконує виріб, та пошук альтернативних варіантів виконання конструкцій та функцій з меншими витратами.

Мета функціонально-вартісного аналізу полягає в наступному: привернути увагу конструкторів та технологів до тих функціональних частин виробу, де виникають диспропорції між важливістю виконуваних функцій, якістю та витратами на їх здійснення для того, щоб виявити зайві витрати, причини їх виникнення та знайти резерви зниження собівартості виробу.

Основні напрямки зниження собівартості наступні:

- зменшення матеріальних та енергетичних витрат;
- зниження витрат на заробітну плату за рахунок автоматизації виробничих процесів і зменшення кількості обслуговуючого персоналу;
- скорочення накладних витрат з обслуговування і управління виробництвом.

Зниження витрат на заробітну плату в собівартості продукції забезпечується випереджаючим зростанням продуктивності праці за рахунок інтенсифікації виробництва порівняно із зростанням середньої заробітної плати робітників.

Скорочення накладних витрат (як умовно-постійних) сприяє зростання обсягів виробництва за рахунок реконструкції і технічного переозброєння підприємств, поліпшення використання основних фондів, а також зменшення

чисельності адміністративно-управлінського персоналу та допоміжних робітників за рахунок удосконалення управління та обслуговування виробництва.

На зниження собівартості продукції впливають ряд найважливіших внутрішніх і зовнішніх техніко-економічних факторів. Вивчення впливу цих факторів при плануванні зниження собівартості дозволяє встановити зв'язок між змінами в технічному рівні та організації виробництва і собівартістю продукції.

Вирішальний вплив на рівень і зміна собівартості продукції становлять фактори підвищення технічного рівня виробництва: впровадження передових і вдосконалення діючих технологій та обладнання, механізація й автоматизація виробничих процесів, використання нових видів сировини тощо.

Впровадження нової техніки підвищує рівень механізації праці та автоматизації виробництва, що здійснює суттєвий вплив на зростання продуктивності праці і, отже, на зниження витрат на основну та допоміжну заробітну плату в собівартості продукції. Особливо великі резерви зниження собівартості за рахунок цих чинників мають місце на вантажно-розвантажувальних, транспортувальних, складських і інших допоміжних операціях, які є найбільш працемісткими та витратними на підприємствах машинобудівної галузі.

Істотний вплив на зниження собівартості становлять фактори поліпшення організації виробництва та праці: вдосконалення управління виробництвом, збільшення норм обслуговування та розширення зон обслуговування, скорочення втрат робочого часу, поліпшення організації матеріально-технічного постачання, скорочення втрат від браку тощо.

З попередніми групами внутрішніх чинників тісно пов'язані фактори зростання обсягів виробництва і зміни структури виробничої програми. Зростання обсягу виробництва призводить до зменшення накладних (умовно-постійних) витрат у собівартості одиниці продукції і є важливим резервом її зниження. Економія накладних витрат досягається безпосередньо за місцем їх виникнення, тобто в цеховому або заводському масштабі. Зміна структури виробничої програми (номенклатури, асортименту) приводить до зміни собівартості всієї продукції, але не робить впливу на собівартість одиниці продукції.

Поряд із внутрішніми факторами на зміну собівартості продукції можуть впливати і зовнішні фактори (пошук альтернативних джерел постачання енерго-ресурсами, централізована зміна цін і тарифів на споживані паливо та енергію, норм амортизації, ставок заробітної плати тощо). Всі перераховані техніко-економічні фактори використовують при плануванні зниження собівартості.

Отже, найбільш ефективними шляхами зниження собівартості продукції є запровадження економних технологій виробництва, використання світового досвіду щодо зменшення собівартості. Саме ресурсоекономні, ресурсозберігаючі технології – це вихід для українського товаровиробника. Не менш важливим

чинником, що сприятиме скороченню витрат підприємств, є дотримання принципів ефективного розміщення продуктивних сил: це скорочення шляхів між виробником і покупцем, між виробництвом і сировинною базою.

Таким чином, дотримання загальних техніко-економічних принципів та законів є одним із найважливіших чинників зниження собівартості продукції, що не буде призводити до погіршення якості кінцевого продукту і дасть можливість вітчизняним підприємствам створювати конкурентоспроможну продукцію та отримувати додаткові прибутки.

Питання для самоперевірки:

1. Собівартість, зміст і структура.
2. Види собівартості залежно від змісту витрат.
3. Повна, нормативна і планова собівартість.
4. Класифікація калькуляційних витрат за ступенем однорідності.
5. Класифікація калькуляційних витрат собівартості за динамікою щодо обсягу випуску, річної програми виготовлення окремих виробів.
6. Класифікація калькуляційних витрат за ступенем регулювання.
7. Класифікація калькуляційних витрат за ступенем участі у виробничому процесі.
8. Структура прямих і непрямих витрат в собівартості продукції.
9. Структура комплексних, основних і накладних витрат.
10. Повністю, частково і слабо регульовані витрати.
11. Типова методика для калькуляції витрат за статтями собівартості.
12. Технологічна собівартість.
13. Умовно-постійні та умовно-змінні витрати.
14. Аналіз собівартості продукції за стадіями життєвого циклу.
15. Методика оцінки собівартості за стадіями життєвого циклу продукції.
16. Методи визначення собівартості.
17. Методи попереднього визначення собівартості виробу.
18. Нормативно-параметричні методи визначення собівартості.
19. Метод раціональної функції та складного коефіцієнту якості виробу.
20. Характеристика методів аналізу собівартості виробу за стадіями життєвого циклу виробів.
21. Структурно-схематичний і структурно-вартісний аналізи собівартості.
22. Функціонально-вартісний і кваліметричний аналізи собівартості.
23. Зовнішні та внутрішні резерви зниження собівартості.
24. Джерела зниження собівартості продукції.
25. Основні напрямки та шляхи зниження собівартості продукції.

Тема 7. Техніко-економічний аналіз ефективності інженерних рішень

7.1. Основні завдання та принципи техніко-економічного аналізу (ТЕА) ефективності інженерних рішень.

7.2. Методи системного ТЕА ефективності інженерних рішень.

7.3. Порівняльні показники ТЕА.

7.4. Методи розрахунку витрат у ТЕА.

7.5. Система показників технічного рівня продукції (процесу).

7.1. Основні завдання та принципи техніко-економічного аналізу (ТЕА) ефективності інженерних рішень

Техніко-економічний аналіз (ТЕА) – система виявлення залежностей між технічними характеристиками виробу чи процесу та економічними результатами.

Техніко-економічний аналіз – це творча діяльність фахівців, спрямована на виявлення взаємозв'язку технічних і економічних показників, їх оцінка і використання для формування та вибору ефективних інженерних рішень, обґрунтування резервів підвищення ефективності виробництва та вирішення інших науково-технічних і виробничих завдань.

Предмет ТЕА – причинно-наслідкові зв'язки, що впливають на результати пов'язані із трансформацією виробу чи процесу.

Метою ТЕА при створенні та освоєнні виробництва нової техніки є пошук і обґрунтування таких рішень, які забезпечують формування техніко-економічних показників нової техніки відповідно до суспільних потреб.

Метою ТЕА при створенні чи вдосконаленні (модернізації) процесу є пошук і обґрунтування інженерних рішень пов'язаних із забезпеченням високих техніко-економічних показників впроваджуваних процесів (технологій).

ТЕА вирішує наступні завдання:

- досліджує технічні та економічні процеси в їх взаємозв'язку;
- підвищує обґрунтованість бізнес-планів та їх здійсненність;
- виявляє позитивні і негативні фактори, дає кількісну оцінку їх впливу;
- розкриває тенденції і пропорції бізнесу на основі наявних резервів;
- узагальнює передовий досвід з метою прийняття раціональних рішень;
- контролює і оцінює ефективність виконання рішень.

Загальну економічну ефективність виробництва визначають як сукупність технічних, техніко-економічних і техніко-експлуатаційних показників.

Технічні показники ефективності – це коефіцієнти уніфікації, точність оброблення, коефіцієнт використання матеріалу та ін.

Коефіцієнт уніфікації – це відношення чисельності однотипових об'єктів до загальної кількості об'єктів.

Точність оброблення – це ступінь відповідності виготовленої деталі розмірам, формі та іншим технічним характеристикам залежно від призначення деталі. Точність оброблення (шорсткість поверхні) суттєво впливає на експлуатаційні властивості деталей. Так, зносостійкість деталей знижується при значній шорсткості поверхні внаслідок нерівномірного зношення. Міцність деталей машин також залежить від шорсткості поверхні. Наявність рисок приводить до концентрації напруги, що викликає нерівномірне зношування поверхні та призводить до руйнування виробу. Стійкість проти корозії зменшується, якщо поверхня шорстка, тому що збільшується площа контакту з руйнуючим середовищем.

Коефіцієнт використання матеріалу – це відношення маси матеріалу в готовому виробі до маси матеріалу, який задіяний в технологічному процесі.

Техніко-економічні показники ефективності – це собівартість, продуктивність праці, амортизація, якість продукції, працемісткість та ін.

Техніко-експлуатаційні показники машин, апаратів і агрегатів – це габарити (висота, довжина, ширина в см, м), займана площа (кв. см, м); маса (в кг, г); кількість обертів (за сек., хв); ступінь автоматизації, наявність захисних приладів; вихідна потужність, що споживається та енергомісткість, тривалість безвідмовної роботи тощо.

Конкретні завдання ТЕА залежать від змісту інженерних рішень, їх характеру, стадії робіт та інших факторів. У загальному вигляді основними завданнями техніко-економічного аналізу є:

- вибір ефективного варіанту конструкторського, технологічного чи організаційного рішення;
- обґрунтування граничних значень техніко-економічних показників проєктованих виробів, процесів або техніко-економічних вимог;
- встановлення раціональних (оптимальних) значень показників якості виробів чи процесів (головних параметрів, надійності, довговічності та ін.);
- оцінка техніко-економічного рівня виробу;
- виявлення резервів підвищення ефективності конструкцій виробів, технологій, процесів та організації виробництва;
- оцінка економічної ефективності від створення та застосування науково-технічних нововведень;
- оцінка ефективності витрат на створення і освоєння нової техніки, впровадження нових технологій чи процесів;
- оцінка ступеня реалізації проєктних техніко-економічних показників в реальних виробничих умовах;
- визначення області раціонального застосування нової техніки, технології та організації виробництва;
- обґрунтування раціонального режиму експлуатації нової техніки.

Принципами ТЕА є: науковість; комплексність; системність; об'єктивність; дієвість; плановість; оперативність.

7.2. Методи системного ТЕА ефективності інженерних рішень

Теорія прийняття рішень орієнтується на розроблення та пошук оптимальних результатів з досить складних проблем, зі значною кількістю зв'язків і залежностей, обмежень і варіантів рішень. Методологічною базою рішення подібних проблем виступає системний підхід, що передбачає певну логіку дій. По суті, він являє собою основу вивчення та упорядкування проблеми, що розглядається для подальшого вирішення, як із застосуванням економіко-математичних методів і обчислювальної техніки, так і в ручному режимі роботи. Зупинимось на деяких характеристиках системного підходу (аналізу) більш детально.

За останні десятиліття намітився новий підхід до постановки та рішення задач управління, який отримав назву системного. Це сталося не випадково, а в результаті умов господарської діяльності, що змінилися: збільшення масштабів і складності керованих систем, підвищення вимог до якості управлінських рішень, розвитку загальної теорії управління (кібернетики), можливості використання обчислювальної техніки.

Принципова особливість системного підходу перебуває в розгляді об'єкту управління як складної системи з різноманітними внутрішніми системними зв'язками між її окремими елементами та зовнішніми зв'язками з іншими системами. Превагами системного підходу є можливість врахування невизначеності поведінки елементів і системи загалом, а також забезпечення та узгодженість безлічі цілей при прийнятті рішення, зокрема елементів підсистем із загальними (наприклад, цілей заводу, цехів і дільниць).

У рамках системного підходу з'явилися поняття «велика» або надсистема, що підкреслює різноманіття впливових факторів і самі масштаби задач, що вирішуються. Так, в будівництві великого заводу задіяні десятки підприємств-суміжників, виконуються сотні й тисячі окремих робіт-операцій, пов'язаних між собою технологією, ресурсами, природними умовами, фінансами, законодавчими положеннями. При здійсненні подібних проєктів традиційні методи планування та управління неефективні.

Мета системного аналізу полягає в з'ясуванні реальних цілей інженерного рішення, що приймається, можливих варіантів досягнення цих цілей, встановленні умов появи проблеми, обмежень і наслідків рішення. Логічний системний аналіз доповнюється математичним аналізом системи.

Характерними загальними принципами системного аналізу є:

- рішення приймаються, як правило, відносно окремих елементів системи, тому необхідно враховувати взаємозв'язок елемента з іншими й

загальну мету системи (тобто реалізовувати системний підхід);

- аналіз здійснюється за принципом – від загального до особистого, спочатку для всього комплексу проблем, а далі для окремих складових;
- першочергове значення мають такі фактори, як час, вартість, якість роботи;
- нерідко дані аналізу орієнтуються на вибір відповідного рішення;
- по відношенню до логічних думок системний аналіз є допоміжним елементом;
- системний аналіз дозволяє виділити області, де приймаються логічні думки і визначити значення кожного з можливих варіантів рішення;
- використання ЕОМ необов'язкове, вони застосовуються в окремих випадках як технічні засоби.

Досягнення поставленої мети майже завжди можна забезпечити, використовуючи ресурси різними способами. Ці способи необхідно оцінити та порівняти між собою. Початком для цього є: передусім світогляд інженерного персоналу, знання вимог економічних законів, політичних цілей, прийнятих в суспільстві, стратегії розвитку підприємства.

Аналіз (розклад, розчленування, розбір) – це логічний прийом, метод дослідження, суть якого полягає в уявному розчленуванні досліджуваного об'єкта на складові частини, кожна з яких досліджується окремо з подальшим їх об'єднанням з допомогою синтезу для отримання потрібної інформації.

Техніко-економічний аналіз ефективності інженерних рішень передбачає дослідження взаємозв'язків технічних і економічних параметрів та їх показників. Він здійснюється паралельно з інженерним аналізом, є його продовженням і служить інструментом вибору кращих варіантів інженерних рішень.

Інженерний аналіз також базується на результатах техніко-економічного аналізу, в тому числі на встановленню собівартості, ціни та інших економічних показників. Відтак техніко-економічний та інженерний аналізи мають багато спільного. Вони обидва спрямовані на створення й широке використання високоефективних зразків нової техніки, технологічних процесів, форм і методів організації виробництва.

Ці аналізи здійснюють кількісний опис об'єкта аналізу та використовують загальні математичні методи – теорії ймовірності та кореляції, статистичного та факторного аналізу та інші.

Проте існують і відмінності. При ТЕА використовуються вартісні вихідні дані, які змінюються в часі і є менш точними та постійними, ніж фізичні, хімічні константи, отримані в результаті інженерного аналізу, що змушує проводити коригування розрахунків з урахуванням їх зміни. Також техніко-економічне порівняння технологічних процесів (обладнання, технологій) різних країн

ускладнене через відмінності в цінах, коливання курсів валют, мита тощо, в той час як оцінка ефективності за технічними параметрами не викликає труднощів.

Слід враховувати, що ТЕА здійснюється, в основному, за результативними показниками об'єкту (наприклад, ціни верстата), тоді як інженерний аналіз спрямований більшою мірою на його внутрішній зміст (наприклад, потужність, працездатність).

При прийнятті інженерних рішень та оцінці їх ефективності вибір конкретного методу ТЕА залежить від характеру досліджуваного об'єкту (конструкція виробу, процес, їх складність тощо), стадії виконання робіт, завдань ТЕА, достовірності інформації тощо. Методи ТЕА об'єднують у три групи: порівняння, оптимізації та спеціальні методи.

Методи порівняння характеризуються вибором кращої з розглянутих альтернатив. Застосовуються при оцінці рішень, коли фактичні показники порівнюються із запланованими. Ці методи в інженерній діяльності використовуються при порівнянні варіантів процесів, технологій, операцій, обладнання, деталей, матеріалів тощо.

При їх використанні по кожному з варіантів визначаються основні технічні характеристики (продуктивність, потужність, вантажопідйомність, маса тощо), а також витрати та показники, які забезпечують їх порівнянність. Кращий варіант рішення вибирається за умови мінімізації витрат на одиницю продукції. Методи порівняння в основному є аналогічними до методів порівняльної економічної ефективності (методи визначення терміну окупності, приведених витрат тощо).

У тих випадках, коли розрахунок капітальних чи поточних витрат по кожній альтернативі є складним або значення технічних, економічних, соціальних та інших факторів (параметрів, показників) суперечливі, попередня оцінка варіантів може базуватися не на розрахунках, а на методі експертних оцінок фахівців. Недоліком методів порівняння є розгляд обмеженої кількості варіантів і відсутність системи в їх формуванні.

Методи оптимізації характеризуються пошуком найкращого варіанту рішення з можливих, тобто досягнення максимальних результатів при відповідних витратах або досягнення відповідних результатів при мінімальних витратах. Вибір цих методів залежить від об'єкту, критерію та процедури оптимізації.

При оптимізації навіть нескладних інженерних задач потрібно перебрати багато тисяч або мільйони варіантів рішень в прийнятний час. Особливо важливе значення, при цьому, має розроблення критеріїв ефективного пошуку оптимуму, що звужують область пошуку до мінімального набору варіантів рішень, близьких до оптимального. Помітимо при цьому, що оптимальне не означає ефективне рішення. До досягнення мети, як відмічалось, можна прийти різними способами-рішеннями. Правильних рішень для конкретної ситуації

може бути декілька, а оптимальне – одне. Причому, воно носить розрахунковий характер і має кількісне вираження. Суб'єктивні оцінки типу «хороший план», «малі витрати» не підходять.

Щоб ухвалити оптимальне рішення, необхідно з сукупності показників, що характеризують ситуацію, вибрати самий важливий. Потім прийняти такий варіант рішення, при якому даний показник отримує найкраще кількісне вираження (наприклад, максимум прибутку або мінімум витрат, часу – залежно від поставленої задачі). Задачі по пошуку оптимальних рішень, як правило, вельми працемісткі й вимагають використання економіко-математичних методів і ЕОМ. Оптимальні рішення дозволяють досягати мети при мінімальних витратах трудових, матеріальних і фінансових ресурсів.

Методи пошуку оптимальних рішень розглядаються в розділах класичної математики. До застосування ЕОМ практичне використання математичних методів при пошуку оптимальних рішень було обмежене. А без них і моделювання, і знаходження реальних оптимальних рішень практично неможливі. При пошуку оптимальних рішень необхідно визначити критерії оптимальності. Ними можуть бути: собівартість продукції, продуктивність праці, витрати сировини, темпи зростання виробництва, забезпеченість ресурсами, витрати виробництва та інше.

Ефективне управління виробничим підприємством забезпечує максимальне або мінімальне (або близьке до них) значення критерію ефективності. Величина критерію залежить від ряду параметрів. У процесі управління параметри змінюються, враховуються обмеження, що дозволяє забезпечувати необхідні значення критерію ефективності. Математичні моделі об'єктів або процесів управління – це рівняння, що зв'язують критерій ефективності з керованими параметрами при врахуванні обмежень.

Під критерієм ефективності розуміється міра пізнання сутності ефективності, за якою роблять її кількісну оцінку, або категорія, яка вказує на підстави для оцінки ефективності та є її мірилом. Утім, критерії оцінки ефективності не завжди вибираються відповідно до оцінюваної категорії. Так, на теперішній час широкого поширення набув багатокритеріальний підхід до оцінки ефективності діяльності підприємства, згідно якого до критеріїв ефективності щодо діяльності підприємства відносять безліч характеристик та показників, зокрема: продуктивність, інноваційність, якість, економічність, прибутковість, дієвість, ринкові позиції тощо.

Проте, маючи на меті охоплення багатоаспектності та багатогранності діяльності підприємства, вони певним чином запроваджують безліч критеріїв, які здебільшого не мають відношення до ефективності або навіть протирічать один одному. Зокрема, якість та економічність є частіше протилежними категоріями, оскільки висока економічність, скоріше за все, виключає досягнення високої якості

продукції, і навпаки. Крім того, такий багатокритеріальний підхід ускладнює процес оцінювання ефективності та робить його результати важко інтерпретованими.

Особливості функціонування підприємств різного профілю з різними організаційними формами, обсягами виробництва вимагають спеціальних критеріїв щодо оцінки ефективності їх діяльності. На практиці іноді оцінка ефективності рішення проводиться з різних точок зору, враховуючи багато факторів. У таких ситуаціях моделі оптимізації рішень будуються одночасно за декількома критеріями. У подібних випадках вводиться принцип оптимальності рішення. Заздалегідь принцип оптимальності в моделях прийняття рішень жорстко не фіксується (оскільки навіть в одній ситуації оптимальність може розумітися по-різному).

До них відноситься методи дослідження операцій, які розглядаються як додаток сучасної методології до рішення складних задач, що виникають при управлінні великими об'єктами (системами людей, машин, матеріалів, грошових коштів в сфері виробництва, комерції тощо). Методи дослідження операцій використовуються для отримання, завдяки цілеспрямованим діям (операціям), найкращих економічних результатів при відповідних поєднаннях взаємопов'язаних елементів системи. Специфіка даної групи методів полягає в тому, що в розроблення науково-обґрунтованої моделі системи включають оцінку таких чинників, як вибір і ризик. Це дає можливість визначати та порівнювати наслідки різних інженерних рішень, стратегій і способів регулювання.

Спеціальні методи ТЕА являють собою методи цілеспрямованого пошуку резервів підвищення ефективності конструкції, технології. До цієї групи відносяться АВС-аналіз, функціонально-вартісний аналіз тощо.

Розглянемо традиційні методи економічного аналізу, на яких також базується ТЕА. Вони поділяються наступним чином:

1. Метод абсолютних величин. Аналіз показників економічних явищ, процесів починається з абсолютних величин (характеризують явища абсолютно, взяті без будь-якого зв'язку, з яких можна отримати інформацію).

2. Метод відносних величин. Означає встановлення в порівнянні, у співставленні з чим-небудь іншим. Використовується при аналізі динаміки явищ і характеризує зміну показника явища в часі.

3. Метод середніх величин. Середні величини узагальнюють відповідні однорідні показники, явища, процеси та дозволяють абстрагуватися від випадкових коливань. В розрахунках приймається середнє арифметичне значення, середня зважена, мода тощо.

4. Метод порівняння. Порівняння означає аналіз одного явища у зв'язку з іншим для встановлення подібності чи відмінності або переваг чи недоліків між ними (як правило порівняння з плановими показниками або показниками минулих років та встановлення і аналіз відхилень).

5. Метод групування. Групування – це розподіл на групи за ознаками. Дозволяє виявити та визначити взаємозв'язки і взаємозалежності різних економічних явищ, і найбільш суттєві фактори, що притаманні цим явищам.

6. Індексний метод. Індекс – це числовий показник, що виражає в % зміну якогось економічного явища (індекс цін, індекс продуктивності праці). Метод базується на відносних показниках, що визначають відношення рівня певного явища до його рівня в минулому або базового значення.

7. Метод ланцюгових підстановок. Метод дозволяє отримати ряд проміжних значень узагальнюючого показника послідовною заміною базисних значень факторів на фактичні. Різниця двох проміжних значень узагальнюючого показника в ланцюгу підстановок рівна зміні узагальнюючого показника, що викликане зміною відповідного фактору. Метод використовується для розрахунку впливу окремих факторів на відповідний сукупний показник чи функцію і застосовується при встановленій функціональній залежності між досліджуваними об'єктами.

8. Балансовий метод. Баланс – співвідношення взаємопов'язаних показників певної діяльності чи процесу. Використовується в бухгалтерському обліку, статистиці, плануванні, аналізі економічної діяльності тощо.

9. Графічні методи. Використовують графічне зображення функціональної залежності з допомогою ліній на площині, що відтворюють існуючі зв'язки між окремими економічними чи іншими показниками.

10. Метод аналізу ефективності інвестицій. В основу методу покладено порівняння обсягу інвестицій (витрат) і майбутніх грошових надходжень. При цьому визначаються та аналізуються показники терміну окупності інвестицій, чистої приведеної вартості, норми прибутковості та інші.

Слід врахувати, що ТЕА базуються і на використанні математичних методів, які сприяють більш точному врахуванню впливу факторів на результати діяльності та покращення точності розрахунків.

Застосування математичних методів вимагає:

- системного підходу по дослідженню об'єкту;
- врахування взаємозв'язків та взаємовпливів з іншими об'єктами;
- розроблення математичних моделей, що відображають кількісні показники діяльності, процеси, які проходять в організаціях;
- вдосконалення системи інформаційного забезпечення управління.

До математичних методів відносять методи елементарної математики; класичні методи математичного аналізу; статистичні методи; методи математичного програмування; методи дослідження операцій.

7.3. Порівняльні показники ТЕА

Основою ТЕА є порівняння економічних результатів реалізації різних варіантів інженерних рішень. Відтак для оцінки цих результатів слід

використовувати систему показників, до яких відносяться: капітальні вкладення, поточні витрати, річний економічний ефект, коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, термін окупності капітальних вкладень. Також використовуються показники, які характеризують окремі сторони отриманого ефекту: продуктивність, матеріаломісткість, енергомісткість тощо

Капітальні вкладення являють собою сукупність витрат на створення нових, розширення й реконструкцію діючих виробничих засобів. Особливістю їх є те, що вони носять разовий характер. Наприклад, придбання технологічного обладнання (одноразові витрати), яке використовується протягом тривалого часу (терміну його служби).

Поточні витрати формуються безперервно в процесі виробництва й експлуатації виробу; в сфері виробництва представлені його собівартістю, а в сфері експлуатації – річними експлуатаційними витратами на його утримання.

При обґрунтуванні інженерних рішень варіанти, що розглядаються, порівнюються між собою, насамперед, за обсягом капітальних вкладень (K_1 і K_2) і поточних витрат (C_1 і C_2).

Якщо, $K_2 < K_1$ і $C_2 < C_1$, то ухвалення рішення про доцільність реалізації одного з варіантів не викликає труднощів, оскільки очевидно, що варіанти або рівноцінні, або другий варіант краще першого. На практиці частіше зустрічається другий випадок, коли $K_2 > K_1$, а $C_2 < C_1$, тобто більш низькі витрати виробництва досягаються за рахунок більш високих капітальних вкладень. Додаткові капітальні вкладення ($K_2 - K_1$) повинні окупатися за рахунок економії на поточних витратах ($C_1 - C_2$).

Порівняння варіантів інженерних рішень також виконують за приведеними витратами, які представляють суму капітальних і поточних витрат за нормативний термін окупності капітальних вкладень.

Однак, у розрахунках зазвичай використовуються приведені витрати не за весь термін окупності, а лише за одні рік і на одиницю продукції. Мінімальні питомі приведені витрати є критерієм обрання варіанту ефективного інженерного рішення. Також мірою переваги одного варіанту інженерного рішення над іншим служить показник річного економічного ефекту, визначення якого засноване на зіставленні наведених витрат по варіантах, що порівнюються.

При обґрунтуванні інженерного рішення необхідно чітко встановити фактори, що впливають на ефективність нової техніки (технології, процесу), як у сфері виготовлення, так і в сфері експлуатації (рис. 7.1). Ефективність інженерних рішень залежить від рівня капітальних і поточних витрат, обсягів виробництва й використання нової техніки (технології, процесу). Чим нижчі витрати й більший масштаб використання нової техніки (технології, процесу), тим вища ефективність.

На рівень загальних витрат впливають нормативно-вартісні, організаційно-технічні та конструкторські фактори ефективності виробництва й експлуатації виробів.

До нормативно-вартісних факторів належать: ціни на сировину, матеріали і комплектуючі; тарифи на різні види енергії (природний газ, електроенергію тощо); годинні тарифні ставки відповідних розрядів тощо.

До організаційно-технічних факторів відносяться: рівень технології, організації, механізації та автоматизації виробництва; організації праці; кваліфікації кадрів тощо. Вони впливають на витрати в сфері виробництва, якість виготовлення, експлуатаційні параметри виробу, витрати на поточний ремонт, рівень організації обслуговування тощо.

Конструкторські фактори впливають і на собівартість виробу, і на експлуатаційні витрати при його використанні. До них належать складність виробу (процесу), прогресивність параметрів призначення, безвідмовність, надійність, рівень стандартизації, технологічність, ергономічність, естетичність тощо. У більшості випадків збільшення витрат пов'язаних з виробництвом виробу компенсуються зниженням експлуатаційних витрат, що забезпечує ефект у сфері використання нової техніки (технології, процесу).

Виділимо чотири групи в складі конструкторських факторів (табл. 7.1): науково-технічні, організаційні, економічні та соціальні. До науково-технічних факторів відносять обґрунтованість вихідних вимог (технічного завдання) і методи конструювання. Слід врахувати те, що не завжди вимоги закладені у технічному завданні достатньо обґрунтовані, що в кінцевому результаті призводить до зниження ефективності та невиправданого подорожчання виробів (технологій).

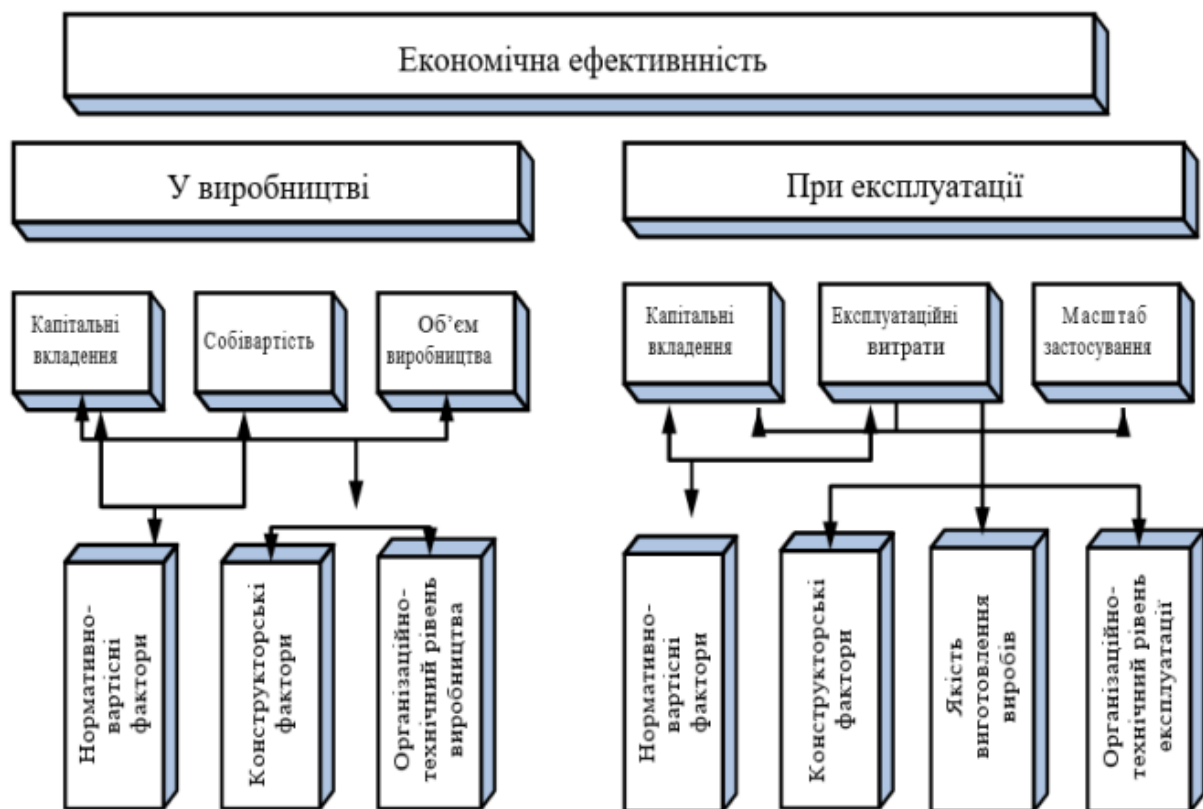


Рисунок 7.1. Фактори, які впливають на ефективність нової техніки (виробу)

Таблиця 7.1. Фактори, які впливають на вдосконалення конструкції виробу (технології)

<i>Науково-технічні</i>	<i>Організаційні</i>	<i>Економічні</i>	<i>Соціальні</i>
1. Наукова обґрунтованість вихідних даних. 2. Методи конструювання	1. Рівень забезпеченості розроблень. 2. Терміни створення. 3. Форми та методи організації робіт	1. Якість економічного обґрунтування. 2. Матеріальне стимулювання	1. Творча активність. 2. Моральне стимулювання. 3. Умови праці. 4. Психологічний клімат

Так помилка «ціною» в 1% при виконанні НДР викликає перевитрати на 10% при виконанні конструкторських робіт, 100% при виробництві і 1000% в експлуатації. Тому обґрунтованість конструкторських рішень передбачає виконання теоретичного обґрунтування та експериментальної перевірки розроблення. Для обґрунтування конструкторських рішень використовують багатоваріантний аналіз, моделювання, функціонально-вартісний аналіз тощо. Від її рівня залежить науково-технічний рівень виробу (процесу, технології), а також терміни освоєння виробництва та виробничі і експлуатаційні витрати.

До організаційних чинників відносять рівень забезпеченості конструкторських розроблень, терміни створення (виробів чи технологій), форми і методи організації робіт. Так рівень забезпеченості визначається кадровим, матеріально-технічним, фінансовим та інформаційним забезпеченням, і від цих факторів залежить якість розроблення та ефективність створюваних виробів чи технологій. Враховуючи те, що вітчизняні конструкторські організації відчують нестачу в інженерних кадрах, інформаційному забезпеченні та прогресивних знаннях, це сприяє збільшенню термінів розроблення та зниженню їх ефективності. Стислі терміни розроблення конструкторських рішень також є негативним фактором при виконанні цих робіт.

До групи економічних чинників включають якість техніко-економічного обґрунтування та матеріальне стимулювання. При їх застосуванні підвищення якості техніко-економічного обґрунтування інженерних рішень забезпечується відмовою від практики обґрунтування ефективності нової техніки чи технології після її розроблення. Тому для забезпечення високої ефективності процесу конструювання ТЕА ефективності інженерного рішення повинен здійснюватися протягом всього розроблення. Розвиток творчої активності, добрий психологічний клімат у колективі, позитивне моральне стимулювання, гарні умови праці сприяють прийняттю ефективних інженерних рішень.

7.4. Методи розрахунку витрат у ТЕА

ТЕА базується на розрахунках капітальних, поточних і приведених витрат при виробництві та експлуатації нової техніки. Виробництво й використання нової техніки вимагають додаткових капітальних витрат.

До них відносять витрати на обладнання, на придбання та виготовлення оснащення, поповнення оборотних засобів, пов'язаних з використанням нової техніки, вартість необхідних виробничих площ та інших елементів основних фондів, безпосередньо пов'язаних з виробництвом нової техніки, витрати пов'язані з екологічними питаннями, передвиробничі витрати, пов'язані із виконанням науково-дослідних, дослідно-конструкторських робіт, підготовкою та освоєнням виробництва. При обґрунтуванні ефективності інженерних рішень розрахунок капітальних витрат обмежується визначенням витрат на обладнання та оснащення, вартістю виробничих площ, а також витратами, які виникають на початку виробництва одноразово.

