

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та  
природокористування

Кафедра менеджменту

**06-08-154М**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання практичних занять та самостійної  
роботи з освітньої компоненти

**«СИСТЕМИ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ  
ПРОЦЕСИ ГАЛУЗЕЙ»**

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського)  
рівня за освітньо-професійною програмою «Менеджмент»  
спеціальності 073 «Менеджмент» денної та  
заочної форм навчання

Рекомендовано науково-  
методичною  
радою з якості ННІЕМ

Протокол № 6 від 02.06.2021 р.

Рівне – 2021 р.

Методичні вказівки до виконання практичних занять та самостійної роботи з освітньої компоненти «Системи технологій та технологічні процеси галузей» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Менеджмент» спеціальності 073 «Менеджмент» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Швець Ф. Д. – Рівне : НУВГП, 2021 – 55 с.

Укладач: Швець Ф. Д., к.т.н., доцент кафедри менеджменту.

Відповідальний за випуск: Кожушко Л. Ф., д.т.н., професор, завідувач кафедри менеджменту.

Керівник групи  
забезпечення спеціальності  
073 «Менеджмент»

Кожушко Л. Ф.

## ЗМІСТ

1. Загальні положення .....	3
2. Тематичний зміст освітньої компоненти .....	5
3. Вказівки до виконання практичних занять .....	7
4. Вказівки до виконання самостійної роботи .....	50
5. Питання для самостійного вивчення освітньої компоненти .	51
6. Рекомендована література .....	54
7. Інформаційні ресурси .....	55

© Швець Ф. Д., 2021  
© НУВГП, 2021

## 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

**Мета** освітньої компоненти „Системи технологій та технологічні процеси галузей” полягає в формуванні у здобувачів вищої освіти комплексу необхідних теоретичних знань і практичних навичок з економічних основ технологічного розвитку та пріоритетних напрямків їх вдосконалення в економіці України.

**Основними завданнями**, що мають бути вирішені у процесі вивчення освітньої компоненти „Системи технологій та технологічні процеси галузей”, є висвітлення теоретичних основ технологічного розвитку, галузевих особливостей систем технологій матеріальної сфери виробництва, аналізу та оцінки техніко-економічної й екологічної ефективності промислових технологій, якості технологічних рішень на підприємстві.

У результаті вивчення цієї освітньої компоненти здобувачі вищої освіти повинні **знати**:

- галузеві особливості систем технологій та технологічних процесів;
- зміст понять техніки і технології, шляхи та закономірності розвитку технологічних процесів і систем;
- технологічний розвиток еволюційного та революційного типу;
- світові тенденції розвитку прогресивних технологій, сучасні види та характеристику прогресивних технологій виробництва;
- показники ефективності технологій та їх вплив на загальні економічні показники виробництва, основні методи економічної оцінки технологій;
- показники техніко-організаційного та технологічного рівня виробництва;

### **вміти:**

- аналізувати технології виготовлення виробів;
- розраховувати технологічні баланси;
- проводити економічне порівняння технологічних процесів.

Вивчення освітньої компоненти „Системи технологій та технологічні процеси галузей” передбачає формування у здобувачів вищої освіти таких **загальних компетентностей**:

**ЗК.4.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях:

- здатність розраховувати матеріальні та енергетичні баланси;
- здатність робити опис та блок-схеми виготовлення виробів;
- здатність проводити економічне порівняння технологічних процесів виготовлення виробів.

**ЗК.5.** Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**ЗК.9.** Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями:

- здатність до набуття сучасних знань з технологічних процесів різних галузей економіки.

#### **Програмні результати навчання:**

**ПРН5.** Описувати зміст функціональних сфер діяльності організації.

Практичні заняття та самостійна робота здобувачів вищої освіти з освітньої компоненти „Системи технологій та технологічні процеси галузей” передбачені навчальним планом підготовки здобувачів спеціальності 073 „Менеджмент”, а також силабусом освітньої компоненти.

Мета практичних занять полягає в забезпеченні засвоєння матеріалу освітньої компоненти в повному обсязі, а також у формуванні навичок роботи із спеціальною літературою та нормативною базою.