Капітальні витрати на обладнання визначають як суму витрат на технологічне, підйимально-транспортне, енергетичне та контрольно-вимірювальне обладнання. Методики розрахунку ефективності капітальних представлено в наступних темах.

7.5. Система показників технічного рівня продукції (процесу)

При виконанні техніко-економічного аналізу ефективності інженерних рішень проводиться оцінка технічного рівня виробів і технологій на всіх стадіях їх життєвого циклу. Особливо важливим є її проведення при обґрунтуванні доцільності впровадження чи купівлі нової техніки або технології та виборі її найкращого варіанту. Тому, при виконанні оцінки якості виробу чи технології необхідно вибрати таку систему показників, яка у повній мірі відображатиме її сутність.

Показники, які характеризують одну властивість виробу чи процесу, називаються одиничними, показники, які характеризують кілька властивостей окремого виробу одночасно – комплексними, показники, за якими приймається рішення при оцінюванні якості – визначальними, а показники, якими характеризують загальний рівень якості всієї сукупності видів продукції підприємства – узагальнюючі (наприклад, частка сертифікованої продукції, відсоток виробничого браку тощо).

Для визначення та контролю рівня якості окремих видів і всієї сукупності продукції, що виготовляється (проектується), використовується конкретна система показників.

Система одиничних показників умовно поділяється на групи:

1. Показники призначення – характеризують корисність виробу (продуктивність, потужність, міцність тощо).

2. Показники надійності, довговічності та безпеки – відображають рівень забезпечення тривалості використання та безпечних умов праці й життєдіяльності людини (безвідмовність роботи, можливий термін використання, технічний ресурс, час безаварійної роботи, граничний термін зберігання тощо).

3. Екологічні показники – характеризують ступінь шкідливого впливу на здоров'я людини та навколишнє середовище (токсичність виробів, вміст шкідливих речовин, обсяг шкідливих викидів у довкілля в одиницю часу тощо).

4. Економічні показники – відображають міру економічної вигоди виготовлення продукції товаровиробником і придбання її споживачем (ціна одиниці виробу, прибуток на одиницю виробу, рівень експлуатаційних витрат часу та фінансових коштів тощо).

5. Ергономічні показники – характеризують відповідність техніко-економічних параметрів виробів антропометричним, фізіологічним і психологічним вимогам працівника або споживача (простота керування робочими органами, можливість одночасного спостереження за контрольованими експлуатаційними параметрами (показниками), інтенсивність шуму, вібрацій тощо).

6. Естетичні показники – визначають естетичні властивості (дизайн) виробу (виразність та оригінальність форми, кольорове оформлення, рівень естетичності тари (упаковки) тощо).

7. Патентно-правові показники визначають ступінь новизни об'єкту, міру використання винаходів у процесі проєктування виробу, його правовий захист, і є істотним чинником для оцінки конкурентоспроможності нових розроблень (коефіцієнт патентного захисту, коефіцієнт патентної чистоти тощо).

Головною метою будь-якого виробництва є випуск якісної продукції з мінімальними затратами праці, матеріалів та технічних засобів і отримання максимальної прибутковості. Значну роль у досягненні цієї мети відіграють основні характеристики використовуваних систем технологій матеріаломісткість, енергоємність, рівень продуктивності праці, екологічна чистота технологій, якість продукції, що забезпечують системи використовуваних технологій тощо. Покращення цих характеристик підвищує прибутковість виробництв, а погіршення – зниження прибутковості. Розглянемо ці характеристики технологій.

Матеріаломісткість технологій – витрати матеріалу на одиницю продукції.

В собівартості будь-якої продукції витрати на сировину і матеріали, як правило, мають найбільшу питому вагу (наприклад, в машинобудуванні 50–70%). Тому завдання зменшення витрат на основні та додаткові матеріали та сировину є актуальною для кожної промислової технології. Це завдання вирішується таким чином:

– на етапі проєктування виробу (конструювання) забезпеченням оптимальної форми та розмірів виробу;

- на етапі розроблення технологічного процесу виготовлення використання найбільш ефективних методів оброблення;
- заміною дорогих і дефіцитних матеріалів рівнозначними за своїми властивостями дешевими замінниками тощо.

Як правило, для кожного виробу розраховуються технічні норми витрат матеріалу – необхідна кількість матеріалів для виготовлення одиниці готової продукції, яка встановлюється аналітично-розрахунковим методом на основі прогресивного технологічного процесу і раціональної організації виробництва. Іноді нормою витрат матеріалів вважається кількість матеріалів, використана при виготовленні аналогічних виробів «світового класу». При розробленні технологій на конкретному виробництві слід прагнути, щоб витрати основних і допоміжних матеріалів на одиницю продукції наближались до технічних норм витрат матеріалів.

Одним із основних показників досконалості конструкції виробу і технологій його виготовлення з точки зору раціональності витрат матеріалу є коефіцієнт використання матеріалу – відношення ваги готового виробу до ваги заготовки (матеріалу, який було витрачено на виготовлення виробу). В машинобудуванні коефіцієнт використання матеріалу коливається від 0,5 до 0,6. Ефективність технологій часто оцінюється відношенням норми витрат матеріалу до маси заготовки.

Енергомісткість технологій – відношення всієї енергії, що споживається виробництвом за рік, до річного обсягу продукції, що випускається.

Витрати енергії на одиницю продукції на різних підприємствах різні, навіть коли це однакова продукція. Чим менше енергії витрачається на виробництво одиниці продукції, тим нижча собівартість продукції. Зниження енергомісткості технологій і процесів, насамперед, пов'язане з підвищенням коефіцієнту корисного використання енергії, який представляє собою відношення загальної кількості корисної енергії до сумарної кількості використаної енергії.

Зменшити енергомісткість продукції можна такими шляхами:

- впровадження енергозберігаючих технологій, що забезпечують утилізацію енергоресурсів (використання теплоти, що виносяться з технологічного процесу для нагрівання сировини, для висушування, опалювання та інших виробничих потреб);
- удосконалення технологічного обладнання (через недосконалість технологічного обладнання велика кількість енергетичних ресурсів втрачається або використовується нерационально);
- заміна енергомістких технологічних процесів процесами незначної енергомісткості;
- заміна джерел енергії більш ефективними, використання нетрадиційних джерел енергії;

– створення економічного механізму стимулювання енергозбереження, введення стандартів на енергетичну ефективність обладнання, яке споживає енергію.

Рівень продуктивності праці – один із найважливіших показників ефективності технологій, який характеризується кількістю продукції, що виробляється за одиницю робочого часу. Безпосередньо з показником продуктивності праці пов'язана працемісткість виготовлення виробу, яка є величиною, оберненою до продуктивності, тобто це є проміжок робочого часу, необхідний для виготовлення одиниці продукції. Головною умовою підвищення прибутковості виробництва є зростання продуктивності праці.

Фактори зростання продуктивності праці в машинобудівній промисловості поділяються на п'ять основних груп:

– матеріально-технічні – впровадження нової техніки, механізація і автоматизація, застосування нових матеріалів і прогресивних методів їх оброблення, модернізація обладнання тощо. Ця група факторів найбільше впливає на зростання прибутковості виробництва (приблизно 2/3 від загального приросту);

– організаційні – наукова організація праці, впровадження ефективних методів і систем керування виробництвом, в тому числі автоматичних тощо;

– економічні – створення фондів матеріального стимулювання, впровадження заохочувальних систем оплати праці;

– соціальні – характер суспільного укладу, культурно-технічний рівень кадрів;

– природні умови – географічне розташування, близькість до природних ресурсів;

– ергономічні – гігієнічні, антропометричні, фізіологічні, психологічні.

Екологічна чистота технологій визначає ступінь впливу виробництва на навколишнє середовище (виділення відходів та інших екологічно шкідливих параметрів: шум, вібрації, радіоактивне випромінювання тощо). Основна причина негативного впливу виробництва на природу полягає не стільки в зростанні масштабів виробництва, скільки в недосконалості його технологій.

Принциповими шляхами боротьби із забрудненням навколишнього середовища є: очищення шкідливих відходів і більш радикальний та економічний шлях – створення маловідходних технологій. Для забезпечення здорового навколишнього середовища виробництво повинне функціонувати та розвиватися не всупереч, а відповідно до законів природи, що дозволяє розглядати сучасне виробництво та живу природу як єдину еколого-економічну виробничу систему.

Система екологізації виробництва включає:

– використання екологічно чистих джерел енергії;

- впровадження ресурсозберігаючих і ресурсовідтворюючих технологій;
- впровадження виробництв повної утилізації відходів або перероблення відходів у такий безпечний стан, який негативно не впливає на навколишнє середовище.

Низька екологічна чистота технологій є також однією з причин зниження прибутковості виробництв.

Цілком зрозуміло, що ступінь задоволення суспільних потреб певною продукцією прямо залежить від якості останньої. Проблема підвищення якості продукції є комплексною і вирішується на всіх стадіях проєктування і виготовлення продукції. Але процес підвищення якості має певну межу оптимального рівня якості. Основними показниками, які обмежують подальше підвищення рівня якості промислової продукції, є термін морального старіння продукції, несвоєчасна модернізація обладнання і величина затрат суспільної праці.

Також ефективність технологій в значній мірі залежить і від наступних характеристик:

- стадії життєвого циклу технологій, що використовує підприємство; кожна технологія найбільш ефективна лише в стадії виробництва;
- вчасної (до початку стадії занепаду) модернізації використовуваних технологій або їх заміни новими технологіями, найбільш підготовленими до використання;
- рівня стадійності технологій; малостадійні технології економлять використання виробничих площ, зменшують експлуатаційні витрати на ремонт, амортизаційні відрахування та ін.;
- рівня гнучкості технологій; їх здатності швидко і з малими витратами перебудовуватись на випуск нових видів продукції чи обслуговуючих процесів, на яких є попит на ринку;
- рівня комплексної механізації та автоматизації технологій; підвищення цього рівня забезпечує зростання продуктивності праці та обсягу випуску продукції, зниження собівартості продукції та інше;
- рівня використання в технологіях сучасних засобів мікроелектроніки, що інтенсифікує виробництво, підвищує якість продукції тощо.

Питання для самоперевірки:

1. Суть та зміст техніко-економічного аналізу (ТЕА) ефективності інженерних рішень.
2. Завдання, мета та принципи ТЕА ефективності інженерних рішень.
3. Принципи ТЕА ефективності інженерних рішень.
4. Сукупність яких груп показників визначають загальну економічну ефективність виробництва?

5. Технічні показники економічної ефективності виробництва.
6. Техніко-економічні показники економічної ефективності виробництва.
7. Техніко-експлуатаційні показники економічної ефективності виробництва.
8. Методи системного ТЕА ефективності інженерних рішень.
9. Системний підхід як методологічна база для оцінки ефективності інженерних рішень.
10. Переваги та недоліки системного підходу до оцінки ефективності інженерних рішень.
11. Принципи системного аналізу оцінки ефективності.
12. Інженерний аналіз ефективності, його відмінності від техніко-економічного аналізу.
13. У які загальні групи об'єднують методи ТЕА?
14. Від чого залежить вибір конкретного методу ТЕА?
15. Що розуміють під критерієм ефективності?
16. Багатокритеріальний підхід до оцінки ефективності діяльності підприємства.
17. Спеціальні методи ТЕА, їх завдання та сфери застосування.
18. Класифікація порівняльних показників ТЕА.
19. Які фактори ефективності виробництва й експлуатації виробів впливають на рівень загальних витрат?
20. Методи розрахунку витрат у ТЕА.
21. Система показників технічного рівня продукції (процесу).
22. Шляхи зменшення енергомісткості продукції.
23. Фактори зростання продуктивності праці.
24. Чинники підвищення оптимального та ефективного рівня якості продукції.
25. Шляхи та резерви створення маловідходних ефективних технологічних процесів.

Тема 8. Оцінка ефективності капітальних вкладень

8.1. Джерела фінансування капітальних вкладень підприємства, їх склад і структура.

8.2. Методики оцінки ефективності капітальних вкладень.

8.3. Показники ефективності капітальних вкладень.

8.4. Методи розрахунку ефективності капітальних вкладень і експлуатаційних витрат за порівнювальними варіантами.

8.1. Джерела фінансування капітальних вкладень підприємства, їх склад і структура

Капітальні вкладення підприємств забезпечуються фінансовими ресурсами з різних джерел:

1. Централізовані капітальні вкладення – витрати, які здійснюються за рахунок централізованих джерел фінансування. Склад джерел фінансування, які направляються на капітальні вкладення, залежать від рівня централізації капітальних вкладень.

В якості основного джерела фінансування в цьому випадку виступає прибуток підприємства. Джерелом фінансування можуть бути також доходи від інших підприємств, які залучаються в порядку дольової участі у виробництві. Можливим є одержання кредиту або ж асигнування з місцевого бюджету.

Якщо інвесторами державних капітальних вкладень є органи державної влади усіх рівнів, джерелами фінансування таких капітальних вкладень є:

- коштів державного або місцевого бюджету;
- коштів державних позабюджетних фондів;
- позикових коштів;
- коштів у порядку внутрішньогалузевого перерозподілу тощо.

Бюджетні кошти надаються на фінансування об'єктів виробничого призначення у тих вкладниках, коли ці об'єкти включені до цільової комплексної програми, затвердженої Кабінетом Міністрів України, і програм підтримки підприємництва.

Створюються також спеціальні форми підтримки малих підприємств для фінансування заходів щодо створення нових і розвитку діючих малих підприємств. Засновниками фондів підтримки малих підприємств можуть бути державні, кооперативні та інші підприємства, організації і громадяни. Фонди підтримки утворюються за рахунок добровільних внесків державних, кооперативних, суспільних та інших підприємств, установ і громадян. У фонди підтримки направляються бюджетні кошти для стимулювання розвитку пріоритетних видів діяльності малих підприємств (виробництво товарів,

надання послуг населенню тощо). Ці фонди надають позички малим підприємствам, встановлюють їм пільгові умови кредитування (субсидування).

Обсяги цих капіталовкладень, титульні списки, проектно-кошторисна документація, джерела фінансування капіталовкладень, визначаються і затверджуються міністерствами, відомствами, іншими органами управління. Банки фінансують централізовані капітальні вкладення, виходячи з планів фінансування, зі спеціально відкритих для цієї мети рахунків.

Обсяги позабюджетних фондів, які направляються на фінансування державних капітальних вкладень, встановлюються при розподілі коштів відповідних позабюджетних засобів. Обсяги позичкових коштів, що направляються на фінансування державних капітальних вкладень, визначаються як різниця між передбаченим обсягом відповідного виду державних капітальних вкладень та наявними джерелами їх фінансування. Кошти у порядку внутрішньогалузевого перерозподілу виділяються міністерствами відомствами на проведення капітального будівництва виробничої і соціальної сфери окремими пріоритетними підприємствами галузі державної форми власності.

2. Децентралізовані джерела капітальних вкладень – це власні фінансові ресурси, які на даний час в підприємствах займають найбільшу питому вагу. Відповідно до чинного законодавства власними джерелами фінансування капітальних вкладень можуть бути:

Кошти засновників підприємства – внесені паї (частки) засновників формуються в обсягах, передбачених засновницьким договором. Отримані в грошовій формі внески направляються на придбання основних засобів.

Фонди нагромадження за рахунок прибутку – це частина чистого прибутку, що залишаються у розпорядженні підприємства.

Резервні фонди – це кошти, які залучаються на певний період.

Амортизаційні відрахування – це сума коштів, що спрямовується на капітальні вкладення, залежить від балансової вартості основних засобів, норм амортизаційних відрахувань, структури основних виробничих засобів.

Кошти від продажу власного майна – це виручка від реалізації майна і не використовується на підприємстві.

Кошти від здавання власного майна підприємства в оренду, заставу – частина орендної плати (дохід) від надання майна в оренду.

3. Позичені та залучені кошти використовуються підприємством при нестачі власних фінансових ресурсів на капітальні вкладення.

До складу позикових джерел входять:

- довгострокові кредити банків та інших кредитних інститутів;
- емісії облігацій підприємств;

- цільовий державний кредит, спрямований на конкретний вид інвестування;
- податковий інвестиційний кредит;
- інвестиційний лізинг (довгострокова форма оренди машин, обладнання);
- інвестиційний селенг (передача власникам прав на використання їх майна за визначену плату).

До складу залучених джерел входять:

- емісія акцій підприємств;
- емісія інвестиційних сертифікатів (інвестиційних фондів і компаній);
- внесок сторонніх вітчизняних та зарубіжних інвесторів до уставного фонду;
- безоплатно подані державними органами та комерційними структурами кошти на цільове інвестування.

Структура джерел фінансування капітальних вкладень підприємства залежить від багатьох факторів, зокрема:

- від оподаткування доходів підприємства;
- темпів зростання реалізації товарної продукції та їх стабільності;
- структури активів підприємства;
- стану ринку капіталу;
- відсоткової політики комерційних банків;
- рівня управління фінансовими ресурсами підприємства;
- суті стратегічних цільових фінансових рішень підприємства.

Найприйнятнішим для підприємства є компенсаційний підхід до вибору джерел фінансування капітальних вкладень. Основною передумовою визначення оптимальної структури таких джерел може бути детальний аналіз: можливого обсягу залучення додаткових коштів, пов'язаного із подорожчанням капітальних витрат.

8.2. Методики оцінки ефективності капітальних вкладень

Капітальні вкладення – це інвестиції в основний капітал, витрати на нове будівництво, реконструкцію, технічне переозброєння – придбання обладнання, устаткування, інструменту.

Інвестиції мають ширше трактування. Вони включають грошові кошти, цінні папери, інше майно, у тому числі права, що мають грошову оцінку, вкладаються в об'єкти підприємницької або іншої діяльності з метою отримання прибутку або іншого ефекту.

Розрізняють інвестиції реальні та портфельні. Портфельні інвестиції – це вкладення в цінні папери й активи підприємства. Реальні інвестиції – це вкладення в основний та оборотний капітал підприємства.

Ефективність виробничих інвестицій (капітальних вкладень) характеризує економічні, соціальні або інші результати і господарську доцільність їх здійснення.

Головною метою аналізу ефективності капітальних витрат служить обґрунтування доцільності того чи іншого проєкту або інженерного рішення за умови обмеженості капіталу як ресурсу та забезпечення найбільших прибутків через реалізацію найкращого з кількох варіантів (проєктів) інвестицій.

Офіційна методика оцінювання ефективності (доцільності) капітальних вкладень передовсім визначає загальні положення. Найбільш суттєвими з них є такі:

- по-перше, розрахунки економічної ефективності капітальних вкладень застосовують для: розроблення різних проєктних і планових (прогнозованих) документів; оптимізації розподілу реальних інвестицій за різними формами відтворення основних фондів; оцінювання ефективності витрачання власних фінансових коштів підприємства;

- по-друге, у розрахунках визначають загальну економічну ефективність як відношення ефекту (результату) до суми капітальних витрат, що зумовили цей ефект. Витрати та результати обчислюють з урахуванням чинника часу. На підприємствах економічним ефектом капітальних вкладень служить приріст прибутку;

- по-третє, з метою всебічного обґрунтування та аналізу економічної ефективності капітальних вкладень, виявлення резервів її підвищення використовують систему показників – узагальнених та поодиноких. До узагальнених показників належать період окупності капітальних витрат (кількість років або місяців, за які відшкодовуються початкові інвестиції) та питомі капітальні вкладення (у розрахунку на одиницю приросту виробничої потужності або продукції) – капіталомісткість. Окрім узагальнених, до системи входять такі поодинокі показники, що підлягають спільному капітальному аналізу: продуктивність праці і фондівіддача; матеріаломісткість, собівартість, якість і технічний рівень продукції; тривалість інвестиційного циклу; величина соціального ефекту; показники, що характеризують поліпшення стану навколишнього середовища;

- по-четверте, за визначення ефективності капітальних вкладень має бути виключений вплив на сумарний ефект так званих неінвестиційних чинників, тобто заходів, здійснення яких не потребує капітальних вкладень. Це означає, що з одержаного підприємством ефекту (прибутку) треба вилучати ефект від повнішого використання введених раніше виробничих потужностей, збільшення коефіцієнта змінності роботи устаткування, запровадження прогресивних форм організації виробництва, праці та управління, підвищення професійної підготовки та майстерності персоналу.

Зазначені методики оцінки ефективності капітальних вкладень є обов'язковими при прийнятті інженерних рішень щодо порівняння технологічних процесів з різними капітальними вкладеннями.

Перший спосіб – оцінка ефективності капітальних вкладень на базі нормативних показників.

Цей спосіб відноситься до традиційних, нерідко його називають наближеним статичним, оскільки тут не враховується різна вартість засобів в часі.

Для завдань з визначення ефективності капітальних вкладень перший спосіб диктує вибір того варіанту, для якого приведені витрати Z мінімальні:

$$Z = C + EK. \quad (8.1)$$

При цьому річний економічний ефект дорівнює:

$$E_p = Z_1 - Z_2 = (C_1 + EK_1) - (C_2 + EK_2), \quad (8.2)$$

де C_1, C_2 – відповідно собівартість продукції по базовому та проєктному варіантах;

K_1, K_2 – відповідно капітальні вкладення за варіантами,

Z_1 і Z_2 – відповідно приведені витрати за порівнюваними варіантами,

E – коефіцієнт ефективності капітальних вкладень.

Значення коефіцієнта E можна оцінити середнім банківським відсотком по кредитах і депозитах. На теперішній час з урахуванням усіх можливих ризиків $E = 0,2$. Такий підхід для оцінки коефіцієнту ефективності капітальних вкладень враховує рівну ймовірність спрямування можливих інвестиційних засобів до фінансових установ або в капітальні вкладення.

Економічну ефективність капітальних вкладень визначають з метою обґрунтування напрямів інженерних рішень, виявлення найвигіднішого варіанту нових технологічних процесів, комплексу машин. Основне завдання аналізу доцільності капітальних витрат для реалізації інженерних рішень, проєктів полягає в порівнюванні зиску за умови мінімізації капіталу як ресурсу та забезпечення максимальних прибутків через запровадження найкращого з декількох варіантів.

8.3. Показники ефективності капітальних вкладень

Для оцінки доцільності й всебічного обґрунтування капітальних вкладень, аналізу їх економічної ефективності та виявлення резервів їх підвищення офіційна методика використовує систему показників, до якої належать:

- термін окупності капітальних вкладень;
- питомі капітальні вкладення і капіталомісткість;
- продуктивність праці;
- фондоддача;

- матеріаломісткість;
- собівартість;
- показники точності та якості продукції.

Економічну ефективність визначають на основі типової методики, шляхом порівняння корисного ефекту від їх здійснення з обсягом капітальних вкладень. Таким безпосереднім головним техніко-економічним показником ефективності капітальних вкладень є приріст корисного ефекту як економічний результат функціонування приросту виробничих потужностей і основних фондів.

З огляду на це розрізняють загальну (абсолютну) та порівняльну ефективність капітальних вкладень.

Абсолютна ефективність капітальних вкладень відображає загальну їх віддачу на підприємстві, її обрахунки необхідні для оцінювання фактичного ефекту. Критерієм ефективності капітальних вкладень є співвідношення приросту корисного ефекту до капітальних вкладень, що спричинили цей приріст.

Визначаючи абсолютну економічну ефективність капітальних вкладень, використовують показник – коефіцієнт ефективності для:

- підприємств – відношення приросту прибутку за рік до капітальних вкладень, що спричинили цей приріст;
- окремих заходів – відношення одержаної економії від зниження собівартості продукції до капітальних вкладень, що спричинили цю економію.

Визначивши показник ефективності капітальних вкладень окремо за кожним методом, його порівнюють з відповідним нормативним показником. Якщо отриманий розрахований показник вищий від нормативного, то капітальні вкладення визнаються ефективними.

Показником абсолютної ефективності капітальних вкладень є термін їх окупності (повернення), тобто час, упродовж якого величина прибутку, одержаного за рахунок капітальних вкладень, перевищить суму капітальних вкладень. Його визначають діленням суми капітальних вкладень на прибуток, який отримало підприємство внаслідок їх запровадження.

Отже, економічний зміст показників абсолютної ефективності є порівнянням річної суми валового, чистого доходу, прибутку або економії поточних затрат із капітальними вкладеннями, які їх спричинили. Такі показники підтверджують загальний критерій ефективності – зростання продуктивності суспільної праці.

Показниками порівняльної ефективності є приведені витрати та коефіцієнт попарного порівняння. Приведені витрати – це приведені до однієї розмірності поточні витрати та капітальні вкладення. У випадку, якщо варіантів капітальних вкладень лише два, то визначають коефіцієнт попарного порівняння та термін окупності.

Пошук шляхів і резервів ефективного використання капітальних вкладень є актуальним і важливим завданням при прийнятті ефективних інженерних рішень.

На рівень ефективності використання капітальних вкладень впливає значна кількість чинників, у тому числі тих, що визначають структуру та тривалість відтворювальних процесів, а також спроможність економічних методів управління ними.

Високий рівень ефективності капітальних вкладень забезпечується прогресивністю елементно-технологічної та відтворювальної структури. Чим вища частка вкладень в активну частину основних фондів, тим більша віддача капітальних вкладень. Проте ця частка вимагає ретельного техніко-економічного обґрунтування, і дії мають бути цілеспрямованими для оптимізації її структури.

Підвищення ефективності капітальних вкладень найчіткіше проявляється у збільшенні обсягу валової продукції підприємства, підвищенні продуктивності праці й зниженні працемісткості та собівартості продукції.

Основними заходами, внаслідок яких можна забезпечити підвищення їх ефективності, є:

- забезпечення комплектності й пропорційності капітальних вкладень;
- скорочення вартості будівництва виробничих об'єктів, якого можна досягти зниженням кошторисної вартості проектно-конструкторських робіт;
- скорочення розриву в часі між капітальними вкладеннями й освоєнням основних фондів.
- матеріальне стимулювання працівників за поліпшення якості й економічного ведення будівельно-монтажних робіт, що сприяє скороченню термінів капітальних вкладень.

Якщо прирівняти $E = 0$, то можна визначити коефіцієнт ефективності капітальних вкладень і термін окупності:

$$E = \frac{C_1 - C_2}{K_2 - K_1}, \quad T_o = \frac{K_2 - K_1}{C_1 - C_2}, \quad E = \frac{1}{T_o}. \quad (8.3)$$

У ряді випадків, коли собівартість проектного варіанту C_2 збільшується при $K_2 > K_1$, то слід використати іншу залежність:

$$E = \frac{\Delta ПР}{K}; \quad T_{ок} = \frac{K}{\Delta П}, \quad (8.4)$$

де $\Delta ПР$ – приріст прибутку за рахунок використання капітальних вкладень.

За другим способом враховується, що гроші на теперішній час коштують дорожче, ніж в майбутньому. Тоді інвестиційні засоби (K) повинні окупатися

впродовж декількох періодів (місяців, років) з урахуванням дисконтованої вартості:

$$K \leq \sum_{t=1}^t \frac{P_t}{(1+i)^t}, \quad (8.5)$$

де P_t – ефект, отриманий від інвестиційних вкладень K , зазвичай визначається величиною чистого прибутку та амортизаційних відрахувань ($PP + A$).

Ефекти визначаються по періодах (роках) t ($t = 1, 2, 3, \dots$), i – норма дисконту, зазвичай дорівнює середньому банківському відсотку.

Чистий дисконтований дохід ($ЧДД$) дорівнює:

$$ЧДД = \sum_{t=1}^t \frac{P_t}{(1+i)^t} - K. \quad (8.6)$$

Термін окупності визначається моментом часу, коли $ЧДД = 0$. Для його оцінки виконується покроковий розрахунок $ЧДД$ до t , де $ЧДД > 0$. Далі можна використати метод лінійної інтерполяції.

Якщо інвестиційні кошти вкладаються частинами по окремих періодах t , то:

$$K = \sum_{t=1}^t \frac{K_t}{(1+i)^t}. \quad (8.7)$$

Фінансова діяльність будь-якого підприємства потребує періодичного прийняття рішень стосовно інвестування фінансових ресурсів на оновлення наявної матеріально-технічної бази, на розширення обсягу виробництва (послуг, робіт), а також на освоєння нових видів діяльності, включаючи інвестування коштів на ринку капіталів, у цінні папери тощо.

За законодавством України, всі інвестиції поділяються на капітальні та фінансові. Під капітальними інвестиціями розуміється вкладення грошей в основні засоби (будинки, споруди, інші об'єкти нерухомої власності) та нематеріальні активи, а під фінансовими інвестиціями – вкладення грошей у придбання корпоративних прав, цінних паперів, деривативів, інших фінансових інструментів.

Обмеженість вільних фінансових ресурсів, які можна використовувати для інвестування, наявність альтернативних варіантів зумовлюють необхідність глибокої аналітичної проробки проєктів як на стадії прийняття рішень про вкладення коштів у той чи інший проєкт, так і на стадії оцінки ефективності його впровадження.

Головний критерій оцінки ефективності інвестицій – їх окупність, тобто швидкість повернення підприємством вкладених коштів через певні грошові

потоки, які генеруються втіленням у життя профінансованих проєктів. Це можуть бути прибутки від реалізації деталей, вузлів, машин, якщо інвестований проєкт пов'язаний з виробництвом виготовленої продукції, дивіденди та відсотки на вкладений капітал в акції інших компаній, прибуток від вкладення коштів у торгівлю, інші посередницькі операції, відсотки на вкладені на депозити кошти у комерційні банки тощо.

Ключовою проблемою для вироблення правильних підходів до оцінки співвідношення величини витрат на виробництво з одержаними за їх рахунок грошовими потоками (а саме на цьому ґрунтуються розрахунки окупності технологічних процесів) є проблема зіставності суми вкладень з одержаними доходами з урахуванням усіх факторів зміни собівартості виробів у часі, в тому числі такого фактору, як середньоринкові норми доходності (рентабельності) вкладеного капіталу.

Для вирішення цієї проблеми для оцінки ефективності прийнято оперувати такими поняттями. Сума інвестиції – це вартість початкових грошових вкладень у проєкт, без яких він не може здійснюватися, тобто так званих капітальних вкладень. Ці витрати мають довготерміновий характер, причому, якщо за їх рахунок створені основні засоби і нематеріальні активи (які у господарській практиці одержали не зовсім адекватну назву «необоротні активи»), вартість цих активів протягом тривалого часу (як правило, це кілька років) поступово зменшується, тобто, переноситься на продукцію, що виробляється.

За період функціонування проєкту («життєвий цикл» проєкту) вкладений капітал повертається у вигляді амортизаційних відрахувань як частина грошового потоку, а капітал, вкладений в оборотні активи (в тому числі в грошові активи), по закінченні «життєвого циклу» проєкту має залишатися у незмінному вигляді та розмірі. Сума інвестицій у фінансові активи (купівля акцій, облігацій, інших цінних паперів, вкладення грошей у депозити) являє собою номінальну суму витрат на створення цих активів.

Структура інвестиційних витрат на проєкти, пов'язані з виробництвом товарів і послуг, посередництвом, торгівлею, включає витрати на будівництво будівель і споруд, у тому числі і на їх проєктування, на придбання обладнання, устаткування, його монтаж і налагодження, на реконструкцію виробництва, на удосконалення існуючих технологічних процесів. Для визначення суми інвестицій у такі проєкти обов'язково треба врахувати також суму авансування капіталу в оборотні активи для створення мінімальних запасів сировини, матеріалів, незавершеного виробництва, готової продукції, грошових коштів для здійснення розрахунків та інших оборотних активів, без яких здійснення проєкту неможливе.

При визначенні суми початкових витрат на інвестиції треба враховувати (у бік зменшення) так звану ліквідаційну вартість основних засобів, якщо капітальний проєкт пов'язаний з впровадженням нових об'єктів (наприклад,

устаткування, машин) замість застарілих. У разі реалізації об'єктів основних засобів, які підлягають заміні, сума початкових витрат зменшується на продажну вартість об'єкту (остання ж приймається за мінусом податку на прибуток, сплаченого від операції з продажу).

Правильне та обґрунтоване визначення обсягу початкових витрат на проєкт, тобто суми інвестиції, – запорука якості розрахунків окупності інвестиції, бо саме вони і є об'єктом оцінки окупності та ефективності початкових витрат на виробництво.

Грошовий потік – дисконтований або недисконтований дохід від здійснення проєкту, який включає чистий прибуток (тобто прибуток за виключенням платежів до державного бюджету з нього) і амортизаційні відрахування, які надходять у складі виручки від реалізації виробів; крім того, якщо у завершальний період «життєвого циклу» проєкту підприємство-інвестор одержує кошти у вигляді недоамортизованої вартості основних засобів і нематеріальних активів та має вкладення капіталу в оборотні активи, вони враховуються як грошовий потік за останній період.

Чиста теперішня вартість проєкту – це різниця між величиною грошового потоку, дисконтованого за прийнятною для інвестора ставки доходи ості, і сумою інвестиції.

Вона визначається за формулою:

$$NPV = PV - CI, \quad (8.8)$$

де NPV (netto present value) – чиста вартість проєкту;

PV – дисконтований грошовий потік від функціонування проєкту;

CI – початкова сума вкладень в проєктний варіант.

Оскільки чиста теперішня вартість є результатом порівняння вкладеного капіталу з доходом дисконтованим, тобто таким, який враховує сподівання інвестора щодо його прибутковості у конкретних умовах формування її норми, критерієм доцільності інвестування у той чи інший проєкт або інженерне рішення є дотримання умови $NPV \geq 0$.

Тобто, проєкт можна вважати прийнятим і ефективним, якщо загальна величина накопиченого грошового потоку за період його здійснення досягає (або перевершує) суму початкової інвестиції, а з двох альтернативних проєктів кращий той, у якого величина NPV більша. Для розуміння загального підходу до оцінки доцільності інвестування за методом визначення чистої теперішньої вартості проєкту розглянемо такі два приклади.

Показники ефективності капітальних вкладень є критеріями, на підставі яких приймається рішення про доцільність фінансування проєкту. Це

агреговані показники, які дозволяють урахувати вплив чинників часу та ризику на грошові потоки.

Враховується часовий чинник: чим раніше будуть надходити доходи, тим вищим буде значення NPV і тим кращим вважається проєкт. Проєкт вважається привабливим, якщо $NPV > 0$. Чистий дисконтований дохід NPV за весь термін реалізації проєкту показує суму одержаного грошового потоку (доходи за мінусом інвестицій).

Індекс доходності – інший спосіб оцінки привабливості капіталу. Проєкт рекомендується приймати, якщо $PI > 1$. Слід пам'ятати, що високе значення PI не завжди відповідає високому значенню NPV .

Термін окупності досягається на тому кроці розрахункового періоду, коли значення критерію "індекс доходності" перевищить одиницю: $PI > 1$.

Показник IRR являє собою перевіірочний дисконт (відсоток внутрішньої доходності інвестицій), при якому доходи від проєкту дорівнюють початковим вкладенням у проєкт. Показник IRR порівнюється з середньозваженою вартістю капіталу і має бути більшим останнього.

У складі капітальних вкладень K підприємства, що впроваджує інноваційний проєкт, зазвичай враховуються:

- витрати на проведення науково-дослідних і проєктно-конструкторських робіт (витрати на розроблення проєкту) Z_n ;
 - вартість придбання, доставки, монтажу та налагодження обладнання, устаткування $Z_{об}$;
 - вартість додаткової виробничої площі (якщо в ній є потреба) $Z_{пл}$;
 - остаточна (неамортизована) частина вартості обладнання, що замінюється $C_{ост}$, і витрати на його демонтаж $C_{дем}$;
 - ліквідаційна вартість обладнання, що замінюється L_c – включається зі знаком «мінус»;
 - витрати на поповнення оборотних коштів підприємства (при необхідності) $Z_{ос}$;
 - додаткові витрати на охороні праці та навколишнього середовища $Z_{охр}$;
- Тоді загальні капітальні вкладення K визначаються за формулою:

$$K = Z_n + Z_{об} + Z_{пл} + C_{ост} + C_{дем} - L_c + Z_{ос} + Z_{охр}. \quad (8.9)$$

Якщо розроблення проєкту здійснюється зусиллями та коштами самого підприємства, яке впроваджує проєкт, витрати на проєктування Z_n визначаються як кошторисна вартість відповідних робіт. При розробленні проєкту іншою організацією витрати підприємства-замовника проєкту визначаються як договірна ціна розроблення з урахуванням податку на додану вартість.

Витрати на розроблення інноваційного проєкту можуть бути чималими або не виправдатися при впровадженні на одному підприємстві. Вихід з такого положення можна знайти у тиражуванні розроблення – впровадженні на декількох споріднених підприємствах. При цьому договірна ціна реалізації проєкту на одному підприємстві відповідним чином знижується.

У проєктній роботі в складі капітальних вкладень підприємства, пов'язаних з розробленням та впровадженням системи автоматизації технологічного процесу, рекомендується враховувати:

- вартість придбання, доставки, монтажу, налаштування приладів і засобів автоматизації $Z_{об}$;

- витрати на проведення науково-дослідних і проєктно-конструкторських робіт (витрати на розроблення проєкту) Z_n .

Тоді

$$K = Z_{об} + Z_n. \quad (8.10)$$

Договірна ціна проєкту включається до капітальних витрат повністю або частково залежно від можливості тиражування розроблення.

В останньому випадку в розрахунках оцінки ефективності зазначається кількість підприємств, на яких передбачається (або можливе) впровадження проєкту.

Вартість приладів і засобів автоматизації розраховують згідно специфікації основного обладнання – переліку засобів, що використовуються, з зазначенням по кожній позиції їх найменування, типу, кількості, прейскурантної ціни за одиницю та загальної вартості.

Вартість неврахованого у специфікації (допоміжного) обладнання $C_{дон}$ визначають в загальному випадку у відсотках (8–10%) від вартості основного обладнання $C_{осн}$:

$$C_{дон} = C_{осн} * P_{дон} / 100, \quad (8.11)$$

де $C_{осн}$ – сумарна вартість згідно специфікації основного обладнання;

$C_{дон}$ – вартість допоміжного обладнання;

$P_{дон}$ – відсоток вартості допоміжного обладнання.

Таким чином, загальна вартість обладнання $C_{об}$ складає:

$$C_{об} = C_{осн} + C_{дон}. \quad (8.12)$$

Витрати на доставку, монтаж та налаштування технічних засобів автоматизації $Z_{тм}$ визначають у відсотках (15–20%) від загальної вартості обладнання $C_{об}$:

$$Z_{mm} = C_{об} * P_{mm} / 100, \quad (8.13)$$

де P_{mm} – відсоток витрат на транспортування, монтаж та налаштування обладнання.

Отже, загальні витрати на обладнання $Z_{об}$ складають:

$$Z_{об} = C_{об} + Z_{mm}. \quad (8.14)$$

8.4. Методи розрахунку ефективності капітальних вкладень і експлуатаційних витрат за порівнювальними варіантами

У процесі матеріалізації капітальних вкладень відтворюються силове та робоче обладнання, транспортні засоби, будівлі, споруди й інші засоби виробничого та невиробничого призначення. У такий спосіб капітальні вкладення через певний термін часу переходять у виробничі фонди, які долучаються до виробництва і надають ефект. Останній характеризує економічні, соціальні чи інші результати та господарську доцільність капітальних вкладень.

Економічну ефективність капітальних вкладень визначають також з метою обґрунтування напрямів і виявлення найвигіднішого варіанту будівництва нових або розширення й реконструкції діючих комплексів, нових технологічних процесів, комплексу машин.

На практиці машинобудівні підприємства приймають різноманітні рішення стосовно доцільності залучення капітальних вкладень у виробничу та соціальну сфери. Економічну ефективність визначають на основі типової методики, через порівняння корисного ефекту від їх здійснення з обсягом капітальних вкладень. Таким безпосереднім економічним результатом є приріст корисного ефекту або ефективності як економічний результат функціонування приросту виробничих потужностей і основних фондів.

Необхідність капітальних вкладень зумовлена довгостроковими прогнозами збуту, які визначають міць і форму виробничих процесів, у випадках багато років. Приміром, сталеливарна та машинобудівна галузі містять складні капіталомісткі виробничі процеси, тому істотне збільшення їх основних виробничих потужностей можливо лише завдяки традиційному переобладнанню існуючих заводів чи будівництва нових підприємств. Природно, постанову або рішення по капітальних вкладеннях такого масштабу приймаються нечасто.

Найпоширенішими є такі показники ефективності капітальних вкладень:

- дисконтований термін окупності,
- чиста вартість інвестиційного проєкту,
- внутрішня норма прибутковості (доходності, рентабельності).

Дані показники як і відповідні їм методи, використовують у двох варіантах:

- визначення ефективності незалежних інвестиційних проєктів (так звана абсолютна ефективність), коли роблять висновок про те, чи прийняти проєкт чи відхилити,

- визначення ефективності взаємовиключних одне одного проєктів (порівняльна ефективність), коли роблять висновок у тому, який проєкт необхідно прийняти з кількох альтернативних.

Міжнародна практика оцінки ефективності інвестицій, у тому числі капіталовкладень, істотно виходить з концепції тимчасової вартості від вкладених грошей і полягає в наступних принципах:

Оцінка ефективності використання інвестованого капіталу здійснюється шляхом зіставлення грошового потоку, що формується у процесі реалізації інвестиційного проєкту й вихідної інвестиції. Проєкт визнається ефективним, якщо забезпечується повернення вихідної суми та необхідна дохідність для інвесторів, які надали капітал. Інвестований капітал, як і грошові потоки наводиться на теперішній час або до певного розрахункового року (який, зазвичай, передує початку реалізації проєкту).

У економічному просторі та оцінці ефективності використовують спеціальну техніку для визначення поточної й майбутньої вартості виробу. Цей технічний прийом називається дисконтуванням.

Дисконтування є процесом, зворотним підрахунку складного відсотка від реалізації об'єктів виробництва. Нарахування складного відсотка називається процесом зростання основної суми вкладень за допомогою накопичення відсотків, а суму, отриману як прибуток у результаті накопичення відсотків, називають майбутньої вартістю суми вкладу після закінчення періоду, для якого здійснюється розрахунок. Початкова сума вкладу називається поточною вартістю.

При нарахуванні складного відсотка знаходять майбутню вартість виробів шляхом множення поточної вартості на $(1 + \text{ставка відсотка})$:

$$FV = PV (1 + r)n, \quad (8.15)$$

де FV – майбутня вартість;

PV – поточна вартість;

r – ставка відсотка;

n – кількість років.

Процес визначення цієї поточної вартості зворотний нарахуванню складного відсотка.

При дисконтуванні знаходять поточну вартість шляхом розподілу майбутньої вартості на $(1 + \text{ставка відсотка})$:

$$PV = FV / (1 + r)^n. \quad (8.16)$$

Щоб спростити розрахунки при нарахуванні складного відсотка, використовуються спеціальні таблиці, у яких для кожного року й кожної відсоткової ставки заздалегідь враховано величини $(1 + r)^n$ і $(1 + r)^{-n}$. Ці величини називаються відповідно «чинник складного відсотка» (множник нарощування) і «чинник дисконтування» (дисконтний множник).

Процес дисконтування капітальних вкладень і надходження потоків проводиться у разі різних ставок дисконтування, визначених залежно від особливостей інвестиційних проєктів. При визначенні ставки дисконтування враховуються структура інвестицій і вартість окремих складових капіталу.

Один із принципів аналізу ефективності капіталовкладень полягає у тому, що необхідно зіставляти витрати й доходи (зиски). Відомо, що створення проєкту розтягуються у часі, а прибутки від проєкту, крім розтягування у часі, виникають зазвичай після здійснення витрат.

Існує так звана вартість грошової одиниці у часі, що означає, наприклад, що гривня, отримана раніше, коштує більше, ніж гривня, отримана пізніше.

Метод дисконтування відрізняється від методу чистої наведеної вартості тим, що чиста наведена вартість (чиста приведена величина доходу) окреслюється відмінністю між поточною наведеною вартістю потоку майбутніх доходів (зисків) й поточною наведеною вартістю потоку майбутніх витрат за реалізацію й функціонування проєкту на час всього циклу його життя.

Порівняння ефективності капітальних вкладень і експлуатаційних витрат за варіантами з використанням зазначених методів дає змогу відібрати найліпші варіанти інженерних рішень за мінімальною величиною приведених витрат та визначити загальну економічну ефективність здійснюваного проєкту через обчислення очікуваного коефіцієнта прибутковості інвестування.

Питання для самоперевірки:

1. Капітальні вкладення, зміст і призначення.
2. Види джерел фінансових ресурсів капітальних вкладень.
3. Централізовані та нецентралізовані капітальні вкладення.
4. Види джерел фінансування позичених та залучених коштів капітальних вкладень.
5. Від чого залежить структура джерел фінансування капітальних вкладень?
6. Відмінність між капітальними вкладеннями та інвестиціями.

7. Інвестиції, зміст і призначення.
8. Класифікація інвестицій за призначенням.
9. Реальні та портфельні інвестиції.
10. Оцінка ефективності капітальних вкладень на базі нормативних показників.
11. Як визначається загальна економічна ефективність капітальних вкладень?
12. З якою метою здійснюється аналіз ефективності капітальних витрат?
13. Система показників для визначення ефективності капітальних вкладень.
14. Узагальнені показники ефективності капітальних вкладень.
15. Поодинокі показники ефективності капітальних вкладень.
16. Методики оцінки ефективності капітальних вкладень.
17. Види ефективності капітальних вкладень за методами розрахунку.
18. Абсолютна ефективність капітальних вкладень.
19. Коефіцієнт абсолютної ефективності капітальних вкладень.
20. Показники порівняльної ефективності капітальних вкладень.
21. Приведені витрати в оцінці ефективності капітальних витрат.
22. Структура інвестиційних витрат на проекти та інженерні рішення.
23. Методи розрахунку ефективності капітальних вкладень і експлуатаційних витрат за порівнювальними варіантами.
24. Метод дисконтування в оцінці ефективності капітальних витрат.
25. Шляхи ефективного використання капітальних вкладень при прийнятті інженерних рішень.

Тема 9. Ефективність проєктного обладнання.

Визначення ефективності розроблення нових та удосконалення існуючих технологій

9.1. Оцінка конкурентоспроможності проєктного обладнання. Розрахунок індексу технічних параметрів (індексу якості).

9.2. Визначення ефективності ресурсощадних технологій.

9.3. Оцінка ефективності технологій, направлених на підвищення якості продукції.

9.4. Обґрунтування ефективності завершеної продукції.

9.1. Оцінка конкурентоспроможності проєктного обладнання. Розрахунок індексу технічних параметрів (індексу якості)

Ефективність (раціональність) створення та впровадження проєктних (модернізованих) технологічних і технічних способів та засобів виробництва повинна встановлюватися на основі комплексного аналізу шляхом порівняння з варіантом, прийнятим за базовий.

Комплексний аналіз ефективності проєктного обладнання включає розгляд технічної, організаційної, соціальної, екологічної й економічної доцільності застосування проєктних інженерних рішень. В процесі комплексного аналізу можуть вирішуватися також питання естетичного оформлення проєктної продукції. В процесі аналізу встановлюються переваги та недоліки проєктного обладнання і засобів не лише в процесі їх виробництва, а й в процесі їх експлуатації.

Технічну доцільність проєктного обладнання визначають на основі розрахунку та зіставлення технічних показників, номенклатура яких досить велика й зумовлена специфікою засобів і способів, що зіставляються. Так, в машинобудуванні до їх числа відносяться показники, які характеризують: експлуатаційні властивості та якість засобів:

- продуктивність і потужність устаткування,
- коефіцієнт корисної дії,
- допустимі режими використання,
- безвідмовність робіт,
- довговічність, ремонтпридатність (зокрема, група ремонтної складності тощо);
- конструктивні властивості та якості засобів (наприклад, диференціація розмірного ряду, ступінь уніфікації та нормалізації, складність кінематичної схеми, маса та габаритні розміри тощо);
- технологічні характеристики засобів і способів (наприклад, диференціація технологічного процесу, якість оброблення деталей,

технологічна оснащеність, призначені режими роботи, коефіцієнт використання матеріалів тощо).

Організаційну доцільність впровадження проєктних способів і засобів визначають на основі розрахунку й зіставлення з базовим варіантом відповідних показників, які характеризують різні сторони порівнюваних варіантів:

- зміна рівня організації підготовки виробництва;
- рівень покращення виробничої структури цеху (дільниці), в якому впроваджуються проєктні способи та засоби;
- зміна рівня організації виробничого процесу в часі;
- покращення режиму роботи і використання засобів виробництва.

Вплив проєктних способів і засобів на рівень організації виробництва характеризується певними показниками. Так, рівень організації підготовки виробництва характеризується такими показниками:

- тривалість циклу підготовки виробництва,
- тривалість виробничого циклу,
- ритмічність виробництва тощо.

Виробнича структура цеху характеризується наступними показниками:

- рівень спеціалізації виробництва,
- питома вага основних і допоміжних підрозділів,
- ступінь прямоточності технологічного процесу, операцій тощо.

При визначенні раціональних варіантів техніки, технології і організації виробництва має бути виявлена їх порівняльна соціальна значущість, яка виражається в покращенні умов праці, поєднання прискореного технічного прогресу з повною зайнятістю працездатного населення.

Для знаходження оптимальних рішень порівняльної економічної ефективності варіантів виробництва використовуються критерії:

- максимум завантаження устаткування,
- мінімум відходів матеріалу,
- мінімум собівартості,
- максимум прибутку або рентабельності,
- мінімум приведених витрат,
- максимум приросту доходів виробництва,
- максимум зростання продуктивності праці.

Проте добитися екстремального значення для двох і більше критеріїв одночасно є неможливим.

Переважно порівняльна економічна ефективність варіантів виробництва оцінюється за допомогою критерію мінімуму працемісткості продукції, собівартості та приведених витрат. На початку проєктних робіт слід

обґрунтовувати необхідність створення (модернізації) існуючої технології і організації виробництва.

Робота над проектуванням нової технології повинна узгоджуватись з іншими розрахунками проєкту та підсумовувати їх, оскільки в ній перевіряється економічна обґрунтованість прийнятих в інженерних рішень. Економічний підхід повинен застосовуватися при знаходженні оптимальних рішень кожної часткової інженерної задачі, що виникає в ході проектування устаткування, оснащення, організації виробничого процесу, виконання дослідження.

Розрахунки показників ефективності проєкту повинні показати, якою мірою економічно ефективніше в цілому здійснення усього комплексу розроблених технічних і організаційних нововведень. Тим самим ця частина демонструє, наскільки майбутній фахівець уміє правильно технічно та економічно мислити, робити якісний та кількісний аналіз порівняльних можливих технічних альтернатив і наскільки володіє апаратом розрахунків відповідних техніко-економічних показників в цілях вибору способів і засобів, здатних отримати ефективні результати.

При проектуванні машин, верстатів, оснащення та інших засобів необхідно узагальнити усі переваги та недоліки об'єкту проектування в процесі його виготовлення й експлуатації, що були виявлені в результаті розрахунку та аналізу технічних, організаційних і економічних показників за варіантами, які зіставляються.

Оцінка ефективності проєктів завершається та підтверджується: розрахунком річного економічного ефекту від запровадження прийнятих інженерних рішень, що досягається на підприємстві від впровадження проєктного об'єкту та ефективності додаткових капіталовкладень, якщо це необхідно. Для цього з достатньою мірою точності необхідно розрахувати для порівнюваних варіантів капіталовкладення й суми поточних витрат.

До робіт науково-дослідного характеру відносяться роботи, що не закінчуються проектуванням досліджуваного способу або засобів виготовлення продукції. В обґрунтуванні ефективності таких проєктів, присвячених окремим питанням дослідження, економічно зіставляються методи й засоби дослідження. Зокрема, якщо проведення експерименту супроводжується проектуванням експериментальної установки або іншого обладнання, то аналізуються та вирішуються завдання:

- компонування й конструктивного рішення,
- тип приводу,
- необхідні матеріали для виготовлення,
- чисельність обслуговуючого персоналу тощо.

Проєкти науково-дослідного характеру містять узагальнення розрахунків необхідності в лабораторному устаткуванні, матеріалах, необхідному персоналі для виконання досліджень. На підставі цих даних визначаються необхідні

капіталовкладення і довиробничі витрати. Якщо після виконання роботи науково-дослідного характеру досягаються результати, які можуть бути використані для алогічних виробництв з метою покращення конкретних способів або засобів виготовлення продукції, розрахунки ефективності є аналогічними змісту проєктів конструкторського або технологічного характеру.

При проєктуванні устаткування, оснащення та інших засобів необхідно проаналізувати та вирішити наступні завдання:

- можливі варіанти продуктивності та вантажопіднімальності машини,
- вид та потужність приводу,
- режими роботи,
- види та розміри матеріалів і заготовок,
- точність оброблення деталей,
- прийняті конструктивні форми та розміри,
- компонування,
- зовнішній вигляд тощо.

Збільшення потужності, продуктивності та коефіцієнту устаткування може призвести до його здорожчання. У таких випадках необхідно встановити економічну доцільність збільшення прийнятих параметрів. В процесі встановлення параметричного ряду обладнання, приладів або їх окремих елементів виникає питання про шкалу наростання (наприклад, збільшення розмірів якого-небудь типу верстата, потужності двигуна тощо).

Зміна розмірів цього виду устаткування впливає, з одного боку, на його вартість, з іншого – на витрати з експлуатації. Зменшення числа типорозмірів призводить до зниження працемісткості виготовлення машини, внаслідок серійності її виробництва, але викликає зростання експлуатаційних витрат в результаті недовикористання потужності та інших параметрів устаткування. Тому необхідно здійснювати обґрунтування ефективності прийнятого параметричного ряду.

Економічний аналіз способів і засобів виробництва, що зіставляються, полягає у встановленні переваг та недоліків економії суспільної праці, зумовленої їх виробництвом і застосуванням. У різниці складу та розміру витрат суспільної праці знаходять узагальнену характеристику переваг і недоліків технічного, організаційного, соціального та іншого характеру.

Окрім того, аналіз ефективності способів і засобів виробництва, що зіставляються – це аналіз їх порівняльної ефективності. Його змістом є визначення і розрахунок:

- необхідних виробничих ресурсів (матеріальних, трудових, природних) за варіантами;
- витрат суспільної праці за окремими елементами та в цілому, зумовлених опрацюванням і обґрунтуванням кожного варіанту;

- економічного ефекту, що отримується на підприємстві в результаті застосування передбачених варіантом засобів і способів порівняно з іншими,
- економічної ефективності додаткових капіталовкладень, якщо це необхідно;
- економічно граничних значень параметрів засобів і способів;
- сфер їх ефективного застосування;
- економічно оптимальних значень параметрів, які забезпечують максимальну ефективність застосування цих засобів і способів.

Визначення порівняльної ефективності варіантів проектного обладнання будується на поєднанні якісного та кількісного підходу до оцінки їх переваг і недоліків.

Якісний аналіз ефективності порівнювальних варіантів здійснюється без розрахунків, на базі оцінок: «краще – гірше», «більше – менше», «дешевше – дорожче» тощо. Він виконується на основі досвіду і знань фахівців-експертів в цій галузі виробництва.

Кількісний аналіз порівняльної економічної ефективності способів і засобів полягає в розрахунку та порівнянні за варіантами розмірів витрат сукупної суспільної праці, зумовлених їх виконанням, і у визначенні величини економії праці – економічного ефекту, який досягається шляхом застосування раціональнішої, прогресивнішої техніки. Для цього розраховуються за варіантами відповідні часткові та узагальнені оціночні показники витрат.

Одним із найважливіших часткових показників конкурентоспроможності проектного обладнання є параметричний індекс адитивного характеру:

$$P = \sum_{i=1}^n P_i \cdot a_i, \quad (9.1)$$

де P_i – відносна значущість i -го параметру при порівнянні аналогу (P_a) і модернізованого устаткування (P_m),

a_i – вагомість i -го параметру, визначається в частках від одиниці,

n – число оцінюваних параметрів;

$$P_i = \frac{P_m}{P_a}, \quad (9.2)$$

де P_m – значення оцінюваного модернізованого устаткування,

P_a – значення параметру аналога або товару конкуруючої фірми,

$P_i = \frac{P_m}{P_a}$ – для позитивних параметрів, де справджується твердження: чим більше, тим краще (наприклад: ресурс, надійність).

$P_i = \frac{P_a}{P_m}$ – для негативних параметрів: чим більше, тим гірше (наприклад:

питома витрата палива, небезпечні викиди в атмосферу).

Вагомість параметру зазвичай визначається експертним способом (групою експертів, споживачів). Для того, щоб загальний індекс наближався до одиниці, сума окремих вагомостей також має дорівнювати одиниці. Перед тим, як розпочати обґрунтування ефективності запланованої модернізації, необхідно провести порівняння і опис обох варіантів устаткування (аналога і модернізованого).

9.2. Визначення ефективності ресурсощадних технологій

Найголовнішою професійною функцією інженера-технолога на виробництві, є розроблення нових та удосконалення існуючих технологій та їх впровадження у виробництво з метою:

- забезпечення ресурсозбереження;
- підвищення якості конструкційних та спеціальних матеріалів і виробів;
- інтенсифікації технологічних режимів і операцій;
- покращення використання вторинної сировини, відходів виробництва і споживання; тепла від роботи плавильних агрегатів, термічних печей, сушильних установок тощо;
- застосування ресурсощадної техніки та технологічного оснащення;
- досягнення відповідності технологічних процесів і режимів екологічним вимогам та забезпечення безпечних умов праці та інших прогресивних технологічних змін.

Кожен із вказаних напрямів удосконалення технологій має свою логіку, забезпечує досягнення специфічних конкурентних переваг підприємства у сфері технологічного розвитку, тому загальної методики техніко-економічного обґрунтування ефективності запропонованих технологічних змін не існує.

Нижче наведено методику техніко-економічного обґрунтування ефективності існуючих технологій за двома найважливішими напрямками – забезпечення ресурсозбереження та підвищення якості (поліпшення функціональних властивостей, покращення технічних параметрів) матеріалів та виробів із них.

Ефективність ресурсощадних технологій полягає в економії в процесі виробництва конструкційних і спеціальних матеріалів та виробів із них, будь-яких видів ресурсів (праці, сировини та матеріалів, енергоносіїв тощо). Економія виробничих ресурсів дає можливість підприємству знизити ціни на виготовлену продукцію без втрат прибутку, а ціна, поряд з якістю продукції, є ключовим фактором, що визначає рівень конкурентоспроможності продукції і підприємства в цілому.

Безумовно, що такий вплив ресурсозберігаючих технологій на кінцеві результати діяльності підприємства буде мати місце лише у разі, коли розроблений

технологічний процес або частина його (технологічний режим чи операція) забезпечить належну якість (необхідні технічні параметри) продукції, тобто не нижчу, ніж для продукції, отриманої із застосуванням базового варіанту технології.

Індикаторами ефективності та економічної доцільності впровадження того чи іншого варіанту технології, як правило, виступає сумарний рівень поточних (операційних) витрат підприємства на виробництво продукції та капітальних (інвестиційних) витрат, що забезпечують виробничий процес.

Рівень поточних витрат підприємства відображає показник собівартості продукції, але суттєва частина поточних витрат безпосередньо не залежить від прийнятого технологічного процесу. Вказані поточні витрати можуть бути виключені з розрахунків собівартості при економічному порівнянні варіантів технології, наприклад, адміністративні, позавиробничі, частина загально-виробничих витрат тощо. Виходячи з цього, при економічній оцінці ефективності варіантів технології прийнято розраховувати технологічну собівартість, тобто суму лише тих витрат, які розрізняються за значенням для порівнюваних варіантів технологічного процесу.

Сумарний рівень поточних та капітальних витрат на виробництво продукції прийнято називати зведеними (приведеними) витратами. Той варіант технології, який забезпечить мінімум зведених витрат (z), може вважатись економічно доцільним:

$$z_i = c_i + E_n \cdot k_i \rightarrow \min, \quad (9.2)$$

де i – індекс варіанту технологічного процесу;

c_i – технологічна собівартість одиниці продукції, окремого технологічного режиму чи операції за i -м варіантом, ум. од./од;

k_i – питомі капітальні вкладення, пов'язані з i -им варіантом технологічного процесу, ум. од./од;

E_n – нормативний коефіцієнт дисконтування (нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень).

Технологічна собівартість у загальному вигляді може бути розрахована наступним чином:

$$c_i = m_i + te_i + on_i + b_i + oc_i + a_i, \quad (9.3)$$

де m_i – витрати на основні та допоміжні матеріали й сировину за вирахуванням вартості зворотних відходів i -го варіанту технології, ум. од./од;

te_i – витрати на технологічні енергоносії (електроенергію, природний газ, стиснене повітря, пар, воду тощо) i -го варіанту технології, ум. од./од;

on_i – витрати на оплату праці основних робітників, що відносяться до i -го варіанту технології, ум. од./од;

b_i – обов'язкові відрахування в соціальні фонди, що припадають на i -ий варіант технології, ум. од./од;

oc_i – витрати на технологічне оснащення, які пов'язані із i -им варіантом технології, з урахуванням його ліквідаційної вартості, ум. од./од;

a_i – амортизація основних фондів, які забезпечують реалізацію i -го варіанту технологічного процесу, ум. од./од.

Витрати на основні та допоміжні матеріали і сировину за варіантами технологій, що порівнюються (m_i), визначають за формулою:

$$m_i = \sum_{j=1}^k n_j^m \cdot u_j^m - \sum_{j=1}^k q_j^b \cdot u_j^b; \quad (9.4)$$

де n_j^m – норма витрат j -го виду матеріалу, який використовується в i -му варіанті технологічного процесу;

u_j^m – ціна відповідного матеріалу, ум. од./кг;

q_j^b – маса відходів j -го виду матеріалу, кг/од;

u_j^b – ціна відходів відповідного матеріалу, ум. од./кг.

До допоміжних (технологічних) матеріалів слід віднести загартувальні рідини та інші матеріали, що використовуються у термічному та хіміко-термічному обробленні; формувальні та стрижневі суміші; футеровочні матеріали; матеріали, які використовуються у виробництві металевих порошків та виробів з них, але не входять в їх склад; дріб та пісок для очищення виробів тощо.

Витрати на технологічні енергоносії визначають, виходячи з розрахованих норм їх витрат за варіантами технологічного процесу та планових цін на енергоносії.

Витрати на оплату праці включають основну (z^o) та додаткову заробітну плату (z^o) технологічних робітників, тобто:

$$on_i = z_i^o + z_i^o. \quad (9.5)$$

Основна заробітна плата (z^o) розраховується, виходячи з витрат живої праці робітників на здійснення комплексу технологічних операцій, однієї операції чи частини її, які удосконалюються, та оплати одиниці праці:

$$z_o^i = \sum_{j=1}^k t_{w_j} \cdot tc_j, \quad (9.6)$$

де t_{w_j} – нормований штучний (штучно-калькуляційний) час на j -ту технологічну операцію i -го технологічного процесу, нормо-год./од;

tc_j – годинна тарифна ставка на відповідну операцію технологічного процесу, ум. од./нормо-год.

Додаткова заробітна плата визначається у відсотках до основної згідно нормативів підприємства, де планується запровадження проєктної технології:

$$z_i^{\partial} = z_i^o \cdot \frac{n^{\partial}}{100}, \quad (9.7)$$

де n^{∂} – норматив додаткової заробітної плати, прийнятий на підприємстві, %.

У разі відсутності даних підприємства цей норматив рекомендується приймати в межах 20–50%.

Обов'язкові відрахування у соціальні фонди (b_i) приймають за діючими загальнодержавним нормативам у відсотках до суми основної та додаткової заробітної плати за варіантами технологічних процесів, що порівнюються:

- 33,2% у пенсійний фонд;
- 1,4% у фонд соціального страхування на випадок тимчасової втрати працездатності;
- 1,6% у фонд загальнообов'язкового державного соціального страхування на випадок безробіття;
- 0,66-13,6% у фонд соціального страхування від нещасних випадків і профзахворювань.

Для підприємства машинобудівного комплексу відрахування в фонд страхування від нещасних випадків на виробництві і профзахворювань складають 2,46%.

Витрати на технологічне оснащення (oc_i), які складаються із вартості пресформ різного призначення, моделей і підмодельних плит, кокілів, виливниць, опок, роздаткових та спеціальних коштів тощо, включають в технологічну собівартість лише у тому разі, коли вони різняться за варіантами технологічних процесів, що порівнюються.

Амортизація основних фондів (a_i) за порівнюваними варіантами технології розраховується, виходячи з балансової вартості відповідної групи основних фондів (v_i^{∂}), діючих норм амортизації (n_a) та обсягів виготовленої продукції із застосуванням відповідного варіанта технологічного процесу (q_i):

$$a_i = \frac{B_i^{\sigma} \cdot H_a}{Q_i \cdot 100}. \quad (9.8)$$

Нормативний коефіцієнт дисконтування (E_n) представляє собою рівень річної відсоткової ставки, яка забезпечує відтворення інноваційних капіталовкладень та подальше їх збільшення. Значення E_n може визначатись як зворотна величина середньогалузевого терміну окупності капітальних вкладень. При обґрунтуванні доцільності впровадження технологічних процесів на підприємствах машинобудівного комплексу величину E_n можна приймати в межах 0,15–1,29.

Питомі капітальні вкладення (κ_i) за варіантами технологічних процесів, що порівнюються, складаються із сумарної балансової вартості будівель, споруд, устаткування і машин та інших елементів основних фондів, яка припадає на одиницю продукції (операцію, процес) за відповідним варіантом технологічного процесу (Q_i):

$$k_i = \frac{K_i}{Q_i}, \quad (9.9)$$

де K_i – сумарна балансова вартість основних фондів всіх 4-х груп, які забезпечують i -ий варіант технологічного процесу, ум. од.

В рамках попереднього проєктування, як правило, порівнюються два варіанти технологічних процесів – базовий і проєктний. В цьому разі розраховується річний економічний ефект від реалізації нових технологічних розроблень як різниця зведених річних витрат за базовим і новим варіантом:

$$E^p = (z_b - z_n) \cdot Q_n^p, \quad (9.10)$$

де E^p – річна сума економічного ефекту, ум. од.;

z_b, z_n – одиничні зведені витрати, відповідно, за базовим і новим варіантом технології, ум. од./од;

Q_n^p – річний обсяг виробництва продукції із застосуванням нового технологічного процесу, од.

9.3. Оцінка ефективності технологій, направлених на підвищення якості продукції

Надзвичайно жорсткі умови внутрішньої та міжнародної конкуренції висувають нагальну задачу суттєвого підвищення якості продукції. На теперішній час ступінь задоволеності споживача якістю продукції розглядається як ключовий

аспект, що визначає успіх підприємства у конкурентній боротьбі. В поняття якості конструкційних та спеціальних металевих (композиційних) матеріалів і виробів з них включається все те, що сприймається споживачем, і, в першу чергу:

- фізичні властивості;
- спеціальні функціональні та технологічні властивості;
- безпека користування продукцією, її безпроблемна утилізація тощо.

Кількісною характеристикою якості продукції є рівень якості, який визначається як абсолютний, відносний, перспективний і оптимальний.

В техніко-економічних розрахунках та обґрунтуваннях ефективності, як правило, використовується показник відносного рівня якості, який визначається шляхом порівняння відповідних показників якості.

Кількісна оцінка рівня якості матеріалів різного призначення, виливок, спечених і термічно оброблених виробів, нанесених покриттів та іншої продукції може здійснюватися такими методами:

- експериментальним – заснованим на застосуванні технічних вимірювальних засобів;

- розрахунковим, що використовується при проектуванні продукції, базується на застосуванні залежностей, коли не можна скористатись даними експериментальних досліджень;

- експертним – заснованим на результатах оцінки рівня якості фахівцями-експертами;

- реєстраційним, при застосуванні якого використовується зібрана інформація про кількість конкретних подій чи витрат, пов'язаних із проектуванням, створенням, експлуатацією та утилізацією продукції.

Найточніші результати дає поєднання декількох з перерахованих методів.

Для проєктів, що мають за основну мету розроблення нових та удосконалення існуючих технологій, направлених на підвищення ефективності технологічних процесів, якості конструкційних та спеціальних матеріалів і виробів з них, рекомендується алгоритм економічної оцінки ефективності технологічних рішень, наведений в табл. 9.1.

Особливості виконання окремих етапів методики розглянемо на конкретному прикладі удосконалення технології виробництва литих чавунних заготовок деталей гідросистем.

Приклад оцінки нової технології.

Діюча на теперішній час технологія виготовлення широкої номенклатури виливок для деталей гідросистем із високоміцного чавуну із сфероїдальним графітом ВЧ60 не забезпечує отримання деталей необхідної якості, бо брак вказаних деталей за гідрощільністю становить 15–20%. Такий високий рівень браку призводить до значних виробничих втрат, завдяки чому повна

собівартість 1-ї тони придатних виливок сягає 14,6 тис. ум. од., що при оптовій ціні реалізації 14,9 тис. ум. од. (без ПДВ) забезпечує її рентабельність на рівні всього 2,05%, що не забезпечує економічних умов для інноваційного розвитку техніко-технологічної бази виробництва.

Браком у виробництві вважається продукція, напівфабрикати, деталі, вузли та роботи, які не відповідають за своєю якістю встановленим стандартам або технічним умовам і не можуть бути використані за своїм прямим призначенням або можуть бути використані лише після додаткових витрат на виправлення.

Таблиця 9.1. Зміст та послідовність етапів економічної оцінки ефективності технологічних рішень, направлених на підвищення якості продукції

<i>Індекси етапів</i>	<i>Зміст етапів</i>
E1	Вибір базових технічних характеристик продукції, за якими буде здійснюватись порівняння варіантів технології
E2	Визначення коефіцієнтів вагомості технічних характеристик, вибраних для порівняння
E3	Розрахунок відносних коефіцієнтів еквівалентності продукції, виготовленої із застосуванням нового варіанту технології
E4	Визначення інтегрального коефіцієнта технічного рівня продукції за новим варіантом
E5	Встановлення прогнозованої ціни продукції проєктним варіантом технології
E6	Визначення величини сумарних капітальних вкладень, необхідних для реалізації нового варіанту технології
E7	Розрахунок планової величини загальної річної економії у виробника від реалізації нового варіанту технології
E8	Розрахунок терміну окупності необхідних капітальних вкладень і прийняття рішення щодо економічної доцільності реалізації нового варіанту технології

Брак у виробництві поділяється:

- за місцем виявлення – на зовнішній, тобто виявлений споживачем і пред’явлений для відшкодування збитків, та внутрішній, виявлений в процесі виробництва на самому підприємстві;

- залежно від характеру відхилень від нормативів – він може бути остаточним або виправним;

- за причинами виникнення, такими причинами можуть бути – неякісні матеріали, перерви в подачі різних видів енергії, певні особи тощо).