Під час виконання самостійної роботи здобувачі вищої освіти поглиблюють отримані знання та самостійно вивчають матеріали окремих тем шляхом опрацювання відповідних джерел, здійснюють підготовку до практичних занять та модульних контролів.

Отримані теоретичні знання та практичні вміння студенти мають застосовувати в процесі проходження виробничих і

переддипломної практик, написанні курсових та бакалаврської робіт.

## **2. ТЕМАТИЧНИЙ ЗМІСТ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ**

### **Змістовий модуль 1. Сутність технологічних систем та процесів**

#### **Тема 1. Основні поняття, характеристика та класифікація технологічних процесів і систем**

Поняття технологічного процесу, принципи організації. Технологічний процес та його відмінності від виробничого. Класифікація технологічних процесів. Шляхи та закономірності розвитку технологічних процесів. Техніко-економічні показники технологічних процесів. Поняття технологічної системи. Структура системи, їх класифікація, властивості та техніко-економічний рівень. Системи технологій підприємств, галузей та міжгалузевих комплексів.

#### **Тема 2. Технологічний розвиток і його закономірності**

Взаємозв'язок розвитку науки, техніки і технологій. Розвиток поколінь техніки і технологій у світовій економічній системі. Типи науково-технічного і технологічного розвитку. Технологічний розвиток еволюційного та революційного типу. Технічні цикли. Зміст і структура науково-технічних циклів. Модель циклічного розвитку поколінь технологій. Технологія як фактор економічного зростання. Виробничо-технологічна структура та її місце в економічній системі. Поняття технологічних зрушень в економічному розвитку та проблема зміни технологій. Особливості структурних зрушень в індустріальній та інформаційній економіках.

#### **Тема 3. Пріоритетні напрямки технологічного розвитку та прогресивні види технологій**

Світові тенденції розвитку прогресивних технологій. Критерії прогресивності технологій, їх роль у ресурсозбереженні, енергозбереженні, створенні нової техніки і нових видів продукції. Сучасні види та характеристика

прогресивних технологій виробництва: біотехнології, генна інженерія, космічна, лазерна, хімічна тощо. Нові технології в автоматизації і роботизації виробництва. Автоматизація матеріального виробництва як основа розвитку соціальної сфери. Перспективи їх розвитку в Україні та провідних індустріальних країнах. Пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки в Україні та світі. Соціально-економічні особливості реалізації державних науково-технічних програм.

## **Змістовий модуль 2. Сучасний технологічний розвиток та його галузеві особливості**

### **Тема 4. Сучасний технологічний розвиток на рівні підприємства**

Автоматизація виробництва як вищий етап технологічного розвитку підприємства. Напрями технологічного оновлення виробництва. Поняття гнучких виробничих систем, їх структура та властивості. Ефективність створення і використання гнучких виробничих систем.

### **Тема 5. Економічна оцінка технологій**

Система показників ефективності технологій та їх вплив на загальні економічні показники виробництва. Вартісна оцінка нової технології з використанням економетричних моделей. Основні методи економічної оцінки технологій. Рівень технології як показник якості технологічного процесу та виготовленої продукції.

### **Тема 6. Оцінка та вибір технологічних рішень на підприємстві**

Формування системи показників технологічних рішень. Вибір економічних, технологічних, технічних критеріїв. Основні поняття стандартизації та метрології. Міжнародна стандартизація. Принципи побудови засобів контролю.

### **Тема 7. Водогосподарський комплекс України**

Водний фонд. Водні ресурси. Соціально-економічне значення водних ресурсів. Основні проблеми водозабезпечення та водокористування. Водогосподарські об'єкти. Екологічні проблеми водного господарства. Економічні відносини у

водному господарстві. Управління водним господарством. Водне господарство і меліорація. Характеристика системи управління водним господарством.

### **Тема 8. Галузеві особливості технологічного розвитку України**

Сучасний стан, особливості і тенденції розвитку базових технологій основних галузей промислового виробництва: паливо-енергетичного комплексу, машинобудування, металургії, хімічної промисловості, деревообробки, сільського господарства тощо.