Для оцінки якості продукції необхідно вивчити витрати та втрати від браку, їх рівень у витратах підприємства, виявити частку забракованої продукції (внутрішнього й зовнішнього браку, остаточного та виправного) в обсязі виготовленої продукції, оцінити дотримання рівня браку, який зумовлений технологічним процесом.

Об'єктом вивчення повинні стати цехи, дільниці, окремі види виробництв, технологічні операції, окремі види продукції.

Витрати на брак включають собівартість остаточного браку та витрати на його виправлення.

Втрати від браку розраховуються як різниця витрат на брак і сум, що відносяться на зменшення витрат на брак (вартість браку за ціною можливого використання, сума стягнень з осіб-винуватців браку, постачальників).

Результати пошуково-прикладних науково-дослідницьких робіт дають можливість принципово удосконалити технологію виробництва литих заготовок із чавуну ВЧ60. Сутність принципових технологічних рішень, які на думку науковців, дадуть змогу суттєво поліпшити якість вказаної продукції, можна сформулювати наступним чином:

1. Легування чавуну базового хімічного складу оловом (0,4–0,6%) та молібденом (0,6–0,8).

2. Оброблення залитих металом форм ультразвуком за допомогою спеціальної установки.

3. Удосконалення конструкції ливникових систем.

Попередньо проведені дослідження дають право прогнозувати, що реалізація запропонованих технологічних заходів дозволить на думку фахівців отримати наступні результати:

1. Граничне значення гідроцільності без порушення герметичності зразків зросте з 57–61 до 69–75 МПа.

2. Брак лиття по гідроцільності зменшиться до рівня 3–4%.

3. Густина металу виливок зміниться з 7290 до 7295 кг/м³.

4. Тимчасовий опір розриву при розтягуванні (δ_e) підвищується з 640–650 до 700–710 МПа.

Планова кошторисна вартість дослідно-конструкторських та технологічних робіт, які передбачають доопрацювання спеціальної ультразвукової установки до умов конкретного виробництва, розроблення повного комплексу технологічної документації та впровадження нової технології у виробництво складає 450 тис. ум. од. Планова кошторисна вартість установки для оброблення ультразвуком становить 620 тис. ум. од., а додаткові витрати на проектування та виготовлення нового комплексу технологічного оснащення складають 80 тис. ум. од.

Плановий річний обсяг виробництва дорівнює 8000 тон виливок.

Постановка задачі. Здійснити на основі вищенаведених даних оцінку ефективності нової технології отримання литих заготовок деталей гідросистем із високоміцного чавуну марки ВЧ60, легованого оловом і молібденом.

Перший етап. Важливим принципом запропонованої методики оцінки ефективності технологічних процесів є пряма залежність ціни продукції від її споживчих цінностей. Таким чином, якщо нова технологія забезпечить вищі технічні характеристики виливок деталей гідросистем, то споживач погодиться заплатити відповідно вищу ціну.

З метою аналізу технічних характеристик продукції та вибору тих з них, які, в першу чергу, визначають споживчу цінність даної продукції, наводимо їх загальний перелік (табл. 9.2). Матеріал деталей гідросистем повинен мати максимальну здатність опиратись проникненню через стінки деталей робочої рідини гідросистеми. Такою характеристикою є граничне значення гідроцільності.

Деталі, виготовлені із гідроцільного високоміцного матеріалу, дають змогу надійно функціонувати гідросистемам, що, в свою чергу, забезпечує безаварійну роботу техніки, яка працює в достатньо складних умовах.

Така характеристика, як густина металу на експлуатаційні характеристики деталей гідросистем не впливає. До того ж, значення цієї характеристики практично не змінилось.

Тимчасовий опір розриву при розтягуванні, безумовно, має значення бо визначає конструктивну міцність деталей гідросистем, які зазнають достатньо великих знакозмінних механічних навантажень в процесі експлуатації машинобудівної техніки.

Четвертою в переліку технічних характеристик литих заготовок (табл. 9.2) є твердість поверхні, яка має практично однакове значення за варіантами технології (середні значення твердості складають для базового та проєктного варіанту, відповідно, 246 та 244 одиниць по Брінелю).

Таблиця 9.2. Загальний перелік технічних характеристик виливок деталей

Найменування технічних характеристик	Одиниця виміру	Значення характеристик за варіантами технології	
		базовий	новий
1. Граничне значення гідроцільності без порушення герметичності зразків	МПа	57–61	69–73
2. Густина металу заготовок	кг/м ³	7290	7295
3. Тимчасовий опір розриву при розтягуванні (δ_s)	МПа	640–650	700–710
4. Твердість (по Брінелю)	НВ	244–248	242–246

Таким чином, якість продукції визначають дві базові технічні характеристики – гідроцільність та опір розриву, які повинні формувати ціну цієї продукції.

Другий і третій етапи. Коефіцієнти вагомості вибраних базових технічних характеристик визначаються фахівцями за допомогою методу експертних оцінок.

Оброблення результатів роботи групи фахівців-експертів з проблем міцності, показала, що коефіцієнт вагомості значення гідроцільності складає 0,75, а на технічну характеристику δ_g припадає 0,25 (сумарне значення повинно дорівнювати 1,0).

Знаючи коефіцієнти вагомості та значення відповідних технічних характеристик продукції, визначимо відносні коефіцієнти еквівалентності продукції, виготовленої за новою технологією (табл. 9.3).

Таблиця 9.3. Розрахунок відносних коефіцієнтів еквівалентності продукції, виготовленої із застосуванням нової технології

<i>Найменування технічних характеристик</i>	<i>Коефіцієнти вагомості</i>	<i>Розрахунок відносних коефіцієнтів Еквівалентності продукції</i>
1. Граничне значення гідроцільності без порушення герметичності зразків	0,75	$\frac{(69 + 73) / 2}{(57 + 61) / 2} = 1,2$
2. Тимчасовий опір розриву при розтягу (σ_g)	0,25	$\frac{(700 + 710) / 2}{(640 + 650) / 2} = 1,09$

Етапи четвертий та п'ятий. Виконані в рамках попередніх етапів розрахунки дозволяють визначити інтегральний коефіцієнт технічного рівня продукції (κ_{int}), який відповідає новому варіанту технологій:

$$\kappa_{int} = 1,2 \cdot 0,75 + 1,09 \cdot 0,25 = 0,9 + 0,27 = 1,17. \quad (9.11)$$

Сутність інтегрального коефіцієнту технічного рівня можна сформулювати наступним чином: інтегральні технічні характеристики деталей гідросистем, виготовлені із застосуванням нової технології, в цілому, будуть у 1,17 раз переважати характеристики аналогічної продукції базового варіанту.

Це означає, що у виробника нової продукції з'являються всі підстави для відповідного підвищення ціни (Δc) цієї продукції, яка складе:

$$\Delta c = 14,9(1,17 - 1,0) = 2,53 \text{ тис. ум. од./т}, \quad (9.12)$$

де 14,9 – оптова ціна реалізації 1 тони лиття деталей гідросистем, тис. ум. од./т;

1,17 та 1,0 – інтегральні коефіцієнти технологічного рівня продукції, відповідно, для проектного і базового варіанту технології.

Таким чином, прогнозна ціна реалізації продукції, отриманої із застосуванням нової технології (u_n), складає:

$$u_n = 14,9 + 2,53 = 17,43 \text{ тис. ум. од.} \quad (9.13)$$

Шостий етап. Впровадження нової технології виготовлення литих заготовок з чавуну марки ВЧ60, легованого оловом та молібденом, пов'язані з необхідністю здійснення капітальних витрат, розрахунок яких наведено в табл. 9.4.

Сьомий етап. Сумарна річна економія поточних витрат (собівартості продукції) у виробника продукції по новій технології ($E_{\text{сум}}$) буде формуватись за рахунок зростання ціни реалізації продукції з підвищеними технічними характеристиками (ΔC), з одного боку, а, з іншого, в результаті зменшення собівартості продукції, пов'язаного з нижчим рівнем браку литих заготовок (E_6). В той же час, необхідність легування чавуну оловом і, особливо, дорогим молібденом, може призведе до зростання собівартості як процесу литва, так і самої виливки.

Таблиця 9.4. Розрахунок величини планових капітальних витрат для реалізації нової технології

<i>Напрями капітальних витрат</i>	<i>Сума, тис. ум. од.</i>	<i>Обґрунтування ефективності витрат</i>
1. Планова кошторисна вартість науково-дослідницької роботи	450	Відповідно до планового кошторису витрат на науково-дослідницьку роботу
2. Вартість ультразвукової установки для оброблення залитих металом форм	620	За розрахунками підприємства-виробника
3. Витрати на транспортування і монтаж установки	155	25% від кошторисної вартості установки
4. Проектування та виготовлення модельно-стрижневого оснащення	80	Відповідно до кошторисної вартості робіт
<i>Всього капітальних витрат</i>	1305	

Таким чином, сумарна величина річної економії поточних витрат (собівартості продукції) буде становити:

$$E_{\text{сум}} = \Delta C + E_{\text{б}} - B_{\text{л}}, \quad (9.14)$$

де $B_{\text{л}}$ – додаткові річні витрати, пов’язані з добавкою легуючих компонентів – олова і молібдену, ум. од.

Величина $E_{\text{сум}}$ в значній мірі визначається обсягами виробництва та реалізації цієї продукції, тому формулу представимо у такому вигляді:

$$E_{\text{сум}} = (\Delta c + e_{\text{б}} - e_{\text{л}}) \cdot Q_{\text{річ}}, \quad (9.15)$$

де Δc – зростання оптової ціни однієї тони продукції, ум. од./т;

$Q_{\text{річ}}$ – річний обсяг виробництва і реалізації лиття деталей гідросистем, тон.

Зростання ціни продукції (Δc) внаслідок підвищення її технологічного рівня розраховано вище (етап 5), тому визначаємо економію на поточних витратах (собівартості) від зменшення браку лиття ($e_{\text{б}}$).

Прогнозний рівень браку лиття при реалізації нової технології складає 3–4% і тому в розрахунках візьмемо середнє значення цього показника, тобто, 3,5%. Базова технологія забезпечила високе значення браку на рівні 15–20% (середній рівень 17,5%), що відповідало втратам у сумі 0,95 тис. ум. од./т придатного лиття.

Таким чином, економія на собівартості від зменшення рівня браку в розрахунку на 1 тону лиття складе:

$$e_{\text{б}} = \frac{0,95 \cdot (0,175 - 0,035)}{0,175} = 0,76 \text{ тис. ум. од./т.} \quad (9.16)$$

Визначимо додаткові витрати, пов’язані з легуванням чавуну СЧ60 базового хімічного складу оловом та молібденом ($e_{\text{л}}$). Вихідні дані для такого розрахунку:

– добавка олова складає в середньому 0,5%, молібдену 0,7% по масі металевої шихти;

– планова ціна олова – 42 ум. од./кг, а молібдену 260 ум. од./кг;

– маса металевої шихти в розрахунку на 1 тону придатного лиття з урахуванням зворотних відходів (ливники, надливи, угар) становить 1558 кг.

Тоді додаткові витрати, пов’язані з включенням у склад металевої шихти олова будуть дорівнювати:

$$\frac{1558 \cdot 0,5}{100} \cdot 42 = 327,2 \text{ ум. од./т.} \quad (9.17)$$

Те ж саме для молібдену:

$$\frac{1558 \cdot 0,7}{100} \cdot 260 = 2835,6 \text{ ум. од./т.} \quad (9.18)$$

Таким чином, значення величини $e_{\text{л}}$ дорівнює:

$$e_{\text{л}} = 327,2 + 2835,6 = 3162,8 \text{ ум. од./т.} \quad (9.19)$$

І, нарешті, сумарна величина річної економії від виробництва й реалізації продукції, отриманої із застосуванням нової технології ($E_{\text{сум}}$) відповідно до запропонованої методики складатиме:

$$E_{\text{сум}} = (2,53 + 0,76 - 3,16) \cdot 8000 = 1040 \text{ тис. ум. од.} \quad (9.20)$$

Восьмий етап. Період часу, за який сумарна величина економії на поточних витратах (собівартості) зрівнюється із величиною загальних капітальних вкладень (K), необхідних для розроблення та реалізації нової технології, являє собою загальноприйнятний і зрозумілий показник терміну окупності вказаних капітальних вкладень ($T_{\text{ок}}$):

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{E_{\text{сум}}}. \quad (9.21)$$

Величина $E_{\text{сум}}$ визначається в розрахунку на рік, тобто розмірність цієї величини ум. од./рік. Це означає, що значення терміну окупності $T_{\text{ок}}$ буде визначатись в роках, тобто $\frac{\text{грн}}{\text{грн / рік}} = \text{рік}$.

Визначаємо значення терміну окупності для прикладу, що розглядається:

$$T_{\text{ок}} = \frac{1305}{1040} = 1,25 \text{ років.} \quad (9.22)$$

Отримане значення $T_{\text{ок}}$ порівнюють із середньогалузевим, яке лежить в межах 4–7 років, після чого інвестор приймає рішення щодо реалізації всього комплексу робіт, пов'язаних із розробленням і впровадженням нової технології.

9.4. Обґрунтування ефективності завершеної продукції

Головною складовою виробничого процесу в різних видах діяльності є готові вироби, виготовлені основними відділами, цехами підприємств і

призначені для продажу стороннім замовникам, а також своїм непромисловим господарствам і власному капітальному будівництву.

Завершена продукція – це промислова продукція, яка закінчена виробництвом, укомплектована, відповідає вимогам стандартів і технічних умов, має документ, що засвідчує її якість, та призначена для збуту за межі підприємства.

Ефективність такої продукції визначається ефективністю процесів її виготовлення за основними техніко-економічними показниками, серед яких найважливішими є якість, надійність, довговічність, тривалість експлуатації.

На промислових підприємствах можна виділити центри витрат і центри прибутку. На рівні виробничих дільниць і цехів функціонують центри витрат, коли обґрунтуванню підлягають окремі операції, процеси. Ряд підрозділів відповідають за формування ціни завершеної продукції, їх реалізацію і визначають можливий комерційний успіх.

Для завершеної продукції, яка може мати різні показники якості, традиційний розрахунок ефективності її виробництва зараз майже не застосовується. Це пояснюється відсутністю зв'язку традиційних методів оцінки ефективності виробництва з ринковими чинниками. У цих умовах найпоширеніше застосування для обґрунтування продукції отримало бізнес-планування. Бізнес-плани (БП) можуть мати різні сфери використання:

- освоєння нової продукції;
- пошук інвесторів;
- спрямування партнерів, персоналу, акціонерів в правильному шляху розвитку підприємства;
- концентрація ресурсів для вирішення стратегічних завдань;
- організація власного бізнесу;
- корінна реконструкція (реінжиніринг) або етап банкрутства.

Бізнес-плани, на відміну від традиційних методів аналізу ефективності виробництва роблять акцент на ринкові умови, можливості підприємства, маркетингову політику, на рішення фінансово-економічних завдань. Типова структура БП включає наступні розділи:

1. Резюме.
2. Опис підприємства, галузі.
3. Характеристики продукції.
4. Дослідження і аналіз ринків збуту.
5. Конкурентні переваги продукції і план маркетингу.
6. План виробництва.
7. Організаційний план.
8. Фінансовий план.
9. Потенційні ризики.

Біля третини змісту БП присвячене маркетинговій діяльності, тому в техніко-економічному обґрунтуванні ефективності інженерних рішень слід розглянути основні функції маркетингу:

1. Аналітична – відповідає за дослідження ринку і вивчення запитів споживачів.
2. Продуктово-виробнича – створення нової продукції, управління якістю і конкурентоспроможністю у виробничій сфері.
3. Збутова – формування товарної і цінової політики, системи руху товару.
4. Просування продукції – відповідає за формування попиту і стимулювання збуту.

Конкурентоспроможність продукції є ключовим показником, що забезпечує успіх завершеної продукції на ринку. Визначається комплексом показників: ринкові чинники, показники якості, економічні характеристики, ефективність маркетингової діяльності.

Розроблення та втілення основних функцій бізнес-планів у поєднанні з реалізацією технологічних процесів та виробничих завдань по виготовленню продукції служить додатковим резервом підвищення ефективності виробництва, поліпшення якості готової продукції, її просуванню на ринку.

Питання для самоперевірки:

1. Комплексний аналіз ефективності проєктного обладнання.
2. Як визначити технічну доцільність проєктного обладнання?
3. Організаційна доцільність проєктного обладнання.
4. Показники ефективності, які характеризують експлуатаційні властивості та якість проєктного обладнання.
5. Які критерії використовуються в розрахунках порівняльної ефективності варіантів виробництва?
6. Завдання, які вирішуються обґрунтуванні ефективності експериментальних установок або іншого обладнання.
7. Завдання, які вирішуються в обґрунтуванні ефективності проєктного обладнання.
8. На яких підходах базується визначення порівняльної ефективності варіантів проєктного обладнання?
9. Послідовність розрахунку ефективності проєктних засобів виробництва.
10. Якісний та кількісний аналіз ефективності порівнювальних варіантів проєктного обладнання.
11. Частковий показник конкурентоспроможності проєктного обладнання.

12. Параметричний індекс адитивного характеру проєктного обладнання.
13. В чому полягає ефективність ресурсощадних технологій?
14. Методика техніко-економічного обґрунтування ефективності ресурсощадних технологій.
15. Індикатори ефективності та економічної доцільності впровадження варіанту технології.
16. Рівень поточних витрат підприємства.
17. Склад зведених (приведених) витрат.
18. Нормативний коефіцієнт дисконтування.
19. Склад питомих капітальних вкладень за варіантами технології.
20. Як визначається річний економічний ефект від реалізації проєктних інженерних рішень?
21. Види рівнів якості продукції.
22. Як визначається показник відносного рівня якості продукції?
23. Методи оцінки кількісного рівня якості матеріалів.
24. Що включають витрати на брак в розрахунках ефективності?
25. Як визначається ефективність завершеної продукції?

Тема 10. Методологія визначення ефективності технологічних процесів виготовлення деталей машин

10.1. Методика оцінки економічної ефективності проєктних рішень.

10.2. Методика оцінки ефективності поточних витрат за варіантом технології.

10.3. Методика порівняльного техніко-економічного аналізу ефективності варіантів технології.

10.4. Методика оцінки ефективності одноразових витрат на розроблення і впровадження (модернізацію) технологічного процесу.

10.5. Методика обґрунтування оптимальних сфер використання варіантів технології.

10.1. Методика оцінки економічної ефективності проєктних рішень

Вихідними даними для розрахунку технічної доцільності та економічної ефективності розроблень є:

- річна програма випуску;
- тип виробництва;
- кількість операцій механічного оброблення;
- характеристика операцій: штучний час, потужність, вартість і категорія ремонтної складності обладнання, розряд робіт тощо;
- маса деталі, вид заготовки, вартість матеріалу та відходів;
- ціни на електроенергію, воду, пару, стиснене повітря тощо.

На основі вихідних даних розраховують кількість основного технологічного обладнання та кількісного складу працюючих в цеху, визначають розміри всіх грошових витрат на будівництво, оснащення цеху (дільниці) та його експлуатацію. Виконувані розрахунки дозволяють зробити техніко-економічне обґрунтування доцільності проєктного варіанту технології.

Розрахункова кількість робочих місць визначається за формулою:

$$C_p = T/t; \quad (10.1)$$

де T –працемісткість механічного оброблення;

t – такт випуску.

Отримане розрахункове значення округляють до найближчого цілого і на основні цих даних визначають коефіцієнт завантаження обладнання.

Кількість основних виробничих робітників визначається за формулою:

$$P_c = \frac{C_n \cdot F_\partial \cdot k_3}{F_{\partial p} \cdot k_6}; \quad (10.2)$$

де C_n – прийнята кількість обладнання;

F_∂ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год;

k_3 – коефіцієнт завантаження обладнання;

$F_{\partial p}$ – дісний річний фонд часу роботи робітників, год;

k_6 – коефіцієнт багатOVERSTATного обладнання.

Кількість допоміжних робітників визначається у відсотковому відношенні до основних робітників і приймається 35–50% в крупносерійному та масовому виробництві, 18–25% в серійному та одиничному.

Кількість молодшого обслуговуючого персоналу приймається 2–3%, інженерно-технічного персоналу 10–13%, лічильно-конторського персоналу 4–5% від загальної кількості робітників.

При проведенні економічного аналізу визначається тривалість життєвого циклу технології і технологічна собівартість – сукупність витрат, пов’язаних з реалізацією технології.

Технологічна собівартість операції технологічного процесу в загальному випадку визначається за формулою, грн,:

$$C_{to} = M_{\partial m} + P_m + E_m + Z_{op} + Z_{ip} + B_{to} + B_{np} + B_{in} + B_{вим} + B_{нч} + B_{нл} + B_i; \quad (10.3)$$

де $M_{\partial m}$ – вартість допоміжних матеріалів для технологічних цілей;

P_m – вартість технологічного палива;

E_m – вартість технологічної енергії;

Z_{op} – оплата праці основних виробничих робітників з відрахуваннями;

Z_{ip} – оплата праці з відрахуваннями інших категорій працюючих, які безпосередньо забезпечують технологічний процес;

B_{to} – вартість утримання та експлуатації технологічного обладнання;

$B_{\partial o}$ – вартість утримання та експлуатації допоміжного обладнання, яке безпосередньо забезпечує даний процес;

B_{np} – витрати на утримання та експлуатації пристроїв;

B_{in} – витрати на різальний інструмент;

$B_{вим}$ – витрати на вимірювальний інструмент і пристрої;

$B_{нч}$ – витрати на підготовку програм для верстатів з ЧПК та промислових робіт;

$B_{нл}$ – витрати на утримання та експлуатацію виробничих площ;

B_i – інші елементи витрат.

Технологічна собівартість виготовлення деталі є сумою технологічних собівартостей операції за всіма цехами і дільницями, грн./дет.:

$$C_{твд} = \Sigma C_{то}. \quad (10.4)$$

Технологічна собівартість деталі, грн./дет.:

$$C_{то} = M_o + \Sigma C_{то}; \quad (10.5)$$

де M_o – витрати на основні матеріали з відрахуваннями вартості відходів, які реалізуються.

В практичній діяльності інженера-технолога найважливіше значення має вміння правильно оцінити витрати, пов'язані з виконанням технологічної операції.

Розрахунок цих витрат може виконуватись з різним ступенем деталізації. Зокрема, якщо йдеться про універсальну технологію (широко застосовуване обладнання, універсальне оснащення, типові виробничі умови), то найприйнятнішим є розрахунок технологічної собівартості на базі нормативів різних витрат, які припадають на 1 годину роботи обладнання.

Для операцій механічного оброблення технологічна собівартість операції, грн.:

$$C_{то} = \Sigma H T_n / 60 \cdot 100; \quad (10.6)$$

де T_n – норма часу на виконання операції, хв;

ΣH – сума нормативів, коп/год, в яку входять:

$H_{зв}$ – норматив витрат на оплату праці верстатника;

$H_{зн}$ – норматив витрат на оплату праці наладчика;

$H_{се}$ – норматив витрат на силову електроенергію;

$H_{дм}$ – норматив витрат на допоміжні матеріали;

$H_{пр}$ – норматив витрат на пристрої;

$H_{вим}$ – норматив витрат на вимірювальний інструмент;

$H_{рі}$ – норматив витрат на різальний інструмент;

$H_{ао}$ – норматив витрат на амортизацію обладнання;

$H_{пл}$ – норматив витрат на площу.

Для операцій з яскраво вираженими особливостями (спеціальне обладнання чи оснащення, працемісткі чи верстатомісткі операції, дороге унікальне обладнання, ГВС, РТК, автоматичні лінії, велика енергомісткість тощо) найприйнятнішим є детальний розрахунок окремих елементів технологічної собівартості, який дає змогу врахувати всі індивідуальні особливості даної технології та умови її реалізації.

Перелік елементів поточних технологічних витрат стосовно типової операції (процесу), деталі (виробу) наведені нище та розраховуються за допомогою формул для визначення цих витрат за елементами.

10.2. Методика оцінки ефективності поточних витрат за варіантом технології

Методика оцінки ефективності поточних витрат за варіантом технології містить наступну послідовність:

1. Витрати на основні матеріали, грн.:

$$M_o = H_{\text{вoм}} K_{\text{мз}} \Pi_{\text{м}} - B_{\text{відх}} \Pi_{\text{від}} ; \quad (10.7)$$

де $H_{\text{вoм}}$ – норма витрат основного матеріалу, кг;

$K_{\text{мз}}$ – коефіцієнт транспортно-заготівельних витрат (1,05-1,10);

$\Pi_{\text{м}}$ – прейскурантна ціна 1 кг матеріалу, грн.;

$B_{\text{відх}}$ – маса відходів, кг;

$\Pi_{\text{від}}$ – ціна 1 кг відходів, грн.

Ціну відходів визначають залежно від характеру їх утилізації. Вона дорівнює:

– повній вартості початкового матеріалу, якщо відходи використовуються як кондиційна сировина;

– зниженій ціні початкового матеріалу, якщо йдеться про некондиційну сировину;

– ціні брухту, стружки, якщо відходи здаються як вторинна сировина.

Ціни на матеріали та відходи приймають за відповідними прейскурантами.

2. Витрати на допоміжні матеріали для технологічних цілей (луги, спирти, інертні гази тощо) враховують за всією їх номенклатурою, яка застосовується в проєктному технологічному процесі, грн.:

$$M_{\text{дм}} = \Sigma H_{\text{вдм}} \Pi_{\text{дм}} K_{\text{мз}} ; \quad (10.8)$$

де $H_{\text{вдм}}$ – норма витрат матеріалу на процес, операцію;

$\Pi_{\text{дм}}$ – ціна відповідної одиниці витрати матеріалу.

3. Витрати на паливо технологічне (для нагрівання, розплавлення та інших процесів), грн.:

$$\Pi_{\text{м}} = H_{\text{вп}} \Pi_{\text{п}} K_{\text{мз}} ; \quad (10.9)$$

де $H_{\text{вп}}$ – норма витрати палива на процес, операцію;

$\Pi_{\text{п}}$ – прейскурантна ціна відповідної одиниці палива, грн.

4. Витрати на електроенергію для технологічних цілей (нагрівання, розплавлення, електрофізичні та електрохімічні процеси, випробування тощо), грн.:

$$E_{\text{м}} = H_{\text{вe}} \Pi_{\text{e}} ; \quad (10.10)$$

де $H_{\text{вe}}$ – норма витрат електроенергії, кВт год;

Π_{e} – ціна (середній тариф) однієї кВт год електроенергії для базового підприємства.

5. Витрати на оплату праці (з відрахуваннями) основних робітників, які забезпечують технологічний процес, операцію чи комплекс операцій, грн.:

$$Z_{op} = T_n \Gamma_{mc} \chi_{op} K_{\partial n} K_{\partial v} K_{cc} / 60 H_{ob}; \quad (10.11)$$

де T_n – норма часу на виконання процесу, операції (в масовому виробництві $T_{шт}$, в серійному – $T_{штк}$), хв;

Γ_{mc} – годинна тарифна ставка відповідного тарифного розряду роботи по виконанню процесу, грн.;

χ_{op} – кількість чоловік у бригаді, які забезпечують даний технологічний процес (для бригадних трудових процесів);

$K_{\partial n}$ – коефіцієнт доплат за відпрацьований час;

$K_{\partial v}$ – коефіцієнт доплат за невідпрацьований час (відпустки);

K_{cc} – коефіцієнт відрахувань на соціальне та медичне страхування;

H_{ob} – норма обслуговування верстатів, агрегатів (для багатOVERстатних трудових процесів).

Нормативи оплати праці приймають за нормативними документами або за даними базового підприємства, цеху.

6. Витрати на оплату праці з відрахуваннями інших категорій працюючих, які безпосередньо забезпечують виконання технологічного процесу (наладчики, електронники тощо), визначаються відповідно до конкретної ситуації:

а) якщо наладчику оплачується кожне налагоджене обладнання, то витрати на одну операцію складатимуть, грн.:

$$Z_{ip} = T_{нал} \Gamma_{mc} K_n K_{\partial n} K_{\partial v} K_{cc} / \chi_p; \quad (10.12)$$

де $T_{нал}$ – час налагодження, год.;

Γ_{mc} – годинна тарифна ставка наладчика, грн.;

K_n – кількість налагоджень на рік;

χ_p – річний обсяг операцій (деталей, виробів), одиниць;

б) якщо операція виконується на верстаті, за яким постійно закріплено наладчика, то

$$Z_{ip} = \Phi_{op} \Gamma_{mc} K_{\partial n} K_{\partial v} K_{cc} / H_{ob} \chi_p; \quad (10.13)$$

де Φ_{op} – річний фонд часу роботи наладчика, год;

H_{ob} – норма обслуговування налачиком групи подібних верстатів, одиниць;

в) якщо операція виконується на обладнанні, роботу якого безпосередньо забезпечує кілька працівників, то витрати на оплату праці сумуються (наприклад, у випадку оброблювального центру, роботу якого поряд з оператором можуть забезпечувати наладчик, електронник і слюсар по розмірному налагодженню інструменту).

7. Витрати на утримання та експлуатацію технологічного обладнання є комплексними і включають наступні елементи, грн.:

$$B_{mo} = B_a + B_p + B_e + B_d; \quad (10.14)$$

де B_a – витрати на амортизацію обладнання;

B_p – витрати на технічне обслуговування і ремонт (включно капітальні);

B_e – витрати на енергію;

B_d – витрати на допоміжні матеріали для утримання обладнання.

Зазначені елементи витрат відносять на технологічну собівартість виконання операції по-різному:

– якщо операція, здійснювана над конкретною деталлю, виконується на універсальному обладнанні, яке використовується також для виконання інших операцій, здійснюваних над іншими деталями, то витрати на експлуатацію технологічного обладнання відносять на собівартість операції пропорційно до норми часу T_n на її виконання;

– якщо операція виконується на спеціально спроектованому та виготовленому обладнанні, на спеціалізованому або універсальному при неможливості завантаження його іншими деталями, то всі витрати по такому обладнанню відносять лише на собівартість даної операції.

Амортизаційні відрахування по універсальному обладнанню на операцію, грн.:

$$B_{ay} = B_{\delta} H_{ap} T_n / \Phi_{\delta o} 60 100; \quad (10.15)$$

де B_{δ} – балансова вартість обладнання (з урахуванням транспортних, монтажних і пусконаладжувальних робіт), грн.;

H_{ap} – норма амортизації обладнання на реновацію (повне відновлення), %;

$\Phi_{\delta o}$ – річний фонд часу роботи обладнання (з урахуванням планових простоїв), год.

Амортизаційні відрахування на спеціальне та прирівняне до нього обладнання, грн.:

$$B_{ac} = B_{\delta} H_{ap} / \chi_p 100. \quad (10.16)$$

Значення H_{ap} приймаються за нормативними документами або за даними базового підприємства.

Витрати на технічне обслуговування і ремонти охоплюють витрати на всі види ремонтів, міжремонтне обслуговування і огляди. Ці витрати на операцію становлять, грн.:

– для універсального обладнання

$$B_{py} = (P_{cm} H_{vm} + P_{ce} H_{ve} + H_{bn}) T_n / \Phi_{\delta o} 60; \quad (10.17)$$

– для спеціального обладнання

$$B_{pc} = (P_{cm}H_{vm} + P_{ce}H_{ve} + H_{en})/C_p; \quad (10.18)$$

де P_{cm} – група (категорія) ремонтної складності механічної частини обладнання, ремонтних одиниць;

P_{ce} – група ремонтної складності електричної частини обладнання, ремонтних одиниць;

H_{vm} – норматив річних витрат на одиницю ремонтної складності механічної частини, грн.;

H_{ve} – норматив річних витрат на одиницю ремонтної складності електричної частини, грн.;

H_{en} – норматив річних витрат на технічне обслуговування і ремонт пристрою програмного управління, грн.

Значення нормативів P_{cm} , P_{ce} , H_{vm} , H_{en} , H_{ve} приймаються за даними нормативних документів.

Витрати на енергію, не враховані у попередніх розрахунках (електроенергію, пару, газ, стиснене повітря, воду для технічних потреб), залежать від виду енергоносія, який застосовується. Зокрема, витрати на силову енергію на операцію визначаються за залежністю, грн.:

$$B_{e\partial} = P_{\partial}T_nK_{\psi}K_nC_e / K_{\partial}K_m60; \quad (10.19)$$

де P_{∂} – сумарна потужність електродвигунів обладнання, кВт;

K_{ψ} і K_n – коефіцієнти використання двигунів за часом і потужністю;

K_{∂} і K_m – коефіцієнти корисної дії електродвигунів і мережі, $K_{\partial} = 0,8-0,9$, $K_m = 0,9-0,94$.

Потужність електродвигунів приймається за паспортними даними обладнання, значення коефіцієнтів K_{ψ} і K_n приймаються з довідкової літератури або за даними базового підприємства.

Витрати на стиснене повітря з розрахунку на операцію становлять, грн.:

$$B_{cn} = H_{vno}C_{cn}/1000 = H_{vng}T_nC_{cn}/1000 \ 60. \quad (10.20)$$

де H_{vno} – норма витрат повітря в розрахунку на операцію, м³;

H_{vng} – годинна норма витрати стисненого повітря, м³;

C_{cn} – ціна 1000 м³ стисненого повітря, грн. (приймається за цінниками або даними базового підприємства).

Для забезпечення роботи технологічного обладнання можуть застосовуватись й інші енергоносії. Методи розрахунку витрат – аналогічні розглянутим вище.

Витрати на допоміжні матеріали для утримання обладнання (змащувально-обтиральні, оливи для гідроприводів, МОР тощо) визначаються з

нормативів даних витрат на одну ремонтну одиницю, на верстат, на одиницю транспортних засобів. Наприклад,

– для універсального обладнання

$$B_{\partial y} = H_{\partial \partial m} P_{cm} T_n / \Phi_{\partial \partial} 60; \quad (10.21)$$

– для спеціального обладнання

$$B_{\partial c} = H_{\partial \partial m} P_{cm} / \chi_p; \quad (10.22)$$

де $H_{\partial \partial m}$ – норматив річних витрат на одиницю ремонтної складності, грн. (приймається за нормативними документами або даними базового підприємства).

8. Витрати на утримання та експлуатацію допоміжного обладнання $B_{\partial \partial}$, яке безпосередньо забезпечує виконання певної технологічної операції (роботи, крани та інше обладнання, пов'язане з технологічним), якщо вони не враховані в комплексі витрат у п. 7, визначаються за спеціальними методикам або аналогічно методиці, розглянутій в п.7.

9. Витрати на експлуатацію технологічного оснащення, що використовується при виконанні операції, доцільно враховувати лише по складних і дорогих пристроях і приладах. Ці витрати з розрахунку на операцію становлять, грн.:

– для універсальних пристроїв (приладів)

$$B_{np y} = B_{\partial np} K_{\partial p} T_n / \Phi_{\partial \partial} T_a 60; \quad (10.23)$$

– для спеціальних пристроїв (приладів)

$$B_{np c} = K_{\partial} B_{\partial np} K_{\partial p} / \chi_p T_a, \quad (10.24)$$

де $B_{\partial np}$ – балансова вартість пристрою, приладу, грн.;

$K_{\partial p}$ – коефіцієнт витрат на утримання і ремонт;

T_a – термін амортизації (погашення) вартості пристрою (приладу), років;

K_{∂} – кількість дублерів оснащення, од.

Балансова вартість універсального оснащення визначається за її прейскурантною ціною та транспортно-заготівельними витратами, спеціального – за кошторисом витрат на проектування, виготовлення і налагодження.

Значення нормативів $K_{\partial p}$ і T_a приймаються за даними базового підприємства або середньогалузевими. Значення T_a для спеціальних пристроїв не повинно перевищувати тривалості життєвого циклу даної технології. У разі використання універсально-збірного оснащення витрати на нього визначають як вартість її прокату.

Якщо універсальне оснащення застосовується лише при виконанні даної операції і використовувати його в інших технологічних процесах неможливо, то витрати на нього визначають як для спеціального оснащення.

10. Витрати на різальний інструмент, що припадають на операцію, включають витрати на заточування, ремонт і відновлення. Ці витрати становлять, грн.:

– на універсальний різальний інструмент

$$B_{iny} = (\Pi_{in}K_{yb}K_{ep} + K_{nep}B_{nep})T_{маш} / T_{ст}(K_{nep} + 1)60; \quad (10.25)$$

– на спеціальний різальний інструмент

$$B_{inc} = (\Pi_{in}K_{yb}K_{ep} + K_{nep}B_{nep})/C_pT_a, \quad (10.26)$$

де Π_{in} – вартість інструменту (в точку числі транспортно-заготівельні витрати), грн.;

K_{yb} – коефіцієнт випадкового убутку;

K_{nep} – кількість переточувань;

B_{nep} – витрати на переточування, грн.;

$T_{маш}$ – машинний час виконання операції, хв;

$T_{ст}$ – стійкість інструменту, год.

Ціни на інструменти наведені у відповідних прейскурантах. Нормативи K_{yb} , K_{nep} , $T_{ст}$ подано в довідниках.

Витрати на переточування інструменту, грн.:

$$B_{nep} = T_{nep}\Gamma_{mc}K_{оп}K_{ов}K_{се}K_{нв}; \quad (10.27)$$

де T_{nep} – середня норма часу на переточування інструменту, хв;

$K_{нв} = 1.8\text{--}2.2$ – коефіцієнт, який враховує накладні витрати.

При розрахунку витрат на переточування спеціального інструменту враховується не максимально можлива кількість переточувань, а зумовлена річним обсягом робіт (операцій).

Наведені вище формули орієнтовані на суцільний інструмент. Для збірного інструменту потрібна додаткова інтерпретація цих формул. Якщо характер використання універсального інструменту подібний до використання спеціального, то витрати на його експлуатацію розраховуються, як для спеціального інструменту.

11. Витрати на вимірювальний інструмент $B_{вим}$ визначаються за тією ж методикою, що і витрати на різальний інструмент. Необхідні вказівки і нормативи наводяться в довідковій літературі.

12. Витрати на розроблення і налагодження програм для верстатів з ЧПК і промислових робіт залежать від складності операції та способу розроблення програм. Рекомендації щодо методів проведення розрахунків і необхідні нормативи подані в довідниках, проте слід прагнути до використання методики і нормативів, застосованих на базовому підприємстві.

В загальному випадку ці витрати з розрахунку на одну операцію становлять, грн.:

$$B_{ng} = B_{np}K_{вон}/\mathcal{U}_pT_a, \quad (10.28)$$

де B_{np} – витрати на розроблення та налагодження програм, грн.;

$K_{вон}$ – коефіцієнт, який враховує відновлення програмоносія;

T_a – термін амортизації витрат, років (не більше тривалості життєвого циклу).

13. Витрати на експлуатацію виробничих площ охоплюють амортизацію, витрати на ремонт, опалення, освітлення та прибирання з розрахунку на площу, зайняту робочим місцем (включно обладнання), де виконується операція:

– для робочих місць, де встановлено спеціальне обладнання (чи використовуване як спеціальне), витрати щодо площі в розрахунку на одну операцію становлять, грн.:

$$B_{nлс} = P_{рм}H_{рпл}/\mathcal{U}_p, \quad (10.29)$$

– для робочих місць з обладнанням універсального типу:

$$B_{nлу} = P_{рм}H_{рпл}T_n/\Phi_{до}60, \quad (10.30)$$

де $P_{рм}$ – площа робочого місця, м²;

$H_{рпл}$ – норматив річних витрат на утримання 1м² виробничої площі, грн., прийняті за даними базового підприємства.

На основі отриманих результатів складається кошторис цехових витрат, який оформляється у вигляді таблиці.

Розрахунок затрат на виробництво продукції та собівартості одиниці продукції виконується окремо для кожної деталі по статтях затрат і оформляється у вигляді таблиць відповідно.

Інші елементи витрат, які мають безпосереднє відношення до певної операції, визначаються, виходячи з конкретних умов виконання даної операції.

10.3. Методика порівняльного техніко-економічного аналізу ефективності варіантів технології

Розрахунок технологічної собівартості виконання операції (комплексу операцій, оброблення деталі в цілому) за різними варіантами технології дозволяє дати найбільш обґрунтовану відповідь на питання, який з варіантів є оптимальним для конкретних техніко-економічних умов. Найкращим буде варіант, що забезпечує найменші технологічні витрати.

Якщо варіанти технології потребують великих капітальних витрат (придбання дорогого обладнання, реконструкція ділянок тощо) і йдеться про

проектні варіанти технології, а не про існуючий і проектний, то оптимальний варіант технології слід шукати за критерієм мінімальних наведених витрат

$$C_{pi}^p + E_n K_i \rightarrow \min, \quad (10.31)$$

де C_{pi}^p – річна технологічна собівартість за i -тим варіантом технології, грн.,
 E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;
 K_i – капітальні вкладення за цим варіантом.

Нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень E_n відображає мінімально допустимий прибуток на 1 грн. додаткових капітальних вкладень, що, в свою чергу, визначає нормативний (максимально допустимий) термін їх повернення за рахунок ними зумовленого додаткового прибутку

$$T_n = 1 / E_n. \quad (10.32)$$

Коефіцієнт E_n визначається масштабом і характером проектних рішень, які розглядаються. Коли мова йде про заходи народногосподарського рівня, пов'язані зі значним капітальним будівництвом, $E_n = 0,12$ ($T_n = 8,3$ років).

Якщо мають місце значні вкладення в нову техніку, то $E_n = 0,15$ ($T_n = 6,7$ років). Для локальних технологічних заходів на рівні цеху, підприємства можуть задаватись жорсткіші нормативи окупності одноразових витрат (до 2–3 років).

Для технологічних заходів, які мають обмежений термін дії

$$T_n \leq T_{жц}. \quad (10.33)$$

Річна технологічна собівартість дорівнює, грн.:

$$C_m^p = C_m \cdot \chi_p, \quad (10.34)$$

де C_m технологічна собівартість виконання операції, оброблення деталі, грн.,
 χ_p – річний обсяг операцій (деталей).

Якщо мова йде про оптимальний проектний варіант, який призначений для заміни базового варіанту технології і забезпечує менші поточні витрати, то передбачувана річна економія від зниження витрат становитиме, грн.:

$$E_{кр} = (C_{mb} - C_{mnp}) \cdot \chi_p, \quad (10.35)$$

де C_{mb} , C_{mnp} – технологічна собівартість відповідно базового і проектного варіантів операції (деталі), грн.

Передбачуваний річний ефект від упровадження нового варіанту технології, грн., визначається:

$$E_p = E_{кр} - E_n K_{доd}, \quad (10.36)$$

де $K_{доd}$ – додаткові капітальні вкладення, пов'язані з реалізацією проєктного варіанту (включно збитки від ліквідації базового), грн.

Термін окупності додаткових капітальних витрат, роки визначається за формулою:

$$T_{ок} = K_{доd} / E_{кр}. \quad (10.37)$$

Прийнятий термін окупності капітальних витрат на модернізацію технологічних процесів – два-три роки. У будь-якому разі

$$T_{ок} \leq T_{жц}. \quad (10.38)$$

10.4. Методика оцінки ефективності одноразових витрат на розроблення і впровадження (модернізацію) технологічного процесу

Одноразові витрати на впровадження нового чи модернізацію вже застосовуваного на підприємстві технологічного процесу визначаються розробленням відповідного кошторису витрат.

Витрати на технологічне проєктування включають оплату праці технологів за розроблення технологічної документації, що визначається залежно від працемісткості робіт і накладних витрат у розмірі 20–40% від витрат на оплату праці.

Методика розрахунку витрат на програмне забезпечення та витрати на спеціальне оснащення, що визначаються за спеціальним кошторисом підприємства.

Витрати на створення запасів матеріалів, інструментів, готових деталей визначають залежно від необхідної величини цих запасів та їх вартості (з урахуванням транспортно-заготівельних витрат).

Кошти на створення необхідного запасу незавершеного виробництва визначаються величиною цього запасу і вартістю виробів, складальних одиниць, деталей у незавершеному виробництві. Ці кошти беруться в розмірі половини суми витрат на матеріали та собівартість готового виробу.

Витрати на модернізацію обладнання (при необхідності таких витрат) включають (табл. 10.1): витрати на проєктні роботи, придбання необхідних матеріалів і комплектуючих деталей, оплату робіт, пов'язаних з модернізацією обладнання, накладні витрати і плановий прибуток. Витрати на придбання, монтаж і пуск обладнання включають до кошторису в тому разі, коли в наявному складі обладнання підприємства немає необхідного обладнання або воно повністю завантажено іншими роботами.

Внески коштів у виробничу площу враховуються в разі створення додаткових площ. Витрати на підготовку кадрів визначаються виходячи з вартості циклів навчання (верстатника, наладчика тощо).

Супутні витрати включають можливі витрати сполучених підрозділів. Наприклад, удосконалення процесів механічного оброблення часто потребує супутніх витрат у заготівельних цехах.

Збитки від ліквідації базового варіанту технології повинні враховувати можливу недоамортизацію обладнання і оснащення. Витрати на розвиток інфраструктури враховуються в тому разі, коли реалізація заходу щодо вдосконалення технології передбачає залучення додаткових трудових ресурсів.

Таблиця 10.1. Кошторис витрат на розроблення і впровадження (модернізацію) технологічного процесу

<i>№ п/п</i>	<i>Статті витрат</i>	<i>Витрати, грн.</i>
1	Технологічне проєктування	
2	Проєктування та виготовлення комплексу спеціального оснащення (комплектуючого УЗП)	
3	Розроблення комплексу програм	
4	Створення виробничих запасів: - матеріалів (заготовок); - незавершеного виробництва; - готових деталей; - інструменту; - допоміжних матеріалів	
5*	Модернізація обладнання	
6*	Придбання, монтаж і пуск обладнання	
7*	Створення виробничих площ	
8*	Підготовка кадрів	
9*	Супутні витрати	
10*	Збитки від ліквідації базового варіанту	
11*	Розвиток інфраструктури	
12*	Інші витрати	
	<i>Усього одноразових витрат</i>	

* у серійному виробництві витрати на ці статті приймаються в частці, зумовленій рівнем завантаження обладнання, працівників, площею виконання конкретних операцій, обробленням конкретних деталей, виробів.

За своєю економічною сутністю перелік вказаних витрат має характер капітальних витрат, тому підсумок цього кошторису визначає необхідну загальну суму капіталовкладень для реалізації варіанту технології, який проектується чи модернізується. Зміст розглянутого кошторису витрат повністю відображає також типовий перелік витрат, пов'язаних із створенням чи модернізацією виробничих структур (цехів, дільниць, спеціалізованих комплексів механічного оброблення, ГВС, РТК).

10.5. Методика обґрунтування оптимальних сфер використання варіантів технології

Поелементний розрахунок технологічної собівартості дає змогу вирішити важливе техніко-економічне завдання – обґрунтувати оптимальні сфери використання різних варіантів технологій. Розглянемо методику вирішення найпоширенішого з подібних завдань – пошуку оптимальних сфер для варіантів технологій залежно від масштабів виробництва (обсягу виконуваних операцій, оброблюваних деталей).

Методика ґрунтується на виділенні серед елементів технологічної собівартості двох видів витрат: змінних (умовно-пропорційних) – $U_{зм}$ і умовно-постійних – $U_{пост}$.

До змінних належать витрати, пов'язані з масштабами виробництва, – це витрати на матеріали, оплату праці робітників-підрядчиків, ремонт і утримання обладнання, інструмент, який швидко спрацьовується, силову електроенергію, амортизацію універсального обладнання та оснащення. Ці витрати змінюються приблизно пропорційно зміні обсягу продукції, що випускається.

До умовно-постійних належать витрати на оплату праці погодинників (допоміжних робітників, спеціалістів), витрати на амортизацію спеціального обладнання, спеціальні пристрої, різальний та вимірювальний інструмент, експлуатацію площі, на якій виконуються спеціальні операції, на підготовку програм для верстатів з ЧПК, витрати від ліквідації недоамортизованого обладнання.

Складові технологічної собівартості:

- технологічна собівартість річного обсягу виробництва, грн.,

$$C_m^p = U_{зм} C_p + U_{пост}, \quad (10.39)$$

- технологічна собівартість однієї операції (однієї деталі), грн.,

$$C_m = U_{зм} + U_{пост} / C_p. \quad (10.40)$$

Формули показують, що $U_{пост}$ слід розраховувати не на одну операцію (деталь), а на весь річний обсяг виробництва.

Два або більше варіантів технології порівнюють, виходячи із співвідношень:

$$C_{m1}^p = Y_{зм1} \chi_p + Y_{ном1}; \quad (10.41)$$

$$C_{m2}^p = Y_{зм2} \chi_p + Y_{ном2}. \quad (10.42)$$

Точка перетину двох прямих (рис. 10.1), яка відповідає рівності витрат за обома варіантами, характеризує так звану критичну програму – $\chi_{кр}$. Її знаходять прирівнюванням правих частин останніх рівнянь. З графіка видно, що при річній програмі менше $\chi_{кр}$ вигідним є перший варіант, більше $\chi_{кр}$ – другий.

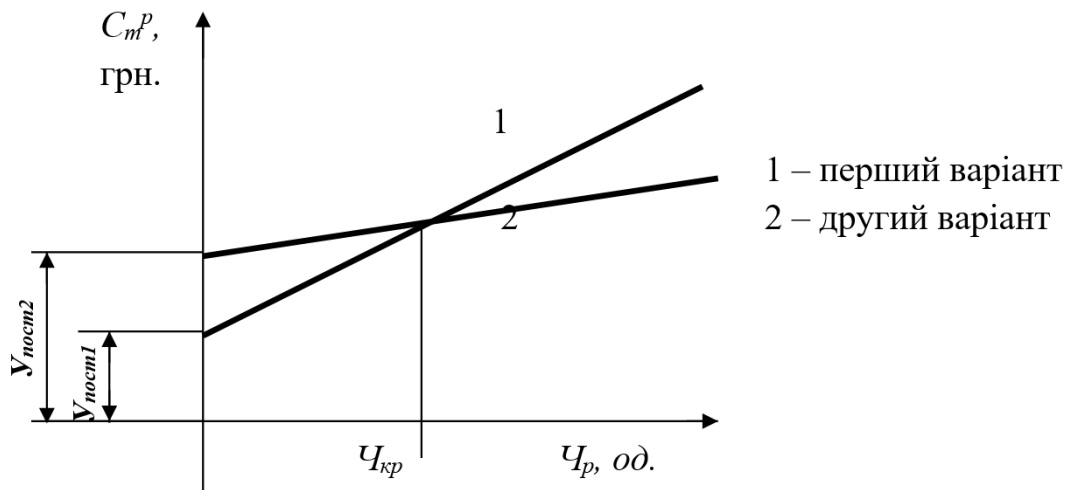


Рисунок 10.1. Графічне обґрунтування сфер раціонального застосування варіантів технології

Питання для самоперевірки:

1. Як визначити кількість основного технологічного обладнання?
2. Як визначити розрахункову кількість робочих місць?
3. Як визначити коефіцієнт завантаження обладнання?
4. Як визначити кількість основних виробничих робітників?
5. Як визначити кількість допоміжних виробничих робітників?
6. Як визначити кількість молодшого обслуговуючого персоналу?
7. Як визначити кількість інженерно-технічного персоналу?
8. Складові елементи технологічної собівартості операції технологічного процесу.
9. Що таке технологічна собівартість виготовлення деталі?
10. Що включає технологічна собівартість на базі нормативів витрат?

11. Елементи поточних технологічних витрат типової операції механічного оброблення.
12. Послідовність оцінки ефективності поточних витрат за варіантом технології.
13. Як визначити вартість основних матеріалів?
14. Способи визначення вартості відходів на сировину та матеріали.
15. Як визначити норму часу на виконання процесу, операції?
16. Які елементи включають загальні витрати на утримання та експлуатацію технологічного обладнання
17. Як визначити балансову вартість універсального оснащення?
18. Що таке нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень і від чого він залежить?
19. Складові витрат на модернізацію обладнання.
20. За яких умов в розрахунках ефективності враховуються збитки від ліквідації базового варіанту технології?
21. Послідовність обґрунтування оптимальних сфер використання варіантів технології.
22. Які елементи витрат в розрахунках показників ефективності належать до змінних (умовно-пропорційних)?
23. Які елементи витрат в розрахунках показників ефективності належать до умовно-постійних?
24. Складові технологічної собівартості за видами витрат.
25. Графічне обґрунтування сфер раціонального застосування варіантів технології.

Тема 11. Визначення ефективності технологічних процесів механічного оброблення

- 11.1. Оцінка ефективності розробленого процесу механічного оброблення.
- 11.2. Порівняння технологічних процесів.
- 11.3. Ефективність витрат на матеріали.
- 11.4. Витрати на оплату праці та відрахування.
- 11.5. Ефективність витрат на обладнання.
- 11.6. Техніко-економічне обґрунтування використання верстатних пристосувань.
- 11.7. Обґрунтування ефективності розроблених пристосувань.

11.1. Оцінка ефективності розробленого процесу механічного оброблення

При проектуванні технологічних процесів виготовлення деталей машин необхідно розрахувати показники ефективності на кожному етапі розроблень, включно для операцій механічного оброблення. Деякі з чинників і показників складно врахувати в розрахунках ефективності, зважаючи на їх комплексний вплив і недолік інформації.

Для аналізу ефективності операцій механічного оброблення рекомендується розробити порівняльну таблицю за окремими операціями, частинами технологічного процесу із зазначенням виконаних змін і можливих ефектів. Деякі з цих зисків необхідно врахувати в розрахунку економічної ефективності. Рекомендується навести не менше 4–5 змін в базовий технологічний процес. Приклад наведено в табл. 11.1. Порівняння базового та проектного технологічного процесу в основному виконується шляхом аналізу технологічної собівартості.

Технологічна собівартість може включати усі елементи витрат, що стосуються реалізації розробленої технології, якщо вони піддаються змінам. Тому при розгляді технологічної собівартості необхідно аналізувати усі можливі, як позитивні, так і негативні ефекти, але враховувати в порівняльному аналізі лише ті елементи витрат, які суттєво змінюються. В деяких випадках, коли помітно змінюються капітальні витрати на устаткування, то, як мінімум, вимагається визначити терміни окупності капітальних витрат.

В процесі розроблення технологічного процесу та обґрунтування його ефективності необхідно враховувати вагомість окремих елементів витрат. Наприклад, економія витрат матеріалу значно позначається на ефективності технологічного процесу. Тому усі можливі заходи з метою підвищення коефіцієнту використання матеріалу необхідно передбачити в процесі вибору методу одержання заготовок, їх розмірів, допусків і класів точності.

Підвищену увагу слід приділяти розрахунковим методам визначення режимів оброблення, нормування, операційних розмірів. Розрахункові методи

зазвичай приводять до зменшення витрат часу на операції, що позитивно позначається на економічному обґрунтуванні технологічного процесу.

Зменшення кількості операцій (принцип концентрації) збільшує точність механічного оброблення внаслідок меншої кількості переналагоджень, скорочує кількість оснащення, контрольних операцій, транспортних і складських операцій, спрощує планування і управління, скорочує виробничий цикл і незавершене виробництво. Вказані чинники внаслідок зростання концентрації складно оцінюються простими економічними розрахунками, тому їх нерідко відносять до непрямих позитивних ефектів. Проте слід враховувати усі можливі ефекти як в техніко-економічному обґрунтуванні, так і при розрахунку показників ефективності.

Висновки щодо доцільності запровадження розробленого технологічного процесу повинні включати сумарний ефект E для річної програми випуску, отриманий в результаті аналізу окремих рішень, операцій, частин технологічного процесу виготовлення або відновлення деталей за витратами базової C^a та проектної C^n технологій.

Таблиця 11.1. Порівняльна таблиця за частинами технологічного процесу з врахуванням виконаних змін і можливих ефектів (приклад)

Базовий ТП	Пректний ТП	Зміни	Можливі ефекти та зиски
1	2	3	4
заготовка $k_{в.м} = 0,5$	заготовка $k_{в.м} = 0,55$	зміна заготовки; розрахунок розмірів	економія матеріалу
операції 15–20	операція 15	концентрація; зменшення $\Sigma T_{шк}$, зменшення $\Sigma C_{об}$	зарплата і відрахування; амортизація і ремонт
	розрахунок режимів і операційних розмірів	зменшення $T_{шк}$; збільшення $k_{в.м}$	зарплата і відрахування; економія матеріалу
операція 20	операція 20 механізація пристосування	надійність закріплення і обрізування; зменшення $T_{шк}$	зарплата; амортизація і ремонт
операція 50 слюсарна	механізація слюсарної операції	зменшення $T_{шк}$	зарплата і відрахування
універсальні операції 60,65	операція 60 верстат з ЧПК	концентрація операцій; зменшення $\Sigma T_{шк}$	зарплата; розрахунок терміну окупності

Закінчення таблиці 11.1

1	2	3	4
	зміна моделей обладнання	скорочення виробничих площ; зменшення $\Sigma C_{об}$; підвищення продуктивності	Зарплата; амортизація і ремонт, витрати на утримання площ
	групове оброблення	зменшення $\Sigma T_{шк}$; скорочення виробничого циклу	зарплата, зменшення видатків на оснащення

11.2. Порівняння технологічних процесів

Розглянемо приклад порівняння базового та проєктного технологічних процесів в результаті зміни:

- 1) коефіцієнту використання матеріалу – $k_{\text{в.м}}$;
- 2) капітальних витрат на устаткування, тобто сумарної вартості технологічного устаткування – $C_{об}$;
- 3) сумарного штучно-калькуляційного часу – $T_{шк}$.

Вказані чинники зроблять найсуттєвіший вплив на матеріальні витрати C_m , заробітну плату і відрахування $C_{зо}$, зміст устаткування і оснащення $C_{ос}$:

$$C = C_m + C_{зо} + C_{ос}. \quad (11.1)$$

З урахуванням річного обсягу випуску P_p економічна ефективність за рік для розробленого технологічного процесу дорівнює:

$$E_p = (C^a - C^n) \cdot P_p, \quad (11.2)$$

де C^a , C^n – відповідно технологічна собівартість по змінюваних елементах витрат для базового та проєктного варіантів технологічного процесу для однієї деталі.

11.3. Ефективність витрат на матеріали

Величина річної програми дозволяє розрахувати витрати на матеріали за вирахуванням вартості відходів.

Ціна відходів зазвичай складає (0,1- 0,2) C_m . Якщо врахувати коефіцієнт використання матеріалів $k_{\text{в.м}}$ і $C_o = 0,1 C_m$, тоді витрати на матеріал для річної програми визначаються за залежністю:

$$C_m = \frac{M_o \cdot C_m}{k_{\text{в.м}}} (0,9 + 0,1 k_{\text{в.м}}). \quad (11.3)$$

Приклад:

$$P_T = 600 \text{ дет./рік}, C_M = 50 \text{ ум. од./кг}, C_o = 5 \text{ ум. од./кг}, M_d = 4 \text{ кг.}$$

Таблиця 11.2. Розрахункові дані

Базовий технологічний процес	Проектний технологічний процес	$C^a - C^n) P$
$k_{в.м} = 0,5$	$k_{в.м} = 0,55$	
$C_M = 228000 \text{ ум. од.}$	208364 ум. од.	19636 ум. од.

Доцільним є врахування витрат на заходи щодо збільшення $k_{в.м}$.

Таблиця 11.3. Вихідні дані прикладу

Базовий технологічний процес					Проектний технологічний процес				
Операція	Обладнання	$C_{об},$ тис. ум. од.	$T_{шк},$ хв.	Розряд, P	Операція	Обладнання	$C_{об},$ тис. ум. од.	$T_{шк},$ хв.	Розряд, P
10	T1	500	10	4	10	T4	600	11	4
15	T2	400	8	3	15	T5	300	14	3
20	T3	300	12	5					

Разом: 1200 0,5 год

900 0,42 год.

Отримані результати свідчать про суттєві позитивні зміни в технологічному процесі:

- зменшилася кількість операцій;
- скоротилася кількість використаного устаткування і його сумарна вартість;
- зменшилися витрати часу на технологічний процес.

11.4. Витрати на оплату праці та відрахування

Методом лінійної інтерполяції проміжні тарифні ставки по j -ому розряду визначаються за залежністю:

$$TC_j = TC_1 + (j - 1) \frac{TC_6 - TC_1}{5} \quad (11.4)$$

Приклад розроблення тарифної сітки.

Нехай місячна заробітна плата з врахуванням доплат і премій складає для 1-го розряду 2400 ум.од./міс., тоді:

$$\Phi_m = \Phi_{oc} / 1,6 = 2400 / 1,6 = 1500, \text{ ум.од./міс.} \quad (11.5)$$

Годинна тарифна ставка 1-го розряду дорівнює:

$$TC_1 = 1500 / 22. \text{ дні } 8 \text{ год.} = 8,52 \text{ ум.од./год.} \quad (11.6)$$

Використаємо лінійне зростання тарифних ставок від 1-го до 6-го розряду з загальним коефіцієнтом 2,5. Тоді

$$TC_6 = 8,52 \cdot 2,5 = 21,3 \text{ ум.од./год.} \quad (11.7)$$

Визначимо середній розряд робіт P^a для базового та P^H – для проєктного технологічного процесу (табл.11.4):

$$P^a = \frac{\sum (T_{\text{шк}} \cdot P)}{\sum T_{\text{шк}}} = \frac{10 \cdot 4 + 8 \cdot 3 + 12 \cdot 5}{30} = 4,13; \quad (11.8)$$

$$P^H = \frac{11 \cdot 4 + 14 \cdot 3}{25} = 3,44. \quad (11.9)$$

Тарифні ставки для даних розрядів:

$$TC^a = 8,52 + (4,13 - 1)(21,3 - 8,52) / 5 = 16,52 \text{ ум.од./год.}; \quad (11.10)$$

$$TC^H = 14,76 \text{ ум.од./год.} \quad (11.11)$$

Тоді фонд основної заробітної плати визначається:

$$\Phi_{oc} = 1,6 \Phi_m = 1,6 \cdot \Pi_z \cdot T_{\text{шк}} \cdot TC_i, \quad (11.12)$$

$$\Phi_{oc}^a = 1,6 \cdot 600 \cdot 0,5 \cdot 16,52 = 7929,6 \text{ ум.од.}; \quad (11.13)$$

$$\Phi_{oc}^H = 1,6 \cdot 600 \cdot 0,42 \cdot 14,76 = 5951,2 \text{ ум.од.} \quad (11.14)$$

З врахуванням 10% відрахувань на додаткову заробітну плату, фонд оплати праці для порівнюваних технологічних процесів дорівнює:

$$\Phi_{om}^a = 8722,5 \text{ ум.од.}; \quad (11.15)$$

$$\Phi_{om}^H = 6546 \text{ ум.од.} \quad (11.16)$$

Відрахування на соціальні потреби вираховуються в розмірі 38% від величини Φ_{om} :

$$C_o^a = 0,38 \cdot 8722,5 = 3314,5 \text{ ум.од.}; \quad (11.17)$$

$$C_o^H = 2487,5 \text{ ум.од.} \quad (11.18)$$

Сумарні витрати на оплату і відрахування дорівнюють:

$$C_{30}^a = 8722,5 + 3314,5 = 12037 \text{ ум.од.}; \quad (11.19)$$

$$C_{30}^H = 6546 + 2487,5 = 9033,5 \text{ ум.од.} \quad (11.20)$$

Ефективність по оплаті праці

$$E = 12037 - 9033,5 = 3003,5 \text{ ум.од.} \quad (11.21)$$

Таблиця 11.4. Результати розрахунку витрат

Базовий технологічний процес, ум. од.				Проектний технологічний процес, ум.од.				
Φ_{oc}	$\Phi_{от}$	C_o	C_{30}	Φ_{oc}	$\Phi_{от}$	C_o	C_{30}	E
7929,6	8722,5	3314,5	12037	5951,2	6546	2487,5	9033,5	3003,5

11.5. Ефективність витрат на обладнання

Витрати на обладнання разом із матеріальними є важливими в технологічній собівартості, що пояснюється високими цінами на устаткування і залежністю ряду витрат від капітальних вкладень в устаткування:

$$C_{oc} = C_a + C_{po} + C_n, \quad (11.22)$$

де C_a – амортизаційні відрахування;

C_{po} – витрати на ремонт і обслуговування;

C_n – витрати на оснащення.

Тоді амортизаційні відрахування, розраховані за попередньою методикою з врахуванням отриманих розрахунків дорівнюють:

$$C_a^a = (0,1 \cdot 600 / 3600) \cdot (10 / 60 \cdot 500 + 8 / 60 \cdot 400 + 12 / 60 \cdot 300) = 3277 \text{ ум.од.};$$

$$C_a^H = 2880 \text{ ум.од.} \quad (11.23)$$

Витрати на ремонт і обслуговування залежно від наявної інформації можуть розраховуватися одним із двох способів, розглянутими раніше.

Якщо прийняти $C_{po} = 0,1 \cdot C_{об}$, то

$$C_{po} = \frac{0,1 \cdot \Pi}{\Phi_o} \cdot \sum (T_{шк} \cdot C_{об}). \quad (11.24)$$

Розрахунок є аналогічним до розрахунку витрат амортизаційних відрахувань:

$$C_{po}^a = 3277 \text{ грн.}; C_{po}^n = 2880 \text{ ум.од.} \quad (11.25)$$

Витрати на оснащення в середньому складають 5–10% від вартості обладнання. Прийmemo для розрахунку 7%. Результати розрахунку наведено в табл. 11.5.

Таблиця 11.5. Результати розрахунку витрат

<i>Базовий технологічний процес, ум.од.</i>				<i>Проектний технологічний процес, ум.од.</i>				$E = C^a - C^n$
C_a	C_{po}	C_n	C_{oc}	C_a	C_{po}	C_n	C_{oc}	
3277	3277	2294	8848	2880	2880	2016	7776	1072

Розрахунки за трьома основними складовими дозволяють оцінити економічну ефективність для розробленого технологічного процесу:

$$E = C_m + C_{zo} + C_{oc} = 19636 + 3003 + 1072 = 23711 \text{ ум.од.} \quad (11.26)$$

Необхідно відзначити, що устаткування, зайняте новим технологічним процесом усього лише незначну частину ефективного фонду часу, тому умовна очікувана ефективність багаторазово є вищою.

Результати розрахунків рекомендується оформляти у вигляді стовпчастих графіків (рис. 11.1).

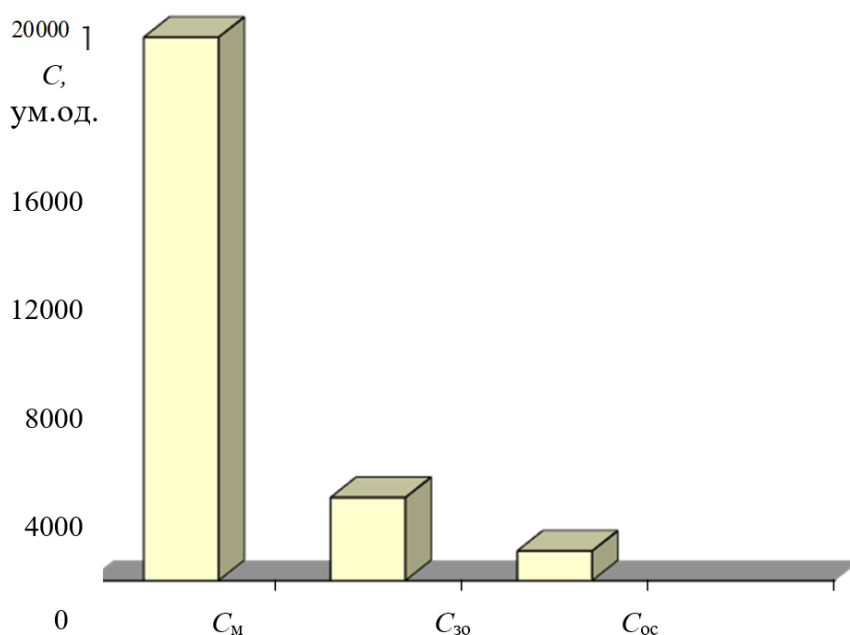


Рисунок 11.1. Економічний ефект запропонованого технологічного процесу за основними складовими

При суттєвому збільшенні вартості застосованого устаткування економічний ефект рекомендується розраховувати за приведеними витратами:

$$E = (C_2 - C_1) - E(K_2 - K_1). \quad (11.27)$$

11.6. Техніко-економічне обґрунтування використання верстатних пристосувань

У процесі проектування пристосування необхідно обґрунтувати економічну ефективність його виготовлення та експлуатації в такій послідовності:

1. Скласти вихідні дані для обчислення собівартості пристосування.
2. Визначити штучно-калькуляційний час виконання заданої операції без спеціального пристосування або з використанням існуючого на базовому підприємстві.
3. Зробити аналіз, за рахунок чого може бути зменшений штучно-калькуляційний час в процесі впровадження пристосування, що проектується.
4. Розрахувати очікувану економію від впровадження пристроїв та визначити витрати на пристосування.
5. Зробити висновок про економічну доцільність спроектованого пристосування.

В спрощеному вигляді ефективність застосування пристосувань при виконанні технологічних операцій можна оцінити, порівнюючи економію від застосування пристосування із затратами на його виготовлення та експлуатацію:

$$E \geq P, \quad (11.28)$$

де E – очікувана економія від застосування пристосування за період, що аналізується, грн.;

P – витрати на пристрій за той самий період, грн.

Очікувана економія розраховується за формулою:

$$E = (T_{\text{шк}} - T_{\text{шк}}^n) \cdot a_x \cdot N \cdot q, \quad (11.29)$$

де $T_{\text{шк}}$ – штучно-калькуляційний час виконання операції без пристосування або в існуючому пристосуванні, хв.;

$T_{\text{шк}}^n$ – очікуваний штучно-калькуляційний час після застосування пристосування, хв.;

a_x – собівартість однієї верстато-хвилини, грн./хв.;

N – планова місячна програма, шт.;

q – кількість місяців в аналізованому періоді, міс.

Витрати на пристосування у загальному вигляді розраховуються за формулою:

$$P = C \cdot N \cdot K, \quad (11.30)$$

де C – стала, що залежить від складності пристосування і його габаритних розмірів;

K – коефіцієнт, який призначає конструктор-технолог, який проектує оснащення залежно від вартості матеріалів на підприємстві та інших факторів, $K = 10\text{--}15$.

Для простих пристроїв приймають $C = 15$, для пристроїв середньої складності $C = 30$, для складних пристроїв $C = 45$.

Пристосування вважається економічно доцільним (рентабельним), якщо річна економія, одержана від його застосування, вища, ніж витрати на його виготовлення.

11.7. Обґрунтування ефективності розроблених пристосувань

Оснащення технологічного процесу верстатними та контрольно-вимірними пристосуваннями має важливе значення серед етапів проектування, обґрунтований вибір пристосувань забезпечує більш високу якість продукції, зростання продуктивності процесів оброблення внаслідок зменшення складових $T_{\text{шк.}}$. Зміни в працемісткості, як правило, є незначними при відносно високій вартості пристосувань.

Приклад. Вартість пристосувань C_n можна оцінити за даними підприємства або використати спрощений метод (рис. 11.2).

Зменшення працемісткості позначатиметься на витратах енергії, зарплаті з відрахуваннями, амортизації та ремонту. Витрати на енергію дорівнюють:

$$C_{\text{ен}} = M \cdot K_{\text{мв}} \cdot C_e \cdot T_{\text{шк.}}, \quad (11.31)$$

де $C_1 = 15 \cdot 0,5 \cdot 1,2 \cdot 10 / 60 = 1,5$ ум.од./дет.,

$C_2 = 15 \cdot 0,5 \cdot 1,2 \cdot 8 / 60 = 1,2$ ум.од./дет., $\Delta C = +0,3$.

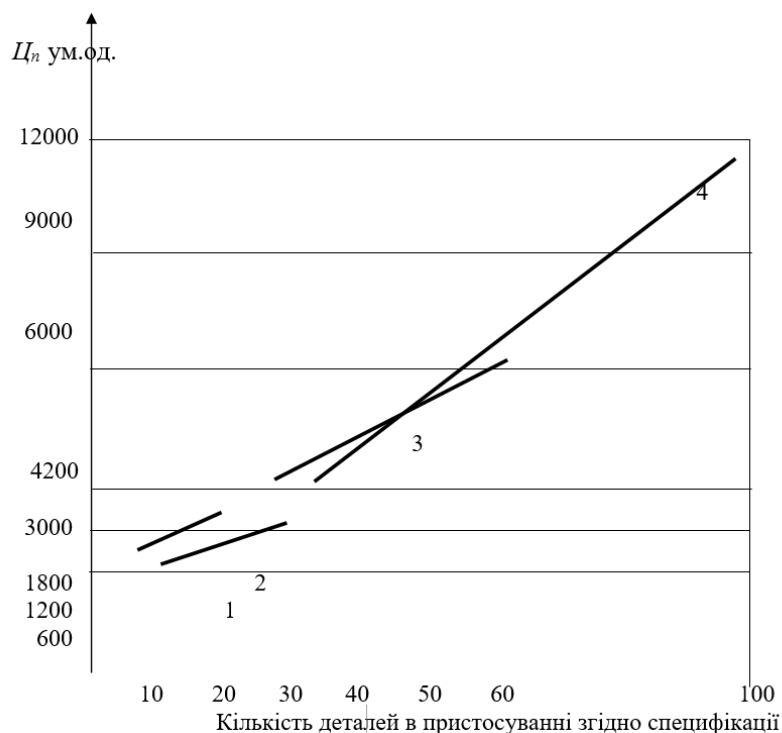


Рисунок 11.2. Метод визначення вартості пристосувань: 1 – центрові оправи, призми; 2 – прості кондуктори, патрони, лещата; 3 – кондуктори, поворотні столи; 4 – складні розточувальні пристосування, складні кондуктори

Витрати на зарплату і відрахування

$$C_{zo} = 3 \cdot T_{шк} \cdot K_c, \quad (11.32)$$

де $C_1 = 30 \cdot 10 / 60 \cdot 1,38 = 6,9$ ум.од./дет.,

$C_2 = 30 \cdot 8 / 60 \cdot 1,38 = 5,52$ ум.од./дет., $\Delta C = +1,38$.

Витрати на амортизацію і ремонт дорівнюють:

$$C_{ap} = 0,15 \cdot C_{об} \cdot T_{шк} / \Phi_\delta, \quad (11.33)$$

де $C_1 = 0,15 \cdot 500000 \cdot 10 / 3800 \cdot 60 = 3,29$ ум.од./дет.,

$C_2 = 2,63$ ум.од./дет., $\Delta C = +0,66$.

Економія за цими елементами собівартості складає:

$$\Delta C = 0,3 + 1,38 + 0,66 = 2,34 \text{ ум.од./дет.} \quad (11.34)$$

На річний обсяг випуску ефект без урахування вартості пристосування дорівнює:

$$E = \Delta C \cdot \Pi = 2,34 \cdot 600 = 1404 \text{ ум.од.} \quad (11.35)$$

Якщо пристосування є універсальним з використанням його протягом 20% ($K_{вик} = 0,2$) дійсного фонду часу устаткування, тоді витрати на пристосування для однієї деталі складуть:

$$C_n = \frac{K \cdot C_n}{\Phi_\delta \cdot K_{вик}} \cdot T_{шт}, \quad (11.36)$$

де K – коефіцієнт, який враховує витрати на амортизацію і ремонт,
 $K = 0,35$;

$$C_n = \frac{0,35 \cdot 4000}{3800 \cdot 60 \cdot 0,2} \cdot 8 = 0,25 \text{ ум.од./дет.} \quad (11.37)$$

Тоді позитивний ефект від використання пристосування відповідно для однієї деталі та всієї програми випуску дорівнює:

$$\Delta C = 2,34 - 0,25 = 2,09 \text{ ум.од./дет.}, E = 2,09 \cdot 600 = 1254 \text{ ум.од.} \quad (11.38)$$

Припустимо, що розроблено пристосування вартістю $C_n = 8000$ ум.од.. Тоді C_n зросте удвічі і економічний ефект зменшиться:

$$E = (2,34 - 0,5) \cdot 600 = 1104 \text{ ум.од.} \quad (11.39)$$

Нехай запропоноване пристосування відноситься до класу спеціальних, тоді:

$$C_{nc} = \frac{K_p \cdot \Pi_n}{K_c \cdot \Pi}, \quad (11.40)$$

де K_p – коефіцієнт, що враховує витрати на ремонт ($K_p = 1,1$),
 K_c – стабільність програми ($K_c = 3$ роки):

$$C_{nc} = \frac{1,1 \cdot 4000}{3 \cdot 600} = 2,44 \text{ ум.од./дет.}; \quad (11.41)$$

$$\Delta C = 2,34 - 2,44 = -0,1 \text{ ум.од.дет.} \quad (11.42)$$

Тобто, при заданій програмі використання спеціального пристосування є не доцільним і ефективним.

Питання для самоперевірки:

1. За яких змін в проєктній технології визначальним показником ефективності є термін окупності капітальних витрат?
2. За яких змін в проєктній технології визначальними показниками ефективності є елементи витрат, які суттєво змінюються?
3. За яких змін в проєктній технології визначальним показником ефективності є вагомість елементів витрат?
4. Які показники ефективності відносять до прямих позитивних ефектів?
5. Які показники ефективності відносять до непрямих позитивних ефектів?
6. Як визначається сумарний ефект для річної програми випуску?
7. За якими основними техніко-економічними показниками ефективності здійснюють порівняння технологічних процесів?
8. Який показник ефективності враховує коефіцієнт використання матеріалу при порівнянні технологій?
9. Який показник ефективності враховує капітальні витрати на устаткування при порівнянні технологій?
10. Який показник ефективності враховує сумарний штучно-калькуляційний час при порівнянні технологій?
11. Від яких техніко-економічних показників залежить ефективність витрат на матеріали?
12. Для розрахунків ефективності яких витрат використовують метод лінійної інтерполяції?

13. Складові елементи в розрахунках ефективності витрат на обладнання.
14. Як визначають амортизаційні відрахування в розрахунках ефективності витрат на обладнання?
15. Способи визначення витрат на ремонт і обслуговування обладнання.
16. Для чого використовують стовпчасті графіки в аналізі ефективності проєктного обладнання?
17. Послідовність техніко-економічного обґрунтування використання верстатних пристосувань.
18. За рахунок чого може бути зменшений штучно-калькуляційний час в процесі впровадження пристосування, що проєктується?
19. Як розрахувати очікувану економію від впровадження пристроїв?
20. Від яких технологічних параметрів залежить очікувана ефективність пристосувань?
21. За якими показниками здійснюється аналіз ефективності використовуваних пристосувань?
22. Методи визначення витрат на пристосування.
23. Які елементи витрат враховуються в розрахунках ефективності спеціальних пристосувань?
24. Які елементи витрат враховуються в розрахунках ефективності універсальних пристосувань?
25. За якими показниками ефективності пристосування вважається економічно доцільним (рентабельним)?

Тема 12. Визначення ефективності проєктів цехів, виробничих дільниць та окремих робочих місць

- 12.1. Розрахунок ефективності цехових капітальних вкладень.
- 12.2. Визначення планової собівартості одиниці продукції.
- 12.3. Ефективність витрат на сировину та матеріали.
- 12.4. Ефективність витрат на паливо та енергію.
- 12.5. Основна та додаткова заробітна плата технологічних робітників.
- 12.6. Відрахування на соціальні заходи.
- 12.7. Витрати на утримання і експлуатацію устаткування.

12.1. Розрахунок ефективності цехових капітальних вкладень

Вкладання коштів у виробничий основний і оборотний капітал являє собою один із найважливіших напрямів розвитку економіки. В таких умовах проєктування нових виробничих об'єктів на базі прогресивних технічних, технологічних, організаційних та економічних рішень мають стати важливими ланками матеріалізації науково-технічного прогресу.

Прийняті проєктні рішення визначають як витрати на створення виробничих об'єктів, так і собівартість та якість продукції, що буде вироблятися. Таким чином, на стадії проєктування вирішується проблема ефективного використання ресурсів в економіці, і тому техніко-економічне обґрунтування прийнятих інженерних рішень є обов'язковим.

В сучасній літературі рекомендується наступна структура визначення ефективності розроблення проєктів виробничих цехів, дільниць та робочих місць:

- розрахунок капітальних вкладень в об'єкт, що проєктується;
- визначення планової собівартості продукції;
- оцінка ефективності проєктних інженерних рішень.

Капітальні вкладення у об'єкт, який проєктується, складаються із капітальних вкладень у основні фонди (виробничі будівлі та споруди, основне технологічне та допоміжне обладнання, піднімально-транспортні засоби, оснащення тощо), а також оборотних нормованих коштів (витрати на створення запасів сировини і матеріалів, незавершене виробництво, витрати майбутніх періодів, готова продукція на складі тощо).

Приклад порядку розрахунку ефективності капітальних вкладень в устаткування та піднімально-транспортні засоби наведено у таблиці 12.1.

При розрахунку вартість транспортування устаткування та його монтаж і налагодження приймають у розмірі 10–25% від його ціни.

Капітальні вкладення у виробничі будівлі та споруди визначають, виходячи з об'єму цеху і усереднених нормативів вартості будівельних конструкцій та промислових споруд (табл. 12.2). Безперервну виробничу

діяльність цеху чи дільниці забезпечують оборотні кошти, мінімальна необхідна величина яких носить назву нормативу оборотних коштів.

Найбільшим за розміром елементом (до 70%) нормативу оборотних коштів є поточний запас матеріалів, який створюється для забезпечення процесу виробництва матеріальними ресурсами в період між двома черговими поставками.

Середній поточний запас (Z_m) визначається за формулою:

$$Z_m = M_{\partial} \cdot \frac{T_{\text{пост}}}{2}, \quad (12.1)$$

де M_{∂} – середньодобове споживання сировини та матеріалів, грн.;

$T_{\text{пост}}$ – інтервал поставки в днях (приймається в межах 15–30 днів).

Середньодобове споживання матеріалів визначається як вартість річної потреби в основних та допоміжних матеріалах, сировині, запасних частинах, інвентарю, спецодягу тощо, розділених на 360 (де 360 – розрахункове число днів за рік).

Таблиця 12.1. Розрахунок капіталовкладень в устаткування (умовний приклад)

<i>Найменування устаткування, його модель або технічна характеристика</i>	<i>Кількість, одиниць</i>	<i>Вартість за одиницю, тис. ум. од.</i>	<i>Загальна вартість, тис. ум. од.</i>	<i>Витрати на транспортування та монтаж, тис. ум. од.</i>	<i>Всього, тис. ум. од.</i>
1	2	3	4	5	6
Основне технологічне устаткування					
1. Піч індукційна ІАТ-0.4	6	46,2	277,2	69,3	346,5
2. Піч індукційна Neberterm – 0,3	4	90,1	360,4	90,1	450,5
3. Автоматизований комплекс лиття А71109	2	164,6	329,2	82,3	411,5
...	...	...	...	...	...
Разом основне технологічне устаткування					5102,7
Допоміжне та піднімально-транспортне устаткування					
1. Барабан галтувальний М313	2	16,8	33,6	8,4	42,0
2. Стенд сушки ковшів	2	3,8	7,6	1,9	9,5

Закінчення таблиці 12.1.

1	2	3	4	5	6
3. Ваги технічні ВПЦ-25	1	4,45	4,45	1,1	5,6
4. Монорельс з тельфером Q=2т	1	14,6	14,6	3,7	18,3
...	...	...	...	...	...
Разом допоміжне та піднімально-транспортне устаткування					1141,1
Загалом по цеху (виробничій дільниці)					6243,8

Величину всіх інших елементів загального нормативу оборотних коштів (транспортного, підготовчого запасів матеріалів; незавершеного виробництва; витрат майбутніх періодів; готової продукції) приймають на рівні 50% від розрахованого нормативу поточних запасів. Таким чином, загальний річний норматив оборотних коштів ($H_{\text{заг}}$) по об'єкту, що проектується, складе:

$$H_{\text{заг}} = 1,5 Z_{\text{м}}. \quad (12.2)$$

Таблиця 12.2. Усереднена вартість елементів будівельно-монтажних робіт

<i>Елементи будівельно-монтажних робіт</i>	<i>Вартість, ум. од./м³</i>
1. Виробничі будівлі	
1.1. Одноповерхові	250–400
1.2. Багатоповерхові	350–600
2. Водопостачання виробничих приміщень	3,0–4,0
3. Каналізація виробничих приміщень	2,5–3,5
4. Електропроводка виробничих приміщень	5,0–6,0
5. Вентиляція виробничих приміщень	7,0–8,0
9. Побутові приміщення	300–500
7. Водопостачання побутових приміщень	4,0–5,0
8. Каналізація побутових приміщень	9,0–12,0
9. Електропроводка побутових приміщень	5,0–7,0
10. Вентиляція побутових приміщень	7,0–9,0
11. Зовнішній благоустрій	5,0–10,0
12. Невраховані витрати	50–100

Після цього розраховують загальні капітальні вкладення в об'єкт, що проектується (табл. 12.3).

Таблиця 12.3. Розрахунок загальних капітальних вкладень

<i>Елементи цехових капіталовкладень</i>	<i>Сума</i>	
	<i>тис. ум. од.</i>	<i>%</i>
1. Будівлі:		
1.1. Виробничі	...	...
1.2. Побутові	...	...
2. Устаткування		
2.1. Основне технологічне	...	...
2.2. Допоміжне та піднімально-транспортне	...	...
3. Норматив оборотних коштів	...	...
Всього капіталовкла-день у виробничі фонди	...	100%

12.2. Визначення планової собівартості одиниці продукції для окремих цехів і дільниць

З метою визначення ефективності запроєктованого виробництва певного виду продукції розраховують її собівартість, яка являє собою грошове вираження витрат підприємства на виробництво і реалізацію цієї продукції. Процес обчислення собівартості окремих видів продукції називають калькулюванням.

На підприємствах найчастіше застосовується така номенклатура калькуляційних статей цехових витрат:

- 1) сировина і матеріали (за вирахуванням зворотних відходів, браку);
- 2) паливо та енергія на технологічні цілі;
- 3) основна заробітна плата технологічних робітників;
- 4) додаткова заробітна плата технологічних робітників;
- 5) відрахування на соціальні заходи;
- 6) витрати на утримання і експлуатацію устаткування;
- 7) загальновиробничі витрати;
- 8) втрати внаслідок технічно неминучого браку;
- 9) інші виробничі витрати;
- 10) адміністративні витрати;
- 11) витрати на підготовку та освоєння нового виробництва;
- 12) позавиробничі витрати на транспортування і збут продукції.

Сума перших дев'яти статей становить виробничу (технологічну) собівартість, а сума всіх 12 статей – повну собівартість виготовленої продукції.

Для кожного об'єкту калькулювання вибирається калькуляційна одиниця – одиниця його кількісного вимірювання. Калькуляційні одиниці наведено в табл. 12.4.

На стадії проектування складається планова калькуляція собівартості продукції, яка дозволяє здійснити техніко-економічне обґрунтування проектної технології, продукції цеху чи виробничої дільниці та аналіз резервів підвищення її ефективності.

Таблиця 12.4. Рекомендовані калькуляційні одиниці
для окремих виробництв

<i>Виробнича сфера машинобудування</i>	<i>Рекомендовані калькуляційні одиниці</i>
Механічне оброблення	один кілограм, один виріб, параметри оброблення
Порошкова металургія, виробництво спечених виробів та композиційних матеріалів	одна тонна
Ливарне виробництво чорних та кольорових сплавів	одна тонна, один виріб
Нанесення спеціальних покриттів на вироби	один виріб, один кв. дециметр поверхні виробу
Термічне та хіміко-термічне оброблення	одна тонна, один виріб

12.3. Цехові витрати на сировину та матеріали

Витрати на сировину та матеріали розраховуються як сума добутків норм витрат різних видів сировини й матеріалів (за даними матеріальних балансів) та вартості одиниці відповідних видів сировини й матеріалів. Виконані розрахунки оформлюють за формою (табл. 12.5).

12.4. Цехові витрати на паливо та енергію

До статті калькуляції витрат на паливо та енергію відносять вартість річних затрат технологічних енергоносіїв: електроенергії, природного газу, пари, стиснутого повітря, гарячої води та інших носіїв енергії. Суму витрат обчислюють відповідно до норм витрат певних видів енергоресурсів і діючих тарифів та цін.

У разі відсутності норм витрат електроенергії використовують розрахунковий метод, за яким витрату цього виду ресурсів визначають за встановленою потужністю приймачів, планового фонду часу роботи відповідного устаткування та коефіцієнта втрат електроенергії.

Таблиця 12.5. Розрахунок вартості сировини основних і допоміжних матеріалів на річну виробничу програму

<i>Найменування видів сировини і матеріалів</i>	<i>Одиниця виміру</i>	<i>Норма витрат на одиницю продукції</i>	<i>Витрати на річну програму</i>	<i>Оптова ціна за одиницю, ум. од.</i>	<i>Коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати</i>	<i>Сума на річну потребу, ум. од.</i>
Сировина та основні матеріали						
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
Разом вартість сировини та основних матеріалів						...
Допоміжні (технологічні) матеріали						
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
Разом вартість допоміжних (технологічних) матеріалів						...
Всього вартість сировини та матеріалів						...

Значення коефіцієнта, що враховує додаткові транспортно-заготівельні витрати, рекомендується приймати на рівні 1,1–1,2.

12.5. Основна та додаткова заробітна плата технологічних робітників

Стаття «Основна заробітна плата технологічних робітників» містить витрати на оплату праці за тарифними ставками, відрядними розцінками та посадовими окладами робітників, безпосередньо зайнятих виконанням технологічних операцій з виготовлення продукції.

Стаття «Додаткова заробітна плата технологічних робітників» включає премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій; надбавки й компенсаційні виплати, передбачені чинним законодавством. Визначається на рівні 20–50% від величини основної заробітної плати.

Професійно-кваліфікаційний склад технологічних робітників визначають за даними підприємства або за нормами обслуговування технологічного обладнання (методом розстановки по робочим місцям). Вказана чисельність робітників вважається розстановочним штатом.

Для визначення облікового штату розстановочна чисельність збільшується на коефіцієнт 1,2, який враховує додаткову чисельність персоналу на компенсацію чергових та додаткових відпусток, хвороб, скорочення робочого дня та інших втрат робочого часу.

Плановий річний фонд робочого часу одного робітника визначається шляхом складання планового балансу робочого часу. Значення його знаходиться в межах 1650–1700 годин при 8-ми годинній робочій зміні.

12.6. Відрахування на соціальні заходи

Стаття містить відрахування на обов'язкове державне пенсійне страхування, соціальне страхування, страхування на випадок безробіття та страхування від нещасного випадку на виробництві і профзахворювань.

Загальний відсоток відрахувань на соціальні заходи для підприємств машинобудування становить близько 38,7% від суми основної та додаткової заробітної плати.

12.7. Витрати на утримання і експлуатацію устаткування

Стаття «Витрати на утримання і експлуатацію устаткування» є комплексною й охоплює амортизаційні відрахування на повне відтворення виробничого устаткування, піднімально-транспортних засобів; витрати на проведення усіх видів ремонту та міжремонтного обслуговування.

Норматив витрат на цю статтю встановлюється кожним підприємством у відсотках до статті «Основна заробітна плата технологічних робітників» або до балансової вартості всього технологічного, допоміжного та піднімально-транспортного устаткування. У разі відсутності даних підприємства-аналога, цей норматив можна приймати на рівні 50% від розрахованої суми капіталовкладень у даний вид основних засобів (табл. 12.1).

Питання для самоперевірки:

1. Структура визначення ефективності розроблення проєктів виробничих цехів.
2. Структура визначення ефективності розроблення проєктів виробничих дільниць.
3. Структура визначення ефективності розроблення проєктів робочих місць.
4. З чого складаються капітальні вкладення у об'єкт, який проєктується?
5. Порядок розрахунку ефективності капітальних вкладень в устаткування та піднімально-транспортні засоби.
6. Як визначити капітальні вкладення у виробничі будівлі та споруди?
7. Які види коштів забезпечують безперервну виробничу діяльність цеху чи дільниці?
8. З якою метою призначається норматив оборотних коштів цеху чи дільниці?
9. Як визначити поточний запас матеріалу?

10. На який період встановлюється поточний запас матеріалу для цеху або дільниці?
11. Як визначити середньодобове споживання матеріалів цеху чи дільниці?
12. Як визначити загальний річний норматив оборотних коштів цеху чи дільниці?
13. Елементи цехових капіталовкладень.
14. Як визначити повну собівартість, виготовленої в цеху або на дільниці продукції?
15. Номенклатура калькуляційних статей цехових витрат.
16. На якому етапі життєвого циклу розраховується планова калькуляція собівартості продукції?
17. Як розраховуються цехові витрати на сировину та матеріали?
18. Як розраховуються цехові витрати на паливо та енергію?
19. Які методи використовуються для розрахунку норм витрат на паливо та енергію?
20. Елементи витрат на основну та додаткову заробітну плату технологічних робітників.
21. Як визначається розстановочний штат цеху або дільниці?
22. Як визначається плановий річний фонд робочого часу одного робітника?
23. Елементи витрат на утримання і експлуатацію устаткування.
24. Які показники визначають нормативи витрат на утримання і експлуатацію устаткування?
25. Як визначається плановий баланс робочого часу одного робітника?

Тема 13. Техніко-економічні показники ефективності розроблення програмного продукту

13.1. Методи розрахунку ефективності витрат на розроблення програм.

13.2. Методи розрахунку ціни програмного продукту.

13.3. Розрахунок ефективності витрат на розроблення і налагодження програм для верстатів з ЧПК.

13.4. Розрахунок ефективності капітальних вкладень в програмні продукти.

13.5. Розрахунок і порівняння експлуатаційних витрат.

13.6. Зведені техніко-економічні показники ефективності розроблення програмного продукту.

13.1. Методи розрахунку ефективності витрат на розроблення програм

Техніко-економічне обґрунтування ефективності програмного продукту для технологічних процесів і інженерних рішень проявляється в наступному:

1. Пряме підвищення ефективності полягає в економії витрат часу за рахунок вивільнення працівників від облікових і виробничих функцій при роботі з програмним продуктом, підвищенні продуктивності праці працівників, а значить – можливості їх відносного вивільнення, зниженні витрат на оброблення інформації, що визначається шляхом прямого зіставлення сукупних поточних витрат до і після застосування програмного продукту.

2. Побічне підвищення ефективності полягає у покращенні якості і поліпшенні організації управління (обліку та аналізу), скорочення термінів складання звітності та отримання оперативної інформації за рахунок швидкості оброблення даних в режимі реального часу, виключення помилок і контроль правильності заповнення технічної документації, зручність інтерфейсу.

Річний економічний ефект від запровадження програмних продуктів визначається за формулою:

$$E_p = \Pi_y - E \times I, \quad (13.1)$$

де Π_y – приріст умовного прибутку, отриманого в результаті автоматизації, грн.;

E – коефіцієнт ефективності, рівний ставці за кредити на ринку довгострокових кредитів;

I – розмір інвестицій (капітальних вкладень), необхідних для автоматизації і впровадження програмного продукту, грн.

Очікуваний приріст прибутку в результаті впровадження програмного продукту натомість ручного її розрахунку укрупнено може бути визначений за формулою:

$$\Pi_y = (З_p - З_m) \times (1 - C_{nn}), \quad (13.2)$$

де $З_p$ – річні експлуатаційні витрати при ручному обробленню інформації, грн.;
 $З_m$ – річні поточні затрати, пов'язані з експлуатацією програмного продукту, грн.;
 C_{nn} – ставка податку на прибуток, %.

Термін повернення інвестицій у програмний продукт визначається за формулою:

$$T_n = \frac{I}{\Pi_y}, \quad (13.3)$$

де Π_y – приріст умовного прибутку, отриманого в результаті автоматизації, грн.;
 I – розмір інвестицій (капітальних вкладень), необхідних для автоматизації і впровадження програмного продукту, грн.

13.2. Методи розрахунку ціни програмного продукту

Затрати на оплату працівників, задіяних в розробленні програмного продукту дорівнюють:

$$З_p = \Pi_p \times k \times t_{cn} \times (1 + q) \times (1 + a) \times (1 + b), \quad (13.4)$$

де Π_p – працемісткість разового вирішення задачі вручну, люд-год.;
 k – періодичність рішення задачі протягом року, раз./рік;
 t_{cn} – середньогодинна ставка працівника, який здійснює ручний розрахунок завдання, грн.;
 q – коефіцієнт, який враховує відсоток премій;
 a – коефіцієнт, що враховує додаткову зарплату;
 b – коефіцієнт, що враховує відрахування на соціальні потреби від заробітної плати.

Нормативна працемісткість разового вирішення задачі вручну (Π_p) визначається по окремих елементах витрат робочого часу за формулою:

$$\Pi_p = T_o + T_\partial + T_{nz} + T_{відн}, \quad (13.5)$$

де T_o – основний час, хв.;
 T_∂ – допоміжний час, хв.;
 T_{nz} – підготовчо-заклучний час, хв.;
 $T_{відн}$ – час на відпочинок і особисті потреби, хв.

Середньогодинна тарифна ставка працівника, який здійснює ручний рахунок завдання, визначається на основі тарифної сітки і встановленого в організації розміру тарифної ставки працівника 1 розряду за місяць, за наступною формулою:

$$t_{cp} = \frac{TC_i \times TK_i}{F_{роб}}, \quad (13.6)$$

де TC_i – тарифна ставка робітника i розряду за місяць, грн.;

TK_i – тарифний коефіцієнт робітника i -го розряду;

$F_{роб}$ – ефективний фонд часу роботи робочого в місяць, год.

Розрахунок витрат часу здійснюється на основі поелементних нормативів часу на виконання окремих операцій ручного рішення задачі та оформлений в таблиці 13.1.

Таблиця 13.1. Розрахунок нормативної працемісткості разового рішення проєктного завдання

Нормований час	Умови розрахунку		Працемісткість, хв.
Основний час, T_o	Сумується складання витрат часу		5,18
Допоміжний час, T_d	Самоконтроль	– час на контроль 1 стор. – 4 хв.; – кількість контрольованих стор. – 1; – прийняття рішення про готовність – 0,1 хв.	4,1
	Всього допоміжний час, T_B		4,1
Оперативний час, T_{on}	$T_{on} = T_o + T_d$		9,28
Підготовчо-заключний час, $T_{пз}$	Загальне осмислення задачі		3
	Прийом-здача закінченої роботи	– час на перевірку 1 стор. – 4 хв.; – кількість контрольованих стор. – 1.	4
	Разом підготовчо-заключний час, $T_{пз-з}$		7
На відпочинок і особисті потреби, $T_{відп}$	5% від $(T_{on} + T_{пз})$		0,814
Разом нормативна працемісткість	$T = T_{on} + T_{пз} + T_{відп}$		17,09

13.3. Розрахунок ефективності витрат на розроблення і налагодження програм для верстатів з ЧПК

Річні поточні витрати, пов'язані з експлуатацією програмного продукту, визначаються за формулою:

$$Z_{ne} = Z_n + Z_e, \quad (13.7)$$

де Z_n – затрати на оплату праці користувача програми з відрахуванням на соціальні потреби, грн.;

Z_e – затрати на утримання і експлуатацію ЕОМ при рішенні задачі, грн.

Затрати на оплату праці користувача програмного продукту з відрахуванням на соціальні потреби визначається, виходячи з часу рішення задачі на ЕОМ згідно формули:

$$Z_n = T_3 \times k \times t_{cc} \times (1 + q) \times (1 + a) \times (1 + b), \quad (13.8)$$

де T_3 – час рішення задачі на ЕОМ, год;

t_{cc} – середньогодинна ставка працівника-користувача програмним продуктом, грн.;

k – періодичність рішення задачі протягом року, раз/рік;

q – коефіцієнт, який враховує відсоток премій;

a – коефіцієнт, що враховує додаткову зарплату;

b – коефіцієнт, що враховує відрахування на соціальні потреби від заробітної плати.

Час рішення задачі на ЕОМ визначається за формулою:

$$T_3 = \frac{(T_{вв} + T_p + T_{вив}) \times (1 + d_{нз})}{60}, \quad (13.9)$$

де $T_{вв}$ – час вводу в ЕОМ вихідних даних, необхідних для рішення задачі, хв.;

T_p – час обрахунків, хв.;

$T_{вив}$ – час виводу результатів рішення задачі, хв.;

$d_{нз}$ – коефіцієнт, який враховує підготовчо-заключний час.

Час виводу вихідних даних, необхідних для рішення задачі, можна визначити за формулою:

$$T_{вв} = \frac{K_z \times H_z}{100}, \quad (13.10)$$

де K_z – середня кількість знаків, набраних з клавіатури при вводі вихідних даних;

H_z – норматив набору 100 знаків, хв.

Затрати на утримання та експлуатацію ЕОМ при вирішенні завдання визначають за такою формулою:

$$Z_e = T_3 \times k \times S_{mz}, \quad (13.11)$$

де S_{mz} – вартість 1 машино-години роботи ЕОМ, грн.

Вартість машино-години роботи ЕОМ визначається за формулою:

$$S_{mz} = C_e + \frac{A_{EOM} + P_{EOM} + H_n}{\Phi_{EOM}}, \quad (13.12)$$

де C_e – витрати на електроенергію за час роботи ЕОМ, грн.;

A_{EOM} – річна величина амортизаційних відрахувань від вартості ЕОМ, грн.;

P_{EOM} – річні затрати на ремонт і технічне обслуговування ЕОМ, грн.;

H_n – річна величина податку на нерухомість, грн.;

Φ_{EOM} – річний фонд часу роботи ЕОМ, год.

Витрати на електроенергію за годину роботи визначаються за формулою:

$$C_e = N_e \times k_{en} \times C_e, \quad (13.13)$$

де N_e – потужність споживання електроенергії ЕОМ, кВт;

k_{en} – коефіцієнт використання енергоустановок по потужності;

C_e – вартість 1 кВт-години електроенергії, грн.

Річна величина амортизаційних відрахувань від вартості ЕОМ визначається за формулою:

$$A_{EOM} = \frac{C_{\delta EOM} \times H_{aEOM}}{100}, \quad (13.14)$$

де H_{aEOM} – норма амортизаційних відрахувань від вартості ЕОМ;

$C_{\delta EOM}$ – балансова вартість ЕОМ, грн.

Норма амортизаційних відрахувань від вартості ЕОМ визначається за формулою:

$$H_{aEOM} = \frac{100\%}{T_{cl}}, \quad (13.15)$$

де T_{cl} – термін служби ЕОМ, років;

$$H_{aEOM} = \frac{100\%}{5} = 20 \%.$$

Річні витрати на ремонт і технічне обслуговування ЕОМ укрупнено визначаються за формулою:

$$P_{EOM} = \Pi_{\delta EOM} \times k_p, \quad (13.16)$$

де k_p – коефіцієнт, який враховує витрати на ремонт і технічне обслуговування ЕОМ;
 $\Pi_{\delta EOM}$ – балансова вартість ЕОМ, грн.

Величина податку на нерухомість визначається за формулою:

$$H_n = (\Pi_{\delta EOM} + \Pi_{\delta пл}) \times C_{nn}, \quad (13.17)$$

де C_{nn} – ставка податку на нерухомість, %.

$\Pi_{\delta EOM}$ – балансова вартість ЕОМ, грн.;

$\Pi_{\delta пл}$ – балансова вартість площ, грн.

Річний фонд часу роботи ЕОМ визначається, виходячи з режиму її роботи, і розраховується за формулою:

$$\Phi_{EOM} = t_{cz} \times T_{cp}, \quad (13.18)$$

де t_{cz} – середньодобове фактичне завантаження ЕОМ, год.;

T_{cp} – середня кількість днів роботи ЕОМ на рік, днів;

$$\Phi_{EOM} = 8 \times 250 = 2000 \text{ годин.}$$

13.4. Розрахунок ефективності капітальних вкладень в програмні продукти

Сукупні одноразові витрати (інвестиції) на розроблення та впровадження програмного продукту визначаються за формулою:

$$I = C, \quad (13.19)$$

де C – повна собівартість розроблення програмного продукту, грн.

У собівартість розроблення програмного продукту включаються витрати на оплату праці розробника програмного продукту з відрахуваннями на соціальні потреби, витрати на налагодження програмного продукту в процесі його створення та накладні витрати проєктної організації:

$$C = Z_n + Z_{нал} + Z_n, \quad (13.20)$$

де Z_n – затрати на оплату праці розробника програмного продукту з відрахуваннями на соціальні потреби, грн.;

$Z_{нал}$ – затрати на налагодження програмного продукту, грн.;

Z_n – накладні затрати проєктної організації, грн.

$$C = 536216 + 4880,1 + 643459 = 1184555 \text{ грн.}$$

Затрати на оплату праці розробника програмного продукту з відрахуваннями на соціальні потреби визначаються виходячи з працемісткості створення програмного продукту за формулою:

$$З_n = T_{роз} \times t_{cc} \times (1 + q) \times (1 + a) \times (1 + b), \quad (13.21)$$

де $T_{роз}$ – працемісткість розроблення програмного продукту, чол.-год.;

t_{cc} – середньогодинна ставка працівника користувача програмного продукту, грн.;

k – періодичність рішення задачі протягом року, раз/рік;

q – коефіцієнт, який враховує відсоток премій;

a – коефіцієнт, що враховує додаткову зарплату;

b – коефіцієнт, що враховує відрахування на соціальні потреби від заробітної плати.

Визначальним фактором витрат на оплату праці є працемісткість створення програмного продукту. Працемісткість розроблення програмного продукту може бути визначена: 1) на основі Типових норм часу для програмування задач ЕОМ; 2) укрупненим способом.

У другому випадку, коли розрахунок за Типовими нормами часу ускладнена, працемісткість розроблення програмного продукту може бути визначена укрупненим методом:

$$T_{роз} = T_{oa} + T_{бс} + T_n + T_{нал} + T_{др} + T_{до}, \quad (13.22)$$

де T_{oa} – працемісткість підготовки опису завдання і дослідження алгоритму рішення;

$T_{бс}$ – працемісткість розроблення блок-схеми алгоритму;

T_n – працемісткість розроблення блок-схеми алгоритму;

$T_{нал}$ – працемісткість налагодження програми на ЕОМ;

$T_{др}$ – працемісткість підготовки документації по завданню в рукописі;

$T_{до}$ – працемісткість редагування, друку та оформлення документації по завданню.

$$T_{роз} = 2,62 + 8,06 + 8,06 + 32,34 + 10,78 + 8,06 = 70.$$

Складові працемісткості визначаються за формулами:

$$T_{oa} = \frac{Q \cdot W}{(75 \dots 85) \cdot K}; \quad (13.23)$$

$$T_{oa} = \frac{161,7 \cdot 1,3}{80 \cdot 1} = 2,62;$$

$$T_{\delta c} = \frac{Q}{(20...25) \cdot K}; \quad (13.24)$$

$$T_{\delta c} = \frac{161,7}{20 \cdot 1} = 8,06;$$

$$T_n = \frac{Q}{(20...25) \cdot K}; \quad (13.25)$$

$$T_n = \frac{161,7}{20 \cdot 1} = 8,06;$$

$$T_{нал} = \frac{Q}{(4...5) \cdot K}; \quad (13.26)$$

$$T_{нал} = \frac{161,7}{5 \cdot 1} = 32,34;$$

$$T_{\partial p} = \frac{Q}{(15...20) \cdot K}; \quad (13.27)$$

$$T_{\partial p} = \frac{161,7}{15 \cdot 1} = 10,78;$$

$$T_{\partial o} = 0,75 \cdot T_{\partial p}; \quad (13.28)$$

$$T_{\partial o} = 0,75 \cdot 10,78 = 8,06;$$

де Q – умовне число операторів;

W – коефіцієнт збільшення витрат праці внаслідок недостатнього опису задачі;

K – коефіцієнт кваліфікації розробника.

Умовне число операторів програмного продукту розраховується за формулою:

$$Q = q \times C_l \times (1 + p), \quad (13.29)$$

де q – число операторів в програмі;

C_l – коефіцієнт складності програми;

p – коефіцієнт корегування програми в ході її розроблення.

$$Q = 70 \times 2,1 \times (1 + 0,1) = 161,7.$$

13.5. Розрахунок і порівняння експлуатаційних витрат

У собівартість програмного продукту включаються витрати на налагодження програмного продукту в процесі його створення. Вони розраховуються, виходячи з вартості машино-години роботи ЕОМ, на якій здійснювалась налагодження та часу відналагодження і визначаються за формулою:

$$Z_{нал} = T_{нал} \times S_{мг} \quad (13.30)$$

де $T_{нал}$ – працемісткість налагодження програми на ЕОМ, час;
 $S_{мг}$ – вартість машино-години роботи ЕОМ, грн.

$$Z_{нал} = 32,34 \times 150,9 = 4880,1 \text{ грн.}$$

Величина накладних витрат проєктної організації визначається за формулою:

$$Z_n = Z_n \times k_{нв}, \quad (13.31)$$

де $k_{нв}$ – коефіцієнт накладних витрат проєктної організації;
 Z_n – витрати на оплату праці розробника програмного продукту з відрахуваннями на соціальні потреби, грн.;

$$Z_n = 536216 \times 1,2 = 643459 \text{ грн.}$$

Розрахуємо прогнозований прибуток по створюваному програмному продукту як:

$$\Pi_n = \frac{C_n \cdot Y_{pp}}{100}, \quad (13.32)$$

де Y_{pp} – рівень рентабельності програмного продукту ($Y_{pp} = 30\%$).

Тоді отримаємо:

$$\Pi_n = \frac{1184555 \cdot 30}{100} = 355366 \text{ грн.}$$

Прогнозована ціна без податків (C_p) складається з повної собівартості програмного засобу та прогнозованого прибутку. Розраховується за формулою:

$$C_p = C_n + \Pi_n. \quad (13.33)$$

Отримано:

$$Ц_p = 1184555 + 355366 = 1539921 \text{ грн.}$$

$$O_m = \frac{Ц_p \cdot H_{ом}}{100 - H_{ом}}, \quad (13.34)$$

де $H_{ом}$ – норматив платежів в місцевий бюджет ($H_{ом} = 3\%$).

Тоді:

$$O_m = \frac{1539921 \cdot 3}{100 - 3} = 47626 \text{ грн.}$$

Ціна без податку на додану вартість являє собою суму собівартості, прибутку, платежів до місцевого бюджету:

$$Ц = Ц_p + O_m; \quad (13.35)$$

$$Ц = 1539921 + 47626 = 1587547 \text{ грн.}$$

На реалізацію створюваного програмного засобу пільги з податку на додану вартість (ПДВ) не поширюються. У зв'язку з цим ПДВ розраховується за формулою:

$$ПДВ = \frac{Ц \cdot H_{ПДВ}}{100}, \quad (13.36)$$

де $H_{ПДВ}$ – норматив податку на додану вартість ($H_{ПДВ} = 18\%$).

$$ПДВ = \frac{1587547 \cdot 18}{100} = 285758 \text{ грн.}$$

Прогнозована відпускна ціна ($Ц_o$) визначається за формулою:

$$Ц_o = Ц + ПДВ \quad (13.37)$$

$$Ц_o = 1587547 + 285758 = 1873305 \text{ грн.}$$

Прибуток, який залишається в розпорядженні організації-розробника, визначається за формулою:

$$\Pi_{\text{ч}} = \Pi_{\text{н}} - \frac{\Pi_{\text{н}} \cdot H_{\text{нп}}}{100}, \quad (13.38)$$

де $H_{\text{нп}}$ – норматив податку на прибуток ($H_{\text{нп}} = 24\%$).

Підставляючи дані, отримано:

$$\Pi_{\text{ч}} = 355366 - \frac{355366 \cdot 24}{100} = 270079 \text{ грн.}$$

Чистий прибуток від реалізації програмного продукту залишається організації-розробнику і являє собою економічний ефект від створення нового програмного засобу.

У таблиці 13.2 наведено дані про економічну ефективність впровадження програмного продукту, а на рис. 13.1 показано діаграму структури собівартості.

Висновок: проєкт окупається через 1,9 року, має високий рівень ефективності і резерв безпеки, економічно обґрунтований.

13.6. Зведені техніко-економічні показники ефективності розроблення програмного продукту

Комплекси програм створюються, експлуатуються і розвиваються в часі. Життєвий цикл програмних засобів включає в себе всі етапи розвитку: від виникнення потреби в програмі, визначенням цільового призначення, до повного припинення використання цього програмного продукту внаслідок його морального старіння або втрати необхідності розв'язання відповідних задач.

За тривалістю життєвого циклу програмні продукти можна розділити на два класи: з малим і великим часом життя. Цим класам програм відповідає гнучкий (м'який) підхід до їх створення і використання і жорсткий промисловий підхід регламентованого проєктування та експлуатації промислових виробів.

У наукових організаціях і вузах переважають розроблення програм першого класу. А в проєктних і промислових організаціях – другого.

Програми з малою тривалістю експлуатації створюються в основному для вирішення наукових і інженерних задач, для отримання конкретних результатів. Такі програми відносно не великі від 1 до 10000 команд.

Розробляються як правило одним фахівцем або маленькою групою, не призначені для тиражування і передачі для подальшого використання в інші колективи.

Життєвий цикл таких програм складається з тривалого інтервалу системного аналізу, форматизації проблеми, значного етапу проектування програм і відносно невеликого часу експлуатації і отримання результатів.

Вимоги пред'являються до функціональних і конструктивних характеристик, як правило, не формалізуються, відсутні оформлені випробування програм і показники їх якості контролюються тільки розробниками, відповідно з неформальними уявленнями.

Супровід і модифікація таких програм не потрібні і їх життєвий цикл завершується після отримання результатів обчислень. Основні витрати в життєвий цикл таких програм припадають на етапи системного аналізу і проектування, які тривають від місяця до одного або двох років. В результаті життєвий цикл рідко перевищує три роки, тобто основний час йде на аналіз і проектування.

Програми з великою тривалістю експлуатації створюються для регулярного оброблення інформації та управління в процесі функціонування складних обчислювальних систем. Розміри програмних засобів можуть змінюватися в широких межах (від 1 до нескінченності команд), проте всі вони мають властивість пізнаваності і можливості модифікації в процесі використання різними фахівцями. Програми такого класу допускають тиражування. Вони супроводжуються документацією як промислові вироби і являють собою самостійний програмний продукт.

Проектуванням і експлуатацією програмного засобу можуть займатися великі колективи фахівців, для чого необхідна формалізація технічних характеристик комплексу програм та їх компонент. А також формалізовані випробування і визначення досягнутих показників якості програмних засобів.

Життєвий цикл таких програмних засобів становить 10–20 років, з яких 70–90% приходить на експлуатацію та супровід. Внаслідок масового тиражування і тривалого супроводу сукупні витрати в процесі експлуатації і супроводження можуть значно перевищувати витрати на системний аналіз і проектування.

Життєвий цикл розглянутих програм включає в себе такі основні етапи: проектування, експлуатацію і супровід.

Системний аналіз у ході, якого визначаються потреби в програмному забезпеченні, його призначення, основні функціональні характеристики,

оцінюються витрати і можливу ефективність застосування такого комплексу програм.

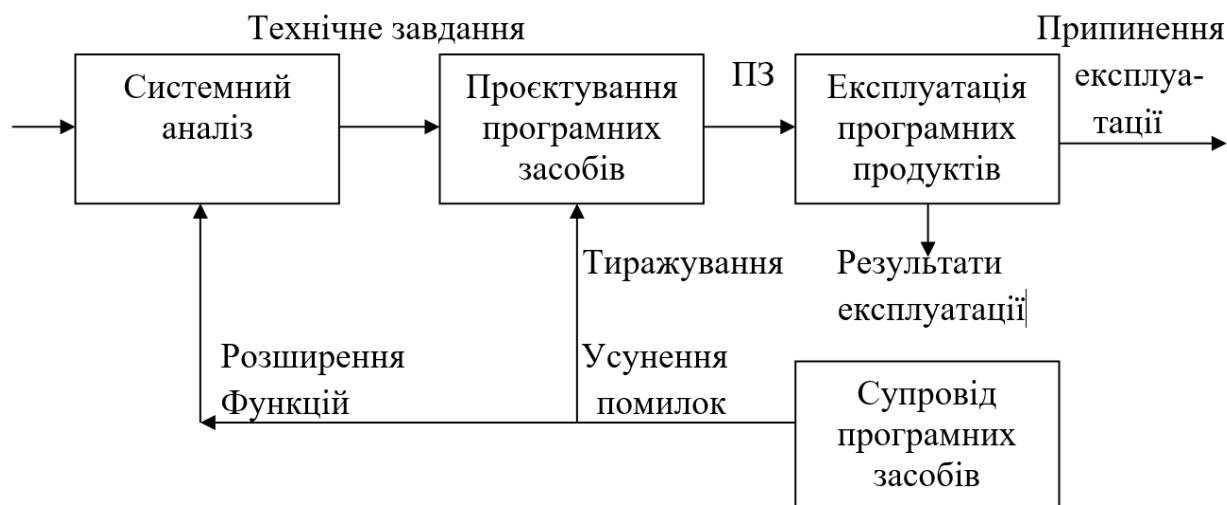


Рисунок 13.1. Етапи життєвого циклу програмних продуктів

Проектування програмних продуктів включає в себе розроблення структури комплексу і його компонентів, програмування модулів і ряд етапів налагодження, а також випробування та впровадження для регулярної експлуатації, створеної версії комплексу програм.

Експлуатація програмних засобів полягає у виконанні, функціонуванні програми на персональному комп'ютері, для оброблення інформації, отримання результатів, які є метою створення програмних засобів, а також у забезпеченні достовірності та надійності видаваних даних.

Супровід програмного продукту полягає в експлуатаційному обслуговуванні, розвитку функціональних можливостей і підвищенні експлуатаційних характеристик програм, тиражуванні, перенесенні комплексу програм на різні типи обчислювальних засобів.

Серед перерахованих етапів, найбільш специфічним, важко формалізованих і тісно пов'язаних з функціональним призначенням програмних засобів є етап системного аналізу. На цьому етапі формуються призначення та основні показники якості створюваних програм. Завдання, які вирішуються, практично повністю визначаються предметною областю системного аналізу, тому на даному етапі важко узагальнювати технологічні процеси та критерії якості при створенні різних типів програм.

Етапи проектування, експлуатації та супроводу розрізняються цілями, завданнями, методами і засобами.

Слід звернути увагу на особливість взаємодії етапу супроводу з етапами експлуатації та проектування, в якій супровід грає роль необхідної зворотного зв'язку від етапу експлуатації.

Як і будь-яка схема дій класичний життєвий цикл має переваги і недоліки. Переваги класичного життєвого циклу: дає план і часовий графік по всіх етапах проєкту, впорядковує хід конструювання.

Недоліки класичного життєвого циклу:

1. Реальні проєкти часто вимагають відхилення від стандартної послідовності кроків.
2. Цикл заснований на точній формулюванні вихідних вимог до програмного продукту (реально на початку проєкту вимоги замовника визначені частково).
3. Результати проєкту доступні замовнику лише в кінці роботи.

Питання для самоперевірки:

1. Методи розрахунку ефективності витрат на розроблення програмних продуктів.
2. В чому полягає пряме підвищення ефективності програмних продуктів?
3. В чому полягає побічне підвищення ефективності програмних продуктів?
4. Зміст коефіцієнту ефективності використання програмних продуктів.
5. Як визначається термін повернення інвестицій у програмний продукт?
6. Методи розрахунку ціни програмного продукту.
7. Як визначається нормативна працємісткість розроблення програмних продуктів?
8. Послідовність розрахунку ефективності витрат на розроблення й налагодження програм для верстатів з ЧПК.
9. Послідовність розрахунку ефективності капітальних вкладень в програмні продукти.
10. Як розраховуються сукупні одноразові витрати (інвестиції) на розроблення та впровадження програмного продукту?
11. Які статті витрат входять в розрахунок собівартості програмних продуктів?
12. Методи визначення працємісткості створення програм?
13. Складові елементи розрахунку працємісткості створення програмних засобів укрупненим методом.
14. Як розрахувати умовне число операторів програмного продукту?
15. Як визначити коефіцієнт складності програм?

16. Методи визначення працемісткості налагодження програмного продукту.
17. Від чого залежить прогнозований прибуток по створюваному програмному продукту?
18. Як визначається рівень рентабельності програмного продукту?
19. Етапи життєвого циклу програмних засобів.
20. Класифікація програмних продуктів за тривалістю життєвого циклу.
21. Область застосування та ефективність програм першого та другого класів.
22. Призначення програм з великою тривалістю експлуатації, розрахунок їх ефективності.
23. Етапи проєктування програмних продуктів для потреб виробництва.
24. Методи і засоби проєктування, експлуатації та супроводу програмних засобів.

Тема 14. Основні напрямки підвищення ефективності інженерних рішень в машинобудуванні

14.1. Оцінка системи показників ефективності.

14.2. Чинники зростання ефективності виробництва (діяльності підприємства).

14.3. Напрямки реалізації внутрішніх і зовнішніх чинників підвищення ефективності.

14.4. Основні напрямки підвищення ефективності технологічних процесів машинобудівного виробництва.

14.1. Оцінка системи показників ефективності

Процес вимірювання очікуваного чи досягнутого рівня ефективності інженерних рішень у діяльності підприємства (організації) методологічно пов'язаний передовсім із визначенням належного критерію і формуванням відповідної системи показників.

Критерій – це головна відмітна ознака й визначальна міра вірогідності пізнання суті ефективності виробництва (діяльності) до яких здійснюється кількісна оцінка рівня цієї ефективності. Правильно сформульований критерій має якнайповніше характеризувати суть ефективності як економічної категорії і бути єдиним для всіх ланок суспільного виробництва чи господарської діяльності.

Суть проблеми підвищення ефективності виробництва (діяльності) полягає в тому, щоб на кожен одиницю ресурсів (витрат) – трудових, матеріальних і фінансових – досягати максимально можливого збільшення обсягу виробництва (доходу, прибутку). Виходячи з цього, єдиним макроекономічним критерієм ефективності виробництва (діяльності) стає зростання продуктивності суспільної (живої та уречевленої) праці. Кількісна визначеність і зміст критерію відображаються в конкретних показниках ефективності виробничо-господарської та іншої діяльності суб'єктів господарювання.

Формуючи систему показників ефективної діяльності суб'єктів господарювання, доцільно дотримуватися певних принципів, а саме:

- забезпечення органічно взаємозв'язку критерію та системи конкретних показників ефективності діяльності;
- відображення ефективності використання всіх видів застосовуваних у діяльності ресурсів;

– можливості застосування показників ефективності до управління різними ланками виробництва на підприємстві (діяльності в організації);

– виконання провідними показниками стимулюючої функції в процесі використання наявних резервів зростання ефективності виробництва (діяльності).

Система показників ефективності виробництва (діяльності), що побудовано на підставі зазначених принципів, має включати кілька груп:

- 1) узагальнюючі показники ефективності виробництва (діяльності);
- 2) показники ефективності використання праці (персоналу);
- 3) показники ефективності використання виробничих (основних та оборотних) фондів;
- 4) показники ефективності використання фінансових коштів (оборотних коштів та інвестицій).

Кожна з цих груп включає певну кількість конкретних абсолютних чи відносних показників, що характеризують загальну ефективність господарювання або ефективність використання окремих видів ресурсів (табл. 14.1).

Для всебічної оцінки рівня й динаміки абсолютної економічної ефективності виробництва, результатів виробничо-господарської та комерційної діяльності підприємства (організації) поряд із наведеними основними варто використовувати також і специфічні показники, які відображають ступінь використання кадрового потенціалу, виробничих потужностей, устаткування, окремих видів матеріальних ресурсів тощо. Конкретні види ефективності можуть виокремлюватися не лише за різноманітністю результатів (ефектів) діяльності підприємства (організації), а й залежно від того, які ресурси (застосовувані чи споживані) беруться для розрахунків. Застосовувані ресурси – це сукупність живої та уречевленої праці, а споживані – це поточні витрати на виробництво продукції (надання послуг).

У зв'язку з цим у практиці господарювання варто виокремлювати також ефективність застосовуваних і споживаних ресурсів як специфічні форми прояву загальної ефективності виробництва (діяльності). У даному разі мова йдеться про так звані ресурсні та витратні підходи до визначення ефективності із застосуванням відповідних типів показників.

Узагальнюючий показник ефективності застосовуваних ресурсів підприємства (організації) можна розрахувати, користуючись формулою:

$$E_{зр} = \frac{V_{чп}}{Ч_n + (\Phi_{ос} + \Phi_{об})k_{пен}}, \quad (14.1)$$

де $E_{зр}$ – ефективність застосовуваних ресурсів, тобто рівень продуктивності суспільної (живої та уречевленої) праці;

$V_{чп}$ – обсяг чистої продукції підприємства;

$Ч_n$ – чисельність працівників підприємства;

$\Phi_{ос}$ – середньорічний обсяг основних фондів за відновною вартістю;

$\Phi_{об}$ – вартість оборотних фондів підприємства;

$k_{пен}$ – коефіцієнт повних витрат праці, що визначається на макрорівні як відношення чисельності працівників у сфері матеріального виробництва до обсягу утвореного за розрахунковий рік національного доходу і застосовується для перерахунку уречевленої у виробничих фондах праці в середньорічну чисельність працівників.

Таблиця 14.1. Система показників ефективності виробництва (діяльності) первинних суб'єктів господарювання

Узагальнюючі показники	Показники ефективності використання		
	Праці (персоналу)	Виробничих фондів	Фінансових коштів
1	2	3	4
•Рівень задоволення потреб ринку	•Темпи зростання продуктивності праці	•Загальна фондівдача (за обсягом продукції)	•Оборотність оборотних коштів
• Виробництво чистої продукції на одиницю витрат ресурсів	•Частка приросту продукції за рахунок зростання продуктивності праці	•Фондовіддача активної частини основних фондів	•Рентабельність оборотних коштів
•Прибуток на одиницю загальних витрат	•Відносне вивільнення працівників	•Рентабельність основних фондів	•Відносне вивільнення оборотних коштів

Закінчення таблиці 14.1

1	2	3	4
•Рентабельність виробництва	•Коефіцієнт використання корисного фонду робочого часу	•Фондомісткість одиниці продукції	•Питомі капітальні вкладення (на одиницю приросту потужності або продукції)
•Витрати на одиницю товарної продукції		•Матеріало-місткість одиниці продукції	
•Частка приросту продукції за рахунок інтенсифікації виробництва	•Працемісткість одиниці продукції	• Коефіцієнт використання найважливіших видів сировини і матеріалів	•Рентабельність інвестицій
•Народногосподарський ефект використання одиниці продукції	•Зарплато-місткість одиниці продукції		•Термін окупності вкладених інвестицій

Узагальнюючим показником ефективності споживаних ресурсів може бути показник витрат на одиницю товарної продукції, що характеризує рівень поточних витрат на виробництво і збут виробів (рівень собівартості). Як відомо, до собівартості продукції споживані ресурси включаються у вигляді оплати праці (персонал), амортизаційних відрахувань (основні фонди і нематеріальні активи) і матеріальних витрат (оборотні фонди).

3-поміж узагальнюючих показників ефективності виробництва (діяльності) того чи того первинного суб'єкта господарювання виокремлюють насамперед відносний рівень задоволення потреб ринку. Він визначається як відношення очікуваного або фактичного обсягу продажу товарів (надання послуг) суб'єктом господарювання до виявленого попиту споживачів.

До важливих узагальнюючих показників ефективності виробництва (діяльності) належить також частка приросту продукції за рахунок інтенсифікації виробництва. Це зумовлюється тим, що за ринкових умов господарювання вигіднішим економічно й соціально є не екстенсивний (через збільшення застосовуваних ресурсів), а саме інтенсивний (за рахунок ліпшого використання наявних ресурсів) розвиток виробництва.

Визначення частки приросту продукції за рахунок інтенсифікації виробництва здійснюється за формулою:

$$c_{int} = 100 \left(1 - \frac{\Delta P_3}{\Delta t_g} \right), \quad (14.2)$$

де c_{int} – частка приросту обсягу продукції, зумовлена інтенсифікацією виробництва;

ΔP_3 – приріст застосовуваних ресурсів за певний період (розрахунковий рік), %;

Δt_g – приріст обсягу виробництва продукції за той же період (рік), %.

Умовний приклад визначення частки приросту обсягу продукції за рахунок інтенсифікації виробництва наведено в табл. 14.2.

Таблиця 14.2. Визначення частки приросту обсягу продукції за рахунок інтенсифікації виробництва

Показник	Період	
	Базисний	Розрахунковий
1. Обсяг виробництва продукції, тис. ум. од.	20000	24000
2. Приріст обсягу виготовленої продукції, % $\left(\frac{24000 - 20000}{20000} \cdot 100 \right)$	×	20
3. Розрахунковий коефіцієнт повних затрат праці, частка одиниці	0,18	0,18
4. Чисельність працівників підприємства, осіб	1800	2000
5. Основні фонди за відновною вартістю, тис. ум. од.	15000	16500
6. Оборотні фонди, тис. ум. од.	3000	3450
7. Сума основних і оборотних фондів, тис. ум. од.	18000	19950
8. Ресурси уречевленої праці в перерахунку на середньорічну чисельність працівників, осіб (18000 · 0,18; 19950 · 0,18)	3240	3591
9. Сукупні застосовувані ресурси, осіб (1800+3240; 2000+3591)	5040	5591
10. Приріст застосовуваних ресурсів у розрахунковому періоді, % $\left(\frac{5591 - 5040}{5040} \cdot 100 \right)$	×	10,9
11. Частка приросту обсягу продукції за рахунок інтенсифікації виробництва, % $[100 (1 - 10,9 / 20)]$	×	45,5

Народногосподарський ефект використання одиниці продукції як узагальнюючий показник ефективності того чи того виробництва обчислюється як приріст чистого прибутку (доходу), тобто як приріст загального ефекту (збільшення прибутку внаслідок зростання обсягу виробництва і продуктивності праці, економії експлуатаційних витрат та інвестиційних ресурсів тощо) за відрахуванням вартості придбаної (купленої) продукції виробничо-технічного призначення.

Щодо решти системи показників, диференційованих за видами ресурсів та наведених у табл. 14.2, то, по-перше, методику їх обчислення викладено в інших розділах цього підручника, а, по-друге, вони використовуються відповідно до заздалегідь визначеної цілі вимірювання ефективності та способів використання результатів такого вимірювання. Існують принаймні дві постійні цілі:

1) оцінка та узагальнення ефективності діяльності виробничих підрозділів і функціональних служб з наступним визначенням пріоритетних напрямків мотивації та реальних механізмів впливу на позитивну динаміку діяльності в майбутньому;

2) порівняння рівнів ефективності господарювання, досягнутих даним підприємством та його конкурентами на ринку, щоб запобігти зниженню престижу й конкурентоспроможності у сфері бізнесу.

Неухильне зростання соціальної ефективності є кінцевою метою багатоаспектної діяльності підприємств та організацій. З огляду на це, економічну ефективність відносно соціальної треба вважати проміжною. Рівень економічної результативності діяльності суб'єктів господарювання служить матеріально-фінансовою базою для розв'язання будь-яких соціальних проблем. З урахуванням саме цієї важливої обставини кожному підприємству (підприємцю) треба постійно оцінювати соціальну ефективність своєї діяльності.

Щоправда, об'єктивне оцінювання соціальної ефективності наражається на істотні труднощі, оскільки й досі бракує науково обґрунтованої і загальноновизнаної методики її визначення. Відтак допустимо спиратися на дещо інтуїтивне та емпіричне уявлення про принципові підходи до оцінки соціальної ефективності.

По-перше, соціальну ефективність треба визначати на двох рівнях:

1) локальному (на підприємстві та в організації стосовно міри задоволення конкретних соціальних потреб працівників);

2) муніципальному і загальнодержавному (стосовно міри соціального захисту людей і забезпечення соціальних потреб різних верств населення з боку місцевих органів влади та держави в цілому).

По-друге, важливе практичне значення має визначення рівня задоволення соціальних потреб працівників за рахунок фінансових коштів самого підприємства (організації). До соціальних потреб працівників, які може певною мірою задовольнити підприємство (організація), зокрема належать: збільшення розміру оплати праці понад встановлений державою мінімальний рівень заробітної плати; оплата значної частини вартості або надання безкоштовних путівок до лікувально-оздоровчих закладів; дотації закладам громадського харчування підприємства (організації); надання безповоротної позички на придбання житла і зведення дачних будиночків; будівництво та утримання власного житлового фонду, баз відпочинку, будинків (палаців) культури, лікарень, дитячих дошкільних закладів, спортивних споруд; забезпечення нормальних (безпечних для здоров'я) умов праці та належної охорони довкілля; направлення працівників у середні й вищі навчальні заклади з виплатою стипендій та оплатою навчання; стажування керівників і спеціалістів у зарубіжних фірмах; створення підсобних сільськогосподарських підприємств (цехів) тощо.

По-третє, оцінюючи соціальну ефективність, треба враховувати соціальні заходи, здійснювані за рахунок муніципального (місцевого) і загальнодержавного бюджетів, розмір яких формується під безпосереднім впливом податкових надходжень від суб'єктів господарювання. Основними з таких заходів є: установлення й регулювання мінімальної заробітної плати працівникам державних підприємств та організацій; встановлення й виплата пенсій, стипендій, допомоги багатодітним сім'ям, субсидій на житлово-комунальні послуги; індексація заробітної плати й пенсій відповідно до динаміки роздрібних цін і тарифів; регулювання продажних цін на певні види товарів і вартості комунальних послуг; бюджетне фінансування державних підприємств та організацій невиробничої сфери; реалізація муніципальних, регіональних і загальнодержавних соціальних програм тощо.

По-четверте, конкретне визначення рівня соціальної ефективності має охоплювати не тільки ті заходи, які піддаються кількісному вимірюванню, а й ті, щодо яких кількісне вимірювання прямого ефекту є неможливим. Стосовно таких заходів вимірювання соціальної ефективності полягає в обчисленні непрямого економічного ефекту і витрат на його досягнення з наступним їх порівнянням, а також у якісній характеристиці, більш-менш детальному словесному описі їхнього реального (можливого) впливу на результативність виробництва (діяльності) і життєвий рівень населення. Взагалі результати кількісного вимірювання соціальної ефективності завжди треба доповнювати якісними характеристиками заходів, що впливають на неї, і на цій підставі формулювати конкретні висновки щодо її рівня та динаміки.

14.2. Чинники зростання ефективності виробництва (діяльності підприємства)

Рівень економічної та соціальної ефективності виробництва (діяльності) залежить від багатьох чинників. Тому для практичного розв'язання завдань управління ефективністю важливого значення набуває класифікація чинників її зростання за певними ознаками. Класифікацію чинників зростання ефективності (продуктивності) виробничо-економічних та інших систем діяльності доцільно здійснювати за трьома ознаками:

- 1) видами витрат і ресурсів (джерелами підвищення);
- 2) напрямками розвитку та вдосконалення виробництва (діяльності);
- 3) місцем реалізації в системі управління виробництвом (діяльністю).

Саме таку класифікацію чинників зростання ефективності наведено на рис. 14.2.

Групування чинників за першою ознакою уможливорює достатньо чітко визначення джерел підвищення ефективності: зростання продуктивності праці і зниження зарплатомісткості продукції (економія затрат живої праці), зниження фондомісткості та матеріаломісткості виробництва (економія затрат уречевленої праці), а також раціональне використання природних ресурсів (економія затрат суспільної праці). Активне використання цих джерел підвищення ефективності виробництва (діяльності) передбачає здійснення комплексу заходів, які за змістом характеризують основні напрями розвитку та вдосконалення виробничо-комерційної діяльності суб'єктів господарювання (друга класифікаційна ознака). Визначальними напрямками є:

- 1) прискорення науково-технічного та організаційного прогресу (підвищення техніко-технологічного рівня виробництва; удосконалення структури виробництва, організаційних систем управління, форм і методів організації діяльності, її планування та мотивації);
- 2) підвищення якості й конкурентоспроможності продукції;
- 3) усебічний розвиток та вдосконалення зовнішньоекономічної діяльності суб'єктів господарювання.

Практично найбільш важливою треба вважати класифікацію чинників ефективності за місцем реалізації в системі управління діяльністю (третя ознака групування чинників). Особливо важливим є виокремлення внутрішніх (внутрішньогосподарських) і зовнішніх (народногосподарських) чинників, а також поділ низки внутрішніх чинників на так звані тверді і м'які.

Класифікація внутрішніх чинників на «тверді» і «м'які» є досить умовною, але широко використовуваною в зарубіжній практиці господарювання. Специфічну назву цих груп чинників запозичено з комп'ютерної термінології, відповідно до якої сам комп'ютер називається «твердим товаром», а програмне

забезпечення – «м'яким товаром». За аналогією «твердими» чинниками називають ті, які мають фізичні параметри і піддаються вимірюванню, а «м'якими» – ті, що їх не можна фізично відчути, але вони мають істотне значення для економічного управління діяльністю трудових колективів.

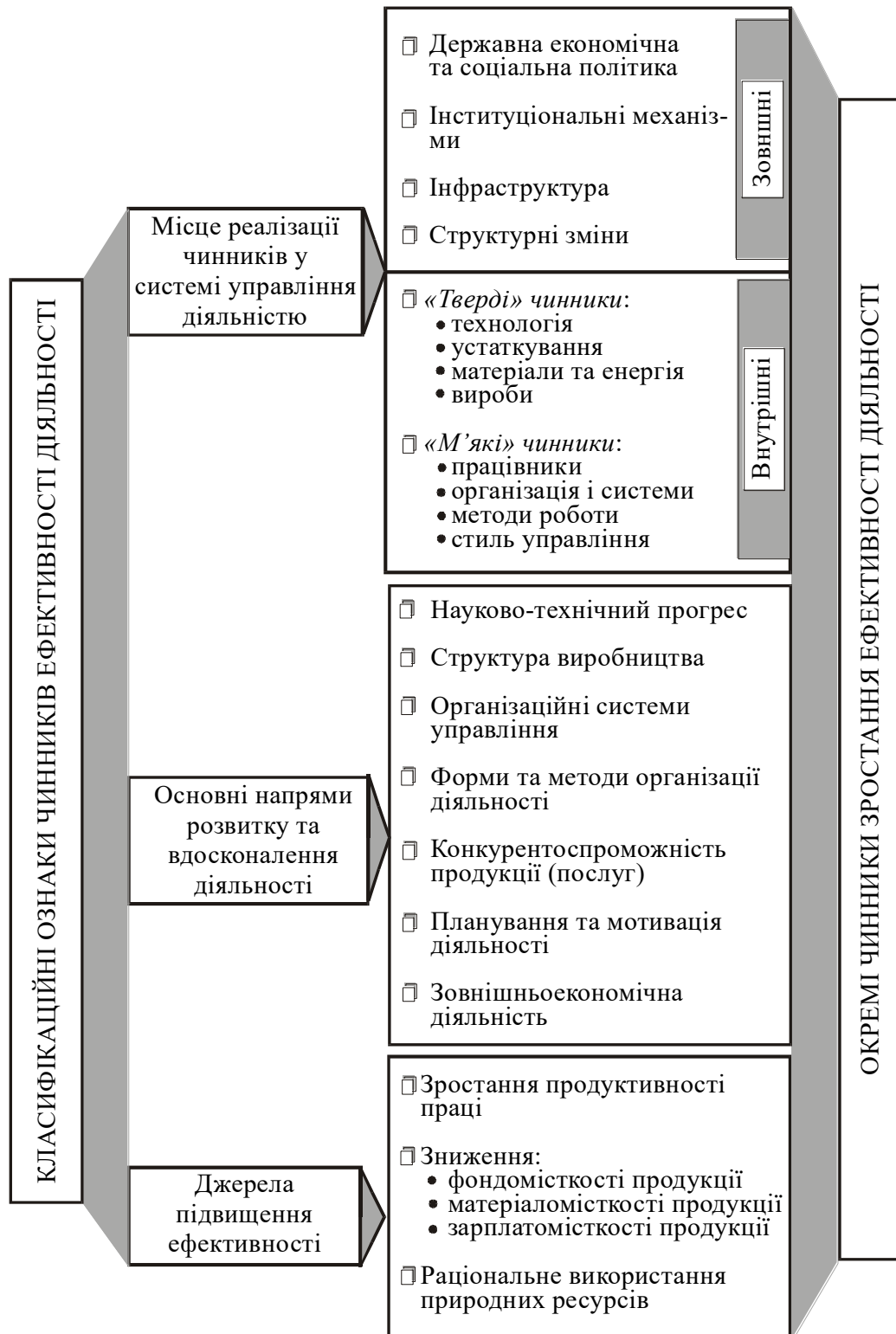


Рисунок 14.2. Інтегрована модель і класифікація чинників ефективності діяльності первинних суб'єктів господарювання

14.3. Напрямки реалізації внутрішніх і зовнішніх чинників підвищення ефективності інженерних рішень

Можливі напрямки реалізації внутрішніх і зовнішніх чинників підвищення ефективності діяльності підприємств та організацій неоднакові за ступенем дії впливу, ступенем використання та контролю. Тому для практики господарювання, для керівників і відповідних спеціалістів (менеджерів) суб'єктів підприємницької чи інших видів діяльності важливим є детальне знання масштабів дії, форм контролю та використання найбільш істотних внутрішніх і зовнішніх чинників ефективності на різних рівнях управління діяльністю трудових колективів. Той чи той суб'єкт господарювання може й мусить постійно контролювати процес використання внутрішніх чинників через розроблення та послідовну реалізацію власної програми підвищення ефективності діяльності, а також урахувати вплив на неї зовнішніх чинників. У зв'язку з цим виникає необхідність конкретизації напрямків дії та використання головних внутрішніх і зовнішніх чинників підвищення ефективності діяльності суб'єктів господарювання.

1. Технологія. Технологічні нововведення, особливо сучасні форми автоматизації та інформаційних технологій справляють найістотніший вплив на рівень і динаміку ефективності виробництва продукції (надання послуг). За принципом ланцюгової реакції вони спричиняють суттєві (нерідко докорінні) зміни в технічному рівні та продуктивності технологічного устаткування, методах і формах організації трудових процесів, підготовці та кваліфікації кадрів тощо.

2. Устаткуванню належить провідне місце в програмі підвищення ефективності передовсім виробничої, а також іншої діяльності суб'єктів господарювання. Продуктивність діючого устаткування залежить не тільки від його технічного рівня, а й від належної організації ремонтно-технічного обслуговування, оптимальних строків експлуатації, змінності роботи і завантаження в часі тощо.

3. Матеріали та енергія позитивно впливають на рівень ефективності діяльності якщо розв'язуються проблеми ресурсозбереження, зниження матеріаломісткості та енергомісткості продукції (послуг), раціоналізується управління запасами матеріальних ресурсів і джерелами постачання.

4. Вироби. Самі продукти праці, їхня якість і зовнішній вигляд (дизайн) також є важливими чинниками ефективності діяльності суб'єктів господарювання. Рівень останньої має корелювати з корисною вартістю, тобто ціною, яку покупець готовий заплатити за виріб відповідної якості. Проте для досягнення високої ефективності господарювання

самої тільки корисності товару недостатньо. Пропоновані підприємством (організацією) для реалізації продукти праці мають з'явитися на ринку в потрібному місці, у потрібний час і за добре обміркованою ціною. У зв'язку з цим суб'єкт діяльності має стежити за тим, щоб не виникало будь-яких організаційних та економічних перешкод між виробництвом продукції (наданням послуг) та окремими стадіями маркетингових досліджень.

5. Працівники. Основним джерелом і визначальним чинником зростання ефективності діяльності є працівники – керівники, менеджери, спеціалісти, робітники. Ділові якості працівників, підвищення продуктивності їхньої праці багато в чому зумовлюються дійовим мотиваційним механізмом на підприємстві (в організації), підтриманням сприятливого соціального мікроклімату в трудовому колективі.

6. Організація і системи. Єдність трудового колективу, раціональне делегування відповідальності, належні норми керування характеризують добру організацію діяльності підприємства (установи), що забезпечує необхідну спеціалізацію та координацію управлінських процесів, а, отже, вищий рівень ефективності (продуктивності) будь-якої складної виробничо-господарської системи. При цьому остання для підтримування високої ефективності господарювання має бути динамічною та гнучкою, періодично реформуватися відповідно до нових завдань, що постають за умови зміни ситуації на ринку.

7. Методи роботи. За умов переважання трудомістких процесів досконаліші методи роботи стають достатньо перспективними для забезпечення зростання ефективності діяльності підприємства (організації). Постійне вдосконалення методів праці передбачає систематичний аналіз стану робочих місць та їх атестацію, підвищення кваліфікації кадрів, узагальнення та використання нагромадженого на інших підприємствах (фірмах) позитивного досвіду.

8. Стиль управління, що поєднує професійну компетентність, діловитість і високу етику взаємовідносин між людьми, практично впливає на всі напрямки діяльності підприємства (організації). Від нього залежить, у якій мірі враховуватимуться зовнішні чинники зростання ефективності діяльності на підприємстві (в організації). Відтак належний стиль управління як складовий елемент сучасного менеджменту є дійовим чинником підвищення ефективності діяльності будь-якого підприємства, кожної підприємницької структури.

9. Державна й соціальна політика істотно впливає на ефективність суспільного виробництва.

Основними її елементами є:

- а) практична діяльність владних структур;
- б) різноманітні види законодавства (законотворча діяльність);
- в) фінансові інструменти (заходи, стимули);
- г) економічні правила та нормативи (регулювання доходів і оплати праці, контроль за рівнем цін, ліцензування окремих видів діяльності);
- д) ринкова, виробнича й соціальна інфраструктури; е) макроекономічні структурні зміни;
- є) програми приватизації державних підприємств (організацій);
- ж) комерціалізація організаційних структур невиробничої сфери.

10. Інституціональні механізми. Для безперервного підвищення ефективності діяльності всіх суб'єктів господарювання держава має створити відповідні організаційні передумови, що забезпечуватимуть постійне функціонування на національному, регіональному чи галузевому рівнях спеціальних інституціональних механізмів – організацій (дослідних і навчальних центрів, інститутів, асоціацій).

Їх діяльність необхідно зосередити на:

- а) розв'язанні ключових проблем підвищення ефективності різних виробничо-господарських систем та економіки країни в цілому;
- б) практичній реалізації стратегії і тактики розвитку національної економіки на всіх рівнях управління.

На теперішній час у світі функціонує понад 150 міжнародних, національних і регіональних центрів (інститутів, асоціацій) з продуктивності та управління.

11. Інфраструктура. Важливою передумовою зростання ефективності діяльності підприємств (організацій) є достатній рівень розвитку мережі різноманітних інституцій ринкової та виробничо-господарської інфраструктури. За сучасних умов господарювання всі підприємницькі структури користуються послугами інноваційних фондів і комерційних банків, бірж (товарно-сировинних, фондових, праці) та інших інститутів ринкової інфраструктури. Безпосередній вплив на результативність діяльності підприємств (організацій) справляє належний розвиток виробничої інфраструктури (комунікацій, спеціалізованих інформаційних систем, транспорту, торгівлі тощо). Вирішальне значення для ефективного розвитку всіх структурних елементів економіки має наявність широкої мережі установ соціальної інфраструктури.

12. Структурні зміни в суспільстві також впливають на показники ефективності на різних рівнях господарювання. Найважливішими є структурні зміни економічного та соціального характеру.

Головні з них відбуваються в таких сферах:

- а) технології, наукові дослідження та розроблення супроводжувані революційними проривами в багатьох галузях знань (пропорція імпорتنих та вітчизняних технологій);
- б) склад та технічний рівень основних фондів (основного капіталу);
- в) масштаби виробництва та діяльності (переважно за деконцентрації з допомогою створення малих і середніх підприємств та організацій);
- г) моделі зайнятості населення в різних виробничих і невиробничих галузях;
- д) склад персоналу за ознаками статі, освіченості, кваліфікації тощо.

Лише вміле використання всієї системи перелічених чинників може забезпечити достатні темпи зростання ефективності виробництва (діяльності). При цьому обов'язковість урахування зовнішніх чинників не є такою жорсткою, як чинників внутрішніх.

14.4. Основні напрямки підвищення ефективності технологічних процесів машинобудівного виробництва

Основними напрямками підвищення ефективності сучасних технологій є:

1. Розроблення й запровадження високоефективної та маловідходної технології отримання заготовок.

Подальше удосконалення виробництва в галузі машинобудування пов'язано з розробленням та впровадженням високоефективної маловідходної технології отримання заготовок деталей на основі механізації та комплексної автоматизації, модифікації технологічних процесів оброблення різанням і складання, а також удосконалення системи організації й керування виробництвом. Нижче зупинимося на перспективах розвитку ливарного й ковальсько-штампувального виробництв, за допомогою яких здійснюється забезпечення підприємств заготовками.

Ливарне виробництво. Спосіб лиття в земляні форми є дуже працемістким процесом, тому важливе значення набуває впровадження піскодувних і піскострільних автоматичних і напівавтоматичних машин. Механізація та автоматизація технології отримання стержнів дозволяє скоротити час їх твердіння до 3 хв.

Підвищення якості й точності литих заготовок можна досягти при використанні автоматичних ліній для виготовлення литих форм обробленням тиском (пресового формоутворення) замість методу струшування. Автоматизація виготовлення за вказаною схемою підвищує стабільність розмірів заготовок, а також зменшує їх масу на 8÷10%. У ливарних цехах слід

більш широко застосовувати лиття в оболонкові форми, а також за виплавлюваними моделями.

На теперішній час все ширше застосовують маловідходні технології. Створюють автоматичні лінії для лиття заготовки в оболонкові форми. Заміна кованих заготовок литими зменшує витрати металу до 20%, працемісткість процесів оброблення різанням на 15% і більше.

При виробництві заготовок литтям по виплавлюваних моделях основні технологічні операції (приготування литих форм, очищення та термічне оброблення виливок та ін.) автоматизовані приблизно на 80%. Розширення області застосування точного лиття дозволяє отримати сталеві заготовки масою до 1,5 кг, які раніше виготовлялися штампуванням.

Подальший розвиток лиття кольорових сплавів під тиском і в кокіль пов'язаний з автоматизацією технологічних процесів. Створення автоматичних ливарних комплексів з використанням дозуючих пристроїв, карусельних кокільних машин, високопродуктивних плавильних агрегатів, промислових роботів для витягування виливок і передачі їх на транспортуючий пристрій підвищує якість та значно збільшує обсяг виробництва литих заготовок.

Важкою і працемісткою операцією в ливарному виробництві є очищення виливок в дробометних агрегатах. Використання механізованих і автоматизованих засобів очищення підвищує продуктивність праці та знижує працемісткість, значно поліпшує умови роботи в очисних відділеннях ливарних цехів.

Ковальсько-штампувальне виробництво. У машинобудуванні поковки отримують на автоматичних штампувальних агрегатах і комплексно-механізованих лініях. Резервом підвищення продуктивності праці тут є впровадження комплексних автоматичних ліній, починаючи від різання і закінчуючи термічним обробленням заготовок. Більш ефективними є технологічні процеси маловідходного отримання поковок, наприклад, методом видавлювання на пресах – автоматах, висадкою на горизонтально-кувальних машинах.

Перспективним напрямком є заміна оброблення різанням тиском. Так, при використанні видавлювання зубців зубчастих коліс продуктивність підвищується порівняно з обробленням різанням у 10 разів, витрата металу скорочується на 10%, а міцність зубців і шліців зростає в 1,5 рази. Необхідно широко використовувати об'ємне штампування зубчастих коліс з формуючими зубцями. Збільшення обсягу виробництва поковок підвищеної точності зумовлює необхідність застосування механізованих кривошипних гаряче-штампувальних пресів і засобів нагрівання струмами високої частоти, а також швидкісного газового нагрівання.

Розширюється область використання штамповки з періодичного прокату та вальцових заготовок. Попереднє профілювання знижує витрату металу на $8\div 10\%$, а впровадження гнучких і штампувальних з листа та стрічки профілів – прокату чорних металів.

Широке використання порошкової металургії дозволяє отримати значну економію металу. Розроблені технологічні процеси зміцнення порошкових матеріалів забезпечує виробництво деталей стабільної якості з підвищеною міцністю. Така технологія не передбачає значні доводочні операції шліфування або хонінгування, а в ряді випадків зовсім виключається наступне оброблення різанням.

Метод об'ємного висаджування, який широко застосовується для виготовлення кріплення, дозволяє довести коефіцієнт використання металу близько до одиниці. Цей процес легко автоматизується і є практично безвідходним. Крім того, перспективним є вискоефективний процес холодного видавлювання таких фасонних деталей, як шарові пальці, тарілки пружин клапана, стаканів пружин, штуцерів та ін. на гідравлічних і механічних пресах підвищеної жорсткості.

2. Розвиток і удосконалення ефективності процесів механічного оброблення та складання виробів.

З технологічної точки зору в машинобудуванні значне місце займає оброблення заготовок різанням, зокрема в автомобілебудуванні цей вид оброблення складає до 30% працемісткості. Сучасні методи отримання заготовок дозволяють значно скоротити обсяг оброблення різанням і вносять якісні зміни в ці процеси. Крім того, литі й штампувальні заготовки, отримані прогресивними методами, виключають ряд операцій оброблення різальним інструментом.

Ширше впроваджуються в основне виробництво сучасні вискоефективні процеси оброблення інструментом з твердосплавними багатогранними непреточуваними пластинами із зносостійким покриттям і підвищеними швидкостями різання; звичайне й безперервне протягування твердосплавним протягувальним інструментом; чистове й доводочне оброблення інструментом із синтетичних надтвердих матеріалів: хонінгування отворів замість шліфування, абразивне шевінгування.

Можливість використання квантових генераторів для промислових цілей відкриває нові перспективи в технології оброблення матеріалів: отримання отворів малого діаметра та дрібних пазів у важкооброблюваних матеріалах; різання металевих і неметалевих матеріалів; плавлення, легування; зварювання; термооброблення робочих частин деталей машин.

Одним із напрямків подальшого розвитку технології механіко-обробного виробництва на даний час є розроблення та впровадження гнучких автоматизованих виробничих систем (ГАВС), які засновані на широкому використанні промислових роботів, мікропроцесорної техніки та електроніки. Застосування цих систем особливо ефективно при масовому виробництві.

Впровадження ГАВС – це здійснення більш ефективної автоматизації механічного оброблення з використанням високопродуктивного обладнання, верстатів з чисельним програмним керуванням і оброблювальних центрів, що керуються від ЕОМ. Дана система дозволяє обробляти заготовки деталей, об'єднані в групи за технологічною спільністю та габаритам поверхонь. У верстатах забезпечується автоматична зміна багатошпиндельних силових головок при переході на оброблення іншого типорозміру деталей, компенсація зносу та заміна різального інструмента, а також передбачені пристрої виявлення поломок інструментів.

Удосконалення процесу складання виробів можливе на підставі широкого застосування транспортних конвеєрів з автоматичною подачею деталей та вузлів до місця збирання. Процес складання каркасів, кузовів, металоконструкцій здійснюється за допомогою зварювання, при цьому питома вага зварювальних робіт у загальній трудомісткості виготовлення автомобілів не перевищує 10%. Впровадження процесів зварювання цинкованих і пофарбованих деталей, плазмового зварювання, електронно-променевою та інших видів, а також високопродуктивних зварювальних автоматів і напівавтоматів дозволяє знизити трудомісткість процесу складання.

Значно зріс технічний рівень пофарбування та металопокриття деталей і складальних одиниць виробів. Застосування нових лакофарбуючих матеріалів і впровадження прогресивних високоефективних процесів покриття поліпшило зовнішній вигляд виробів і значно підвищило їх антикорозійну стійкість. Пофарбування деталей і вузлів в електростатичному полі, автоматизація ґрунтування та пофарбування конструкцій з використанням конвеєрів з автоматичною подачею, застосування поточних ліній для цієї мети повинні знайти широке використання на підприємствах.

Застосування автоматів, напівавтоматів і автоматичних ліній для металопокриття (цинкування, міднування, хромування та ін.) забезпечує високу якість цього процесу. Подальше більш широке розповсюдження повинні отримати блискучі покриття, що виключають полірування деталей.

3. Автоматизація розроблення технологічних процесів з використанням ЕОМ.

В умовах багатомономенклатурного виробництва часто змінних виробів і при не досить високому рівні їх уніфікації та типізації процесів оброблення обсяг технологічних розроблень дуже великий. Через обмежений час та неможливість тримати великий штат технологів технологічні процеси розробляють збільшено без вибору оптимального варіанта.

Значне прискорення та полегшення праці технологів можливе за рахунок використання обчислювальної техніки для вирішення таких часткових завдань, як розрахунок точності, припусків, режимів різання, нормування часу на оброблення. Крім того, сучасні електронно-обчислювальні машини (ЕОМ) дозволяють вирішувати більш складне завдання – розробляти оптимальний технологічний процес оброблення на задану деталь, наприклад, ступеневі вали, диски, штуцери.

Вирішення завдання по автоматизації технологічного проектування розбивається на такі етапи: кодування вихідної інформації, розроблення способів оброблення даного матеріалу, прийомів програмування технологічних завдань і алгоритму, а також комплексу операцій, що чітко й однозначно визначають технологічний процес на задану деталь. Серед вказаних етапів найбільш працемістким є розроблення алгоритму технологічного проектування, оскільки при цьому треба вирішити велику кількість питань логічного й програмістського характеру. Так, машина вирішує питання базування, вибирає технологічне обладнання та оснащення (з числа заданих вихідними умовами), розраховує похибки оброблення, визначає припуски і знаходить оптимальний варіант побудови технологічного процесу.

Використання ЕОМ дозволяє підвищити продуктивність праці, скоротити строки підготовки виробництва нових виробів, поліпшити планування та визволити від цієї роботи велику кількість технологів. При переході до іншої типової деталі або при виготовленні в іншому цеху виникає необхідність складання нового алгоритму, при цьому працемісткість його розроблення для нових умов залишається на рівні попередньої.

Велику перевагу дає розроблення універсального алгоритму для проектування технології на будь-яку деталь. Вирішення цього завдання пов'язано з необхідністю складання стрункої науково обґрунтованої методики проектування технологічних процесів і використанням ЕОМ з великим обсягом пам'яті та кількістю команд. При створенні методики потрібні нова класифікація деталей і система типізації технологічних процесів.

Великий вплив чинить конструкція виробу та його елементів на технологію виробництва, продуктивність праці, а також можливість механізації та автоматизації виробничих процесів. Не кожна конструкція забезпечує умови для підвищення продуктивності праці і доцільність автоматизації виробничих процесів, а лише та, що розроблена з урахуванням технологічних вимог виробництва. Разом із цим, розвиток і удосконалення технологічних методів виробництва забезпечують припущення для створення більш високого класу конструкцій. Сучасний розвиток техніки підвищує вимоги до технологічних методів виробництва, що зобов'язує технолога безперервно удосконалювати ці методи.

Розвиток технології машинобудування, створення ефективних високопродуктивних і високоточних методів виробництва сприяють створенню більш досконалих конструкцій. При вирішенні цього питання не випадково на передових підприємствах створюють творчі групи конструкторів і технологів. Така співдружність зумовлює неухильне зростання техніки й технології машинобудування, підвищення ефективності виробництва.

Питання для самоперевірки:

1. Критерій формування показників ефективності підприємства.
2. Макроекономічний критерій ефективності виробництва.
3. Принципи формування системи показників ефективної діяльності машинобудівних підприємств.
4. В чому полягає стимулююча функція в процесі використання наявних резервів зростання ефективності виробництва?
5. Узагальнюючі показники ефективності виробництва.
6. Показники ефективності використання праці (персоналу).
7. Показники ефективності використання виробничих (основних та оборотних) фондів.
8. Показники ефективності використання фінансових коштів (оборотних коштів та інвестицій).
9. Застосовувані та споживчі ресурси ефективності.
10. Підходи до визначення ефективності із застосуванням різних типів показників.
11. Узагальнюючий показник ефективності застосовуваних ресурсів підприємства.
12. Зміст коефіцієнту повних витрат праці в розрахунках ефективності.
13. Як визначається Бланк «Журнал реєстрації вступного інструктажу здобувачів освіти з безпеки життєдіяльності та цивільного захисту» гальнуючий показник ефективності споживаних ресурсів?

14. Як визначається відносний рівень задоволення потреб ринку?
15. Як визначається приріст продукції за рахунок інтенсифікації виробництва?
16. Рівні визначення соціальної ефективності.
17. Класифікація чинників зростання ефективності виробництва.
18. Складові інтегрованої моделі чинників ефективності діяльності первинних суб'єктів господарювання.
19. Напрямки реалізації внутрішніх чинників підвищення ефективності виробництва.
20. Напрямки реалізації зовнішніх чинників підвищення ефективності виробництва.
21. Шляхи підвищення ефективності ливарного й ковальсько-штампувального виробництва?
22. Шляхи удосконалення ефективності процесів механічного оброблення та складання виробів.
23. Методи високоефективних процесів різання.
24. В чому полягає процес розроблення універсального алгоритму для проектування високоефективних технологій?
25. Ефективні прийоми програмування технічних завдань для технологічних процесів виготовлення деталей.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Адлер О. О., Лесько О. Й. Аналіз господарської діяльності: навч. посібник. Вінниця : ВНТУ, 2019. 115 с.
2. Ануфрієва О. Л., Пальчевська Т. Г., Лагоцька Г. М. Підприємницька діяльність : навч. посібник / за науковою ред. О. Л. Ануфрієвої. Івано-Франківськ : «Лілея-НВ», 2014. 304 с.
3. Афанасьєв М. В. Економіка підприємства : навч.-метод. Посібник. Х. : ВД «Інжек», 2014. 410 с.
4. Базецька Г. І. Економічний аналіз діяльності підприємства : навч.-метод. посібник. Харків : Нац. юрид. ун-т ім. Ярослава Мудрого, 2021. 274 с.
5. Благодатний М. П., Тимонькін Г. М. Оцінка ефективності інженерних рішень: конспект лекцій. Х. : ХНАДУ, 2007. 150 с.
6. Булатів А. С. Економічний аналіз діяльності підприємств : навч. посібник. К. : Знання, 2007. 408 с.
7. Воронко О. С., Штепа Н. П. Економічний аналіз : навчальний посібник. Львів : «Новий Світ-2000», 2012. 279 с.
8. Гадзевич О. І. Економічний аналіз господарської діяльності підприємств : навч. посібник. Луцьк : Ред.-вид. відділу ВДУ ім. Лесі Українки, 1997. 159 с.
9. Галушко О. С., Никифорова Ю. В., Коряшкіна Л. С. Вибір ефективних напрямів розвитку промислового підприємства в умовах глобалізації на основі економіко-математичного моделювання. Економічний вісник НГУ. 2012. № 3. С. 103–115.
10. Ганін В. І. Аналіз господарської діяльності підприємства: методологія, організація, методика : навч. посібник. Х. : Вид-во ТОВ «С.А.М.». 2013. 308 с.
11. Гевко Р. Б., Гладич Б. Б., Павх І. І., Соломка Т. П. Техніко-економічне обґрунтування застосування машин, обладнання і технологій. Тернопіль : Ви-во ТДПУ, 2002. 164 с.
12. Гетьман О. О., Шаповал В. М. Економіка підприємства : навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ : Центр навчальної літератури, 2006. 488 с.
13. Горбаченко С. А., Карпов В. А. Аналіз підприємницьких проектів : навч. посібник. Одеса: ОНЕУ, 2013. 241 с.
14. Горлачук В. В., Коваленко О. Ю., Белінська С. М. Економічний аналіз господарської діяльності підприємства : навч. посібник. Миколаїв : ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. 308 с.
15. Гунько І. В., Галушак О. О., Кравець С. М. Аналіз технологічних систем. Обґрунтування інженерних рішень : навч. посібник. Вінниця : ВНАУ, 2019. 216 с.

16. Дерлоу Д. Ключові управлінські рішення. Технологія прийняття рішень / пер. з англ. К. : Наукова думка, 2001. 242 с.
17. Економіка підприємств : навч. посібник / за ред. П. С. Харіва. Тернопіль : Економічна думка, 2002. 450 с.
18. Петрович Й. М., Кіт А. Ф., Кулішов В. В. та ін. Економіка підприємства : підручник / за загальною ред. Й. М. Петровича. Львів : «Магнолія плюс. 2004. 680 с.
19. Економіка підприємства : підручник. В 2 т. Т. 2 / за ред. С. Ф. Покропивного. К.: Вид-во «Хвиля-Прес», 2009. 280 с.
20. Економіка підприємства : підручник / під заг. ред. Ковальської Л. Л. та Кривов'язюка І. В. Київ : Видавничий дім «Кондор», 2020. 700 с.
21. Економіка та організація виробництва : підручник / за ред. В. Г. Герасимчука, Розенплентера А. Е. К. : Знання, 2007. 678 с.
22. Серединська В. М., Загородна О. М., Федорович Р. В. Економічний аналіз : навч. посібник. Тернопіль : Видавництво Астон, 2010. 624 с.
23. Тарасенко Н. В. Економічний аналіз діяльності промислового підприємства : навч. посібник для ВНЗ. Львів : Новий світ, 2003. 480 с.
24. Костенко Т. Д., Підгора Є. О., Рижигов В. С. та ін. Економічний аналіз і діагностика стану сучасного підприємства : навч. посібник; К. : Центр навчальної літератури, 2005. 398 с.
25. Ефективність інвестиційних проєктів у механічній інженерії : навчально-методичний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 131 Прикладна механіка галузі знань 13 Механічна інженерія / укладачі: Васильків В., Ткаченко І., Данильченко Л., Сіправська М., Ярема І. Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2024. 208 с.
26. Іванілов О. С. Економіка підприємства : підручник для студ. вищ. навч. закл. К. : Центр учбової літератури, 2009. 728 с.
27. Ковальчук К. Ф. Аналіз господарської діяльності: теорія, методика, розбір конкретних ситуацій : навч. посібник. К. : Центр учбової літератури, 2012. 326 с.
28. Костенко Т. Д. Економічний аналіз і діагностика стану сучасного підприємства : навч. посібник. Вид. 2-ге перероб. та допов. К. : Центр учбової літератури, 2007. 400 с.
29. Кігель В. Р. Математичні методи ринкової економіки : навчальний посібник. К. : Кондор, 2003. 158 с.
30. Кіндрацька Г. І., Загородній А. Г., Кулиняк Ю. І. Аналіз господарської діяльності : підручник. Львів : Видавництво «Львівська політехніка», 2019. 320 с.

31. Кизим М. О., Забродський В. А., Зінченко В. А., Копчак Ю. С. Оцінка і діагностика фінансової стійкості підприємства : монографія. Х. : ВД «ІНЖЕК», 2003. 144 с.
32. Клименко С. М., Омеляненко Т. В., Барабась Д. А. та ін. Управління конкурентоспроможністю підприємства : навч. посібник. К. : КНЕУ, 2008. 520 с.
33. Ковшун Н. Е. Аналіз та планування проектів : навчальний посібник. К. : Центр учбової літератури, 2008. 344 с.
34. Козловський В. О., Погріщук Б. В. Основи підприємництва : навч. посібник. Тернопіль : ТзОВ «Терно-Граф», 2005. 297 с.
35. Комаринський Я. В., Яремчук Г. А. Фінансовий аналіз діяльності машинобудівних підприємств. К. : Українська енциклопедія, 1996. 395 с.
36. Конспект лекцій з дисципліни «Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень» / уклад. Л. М. Данильченко, В. М. Барановський, М. Ю. Данильченко. Тернопіль : ТНТУ, 2013. 68 с.
37. Косова Т. Д., Сухарєв П. М., Ващенко Л. О. та ін. Організація і методика економічного аналізу : навчальний посібник. К. : Центр учбової літератури, 2012. 528 с.
38. Коробов М. Я. Фінансово-економічний аналіз діяльності підприємства : навч. посібник. К. : Т-во «Знання», КОО, 2000. 378 с.
39. Краменко В. І., Холод Б. І. та ін. Управління ресурсами підприємства : навч. посібник. К. : Центр навчальної літератури, 2004. 288 с.
40. Краснокутська Н. С. Потенціал підприємства: формування та оцінка : навч. посібник. К. : Центр навчальної літератури, 2005. 352 с.
41. Кузьмін О. Є., Вербицька Г. Л., Мельник О. Г. Обґрунтування господарських рішень і оцінювання ризиків : навч. посібник. Л. : Видавництво національного ун-ту «Львівська політехніка», 2008. 212 с.
42. Манів З. О., Луцький І. М. Економіка підприємства. К. : Знання, 2004. 580 с.
43. Мельник Л. Г., Корінцева О. Л. Економіка підприємства : навчальний посібник для вузів. Суми : Університетська книга, 2004. 416 с.
44. Методика економічної ефективності витрат на наукові дослідження і розробки та їх впровадження у виробництво. Наказ Міністра фінансів № 218/446 від 25.09. 2012 р. 32 с.
45. Методичний посібник для виконання курсової роботи з дисципліни «Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень» / укладачі: Л. М. Данильченко, М. Ю. Данильченко. Тернопіль : ТНТУ, 2012. 38 с.
46. Методичний посібник для виконання самостійної роботи з курсу «Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень» / укладачі: Л. М. Данильченко, В. М. Барановський, М. Ю. Данильченко. Тернопіль : Астон, 2014. 42 с.

47. Мец В. О. Економічний аналіз фінансових результатів та фінансового стану підприємства : навч. посібник. К. : КНЕУ, 1999. 132 с.
48. Мних Є. М., Ференц І. Д. Економічний аналіз : навчальний посібник. Львів : «Армія України», 2000 р. 144 с.
49. Нагірний Ю. П. Обґрунтування інженерних рішень. К. : Урожай, 1994. 216 с.
50. Нагірний Ю. П., Затхей Б. І. Аналіз виробничих ситуацій і технологічних систем. Методичні рекомендації. Дубляни : ЛДСГІ, 1995.
51. Назаренко І. Економічний зміст ефективності діяльності підприємств. Галицький економічний вісник. 2022. Том 76. № 3. С. 15–22.
52. Основи підприємницької діяльності : підручник / за редакцією В. М. Марченко. Київ : Вид-во «Політехніка», 2022. 515 с.
53. Орлов О. О. Планування діяльності промислового підприємства : підручник. К. : Скарби, 2002. 336 с.
54. .Отенко І. П., Малярець Л. М., Іващенко Г. А. Аналіз та оцінка стратегічного потенціалу підприємства : наук. вид. Х. : Вид. ХНЕУ, 2007. 347 с.
55. Петрович Й. М., Захарчин Г. М. Організація виробництва : підручник. Львів : «Магнолія плюс», 2005. 400 с.
56. Петрович Й. М., Кіт А. Ф., Семенів О. М. та ін. Економіка підприємства: Підручник / за загальною редакцією Й. М. Петровича. Львів : «Новий світ 2000», 2004. 680 с.
57. Покропивний С. Ф., Колот В. М. Підприємництво: стратегія, організація, ефективність : навч. посібник. К. : КНЕУ, 1997. 236 с.
58. Попович П. Я. Економічний аналіз на підприємстві. Снятин, 1997. 382 с.
59. Попович П. Я., Економічний аналіз діяльності суб'єктів господарювання : підручник. 3-тє вид., перероб. і доп. К. : Знання, 2008. 630 с.
60. Мамаєва Т. О., Торкатюк В. І., Золотова Н. М., Пан М. П. Потенціал підприємства: формування та оцінювання : конспект лекцій для студентів. Харків : ХНАМГ, 2007. 154 с.
61. Примак Т. О. Економіка підприємства : навчальний посібник. К. : Вікар, 2001. 178 с.
62. Прокопенко І. Ф., Ганін В. І., Петряєва З. Ф.. Курс економічного аналізу: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / за ред. І. Ф. Прокопенка. Харків : Легас, 2004. 384 с.
63. Руденко Л. В. та ін. Аналіз фінансово-господарської діяльності підприємства : навч. посібник. К. : Укоопспілка, 2000. 422 с.
64. Савицька Г. В. Економічний аналіз діяльності підприємства : навч. посіб. 2-ге вид, випр. і доп. К. : Знання, 2005. 662 с.

65. Семенов Г. А., Станчевський Є. В., Кліз А. В. Техніко-економічні розрахунки на підприємстві : навчальний посібник. К. : Центр навчальної літератури, 2005. 184 с.
66. Сумець О. М., Сомова О. Е., Пеліхов Є. Ф. Оцінка конкурентоспроможності сучасного промислового підприємства : навч.-практ. посібник. К. : Професіонал, 2017. 208 с.
67. Тарасюк Г. М., Шваб Л. І. Планування діяльності підприємства : навч. посібник. К. : Каравела, 2003. 432 с.
68. Іщук С. І., Гладкий О. В. Техніко-економічні основи промислового виробництва : навч. посібник. К. : ВЦ «Академія», 2011. 296 с.
69. Тюріна Н. М., Ведерніков М. Д., Капінос Г. І. та ін. Економіка промислового підприємства : підручник / за ред. Н. М. Тюріної. Львів : «Новий світ-2000», 2008. 312 с.
70. Ус С. А., Коряшкіна Л. С. Моделі й методи прийняття інженерних рішень : навч. посіб. Д. : НГУ, 2014. 300 с.
71. Чирков В. Г. Обґрунтування техніко-економічних заходів : метод. посіб. для пром. підприємств. К. : Фенікс, 2006. 148 с.
72. Швиданенко Г. О., Олексюк О. І. Сучасна технологія діагностики фінансово-економічної діяльності підприємства : монографія. К. : КНЕУ, 2002. 192 с.
73. Шкарабан С. І., Сапачов М. І. Економічний аналіз діяльності промислових підприємств. Тернопіль : Астон, 1999. 186 с.
74. Школа В. Ю. Життєвий цикл інновацій та його етапи. Вісник Сумського державного університету. 2016. № 1 (85). С. 196–199.
75. Шкроміда В. В., Василюк М. М., Гнатюк Т. М. Економічний аналіз діяльності суб'єктів господарювання: посібник. Івано-Франківськ : Видавець Кушнір Г. М., 2016. 219 с.
76. Яцків Т. І. Теорія економічного аналізу : навч. посібник. Львів : Світ, 1993. 257 с.
77. Vasylykiv V., Pylypets M., Danylchenko L., Radyk D. (2021). Use of computer-integrated technologies in training of engineering specialists / In: Ternopil National Ivan Puluj Technical University, Proceedings of the International Conference Advanced Applied Energy and Information Technologies, Ternopil, December 15–17, 2021, pp. 74–80.

[illegible]

[illegible]

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ

**Для здобувачів вищої освіти
спеціальності 131 – Прикладна механіка
галузі знань 13 – Механічна інженерія**

Верстка: Коваль Н. Б.

Формат 60x90, 12,02. Обл. вид. арк. Наклад. 10 прим. Зам. № 3766

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56

Свідоцтво об'єкта видавничої справи ДК№4226 від 08.12.2011