## **3. ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

Практична частина освітньої компоненти “Системи технологій та технологічні процеси галузей” направлена на удосконалення вмінь аналізу та розв’язку задач технологічних балансів, техніко-економічної ефективності технологій та технологій виготовлення конкурентоспроможних виробів:

1. Аналіз технології виготовлення виробів і складання структурних схем-алгоритмів технологічних систем.

2. Розрахунок технологічних (матеріальних та енергетичних) балансів.

3. Витрати виробництва при технологічних перетвореннях (сировини, матеріалів і виготовлення виробів) та їх розрахунок.

4. Техніко-економічне порівняння технологічних процесів виготовлення промислових виробів.

5. Розрахункові методи оцінки якості продукції.

6. Аналіз та оцінка показників якості продукції експертним методом.

7. Оцінка конструкцій виробів на технологічність виготовлення у промисловості.

## ПРАКТИЧНІ РОБОТИ № 1 - 2

### АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБІВ І СКЛАДАННЯ СТРУКТУРНИХ СХЕМ-АЛГОРИТМІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

**Мета роботи:** на основі аналізу конструкції виробів оволодіти навиками складання описів та блок-схем їх виготовлення на рівні технологічних операцій і процесів, вміти визначати типові операції та процеси.

#### Методика розрахунку та теоретичні відомості

Терміну “технологія” у сучасному технократичному світі надають різні значення. У перекладі з грецької (“техно” – ремесло, а “логос” – наука), технологія означає науку про виробництво.

Класичне визначення технології розглядає її як науку про способи переробки сировини та матеріалів у предмети споживання та засоби виробництва, тобто сукупність виробничих процесів у певній галузі, направлених на зміну форми, будови, властивостей сировини або матеріалів.

В свою чергу виробничий процес базується на реалізації одного або декількох технологічних процесів.

Саме **технологічний процес** містить дії, які направлені на зміну стану предмета праці, наприклад форми, властивостей і перетворює сировину, напівфабрикати у готову продукцію.

Технологічний процес є характеристикою виробництва, вказує його направленість.

В свою чергу технологічний процес складається з окремих стадій – технологічних операцій.

**Технологічна операція** – це найпростіший процес, подальше спрощення якого веде до втрат характерних ознак технологічного процесу. Тобто *операція* – це закінчена частина технологічного процесу, яка виконується на одному робочому місці і характеризується постійністю предметів праці, знарядь праці і характером дії на предмет праці.

Вміння розділити виробничий процес виготовлення виробу на технологічні процеси, а технологічні процеси на



прості операції, є важливим не тільки для технологів. Аналіз окремих операцій дозволяє відшукати найбільш економічно ефективні технології, скоротити витрати, підвищити рентабельність виробництва.

Розробка технологічних процесів є складовою частиною підготовки будь-якого виробництва. Принципи їх розробки викладені і регламентуються документом “Єдина система технологічної підготовки виробництва” та відповідними стандартами.

Для розробки технологічного процесу складається схема, в якій дається опис технологічних дій, прийомів у логічній послідовності переробки сировини або напівфабрикатів у готову продукцію. При складанні опису користуються встановленою у певній галузі термінологією, назвами, визначеннями, типовими операціями.

Для розробки технологічного процесу необхідно вивчити будову виробу, конструкцію і функцію складових частин, їх з'єднання між собою, проаналізувати технологічність конструкції, скласти робочі креслення.

Робочі креслення деталей і виробу в цілому повинні містити всі дані, необхідні для однозначного розуміння при виготовленні деталі та контролю її якості, відповідати діючим стандартам.

Першим етапом складання технологічної схеми є побудова структурної блок-схеми або алгоритму виготовлення виробу.

**Структурна блок-схема** технологічного процесу являє собою графічне відображення технологічних прийомів та їх взаємозв'язок між собою.

При складанні блок-схем використовують умовні позначення:

ТП 1

– технологічний процес №1;

О 1.2

– операція друга першого технологічного процесу;

→ – направленість і зв'язок між технологічними процесами та операціями;

О (1;2;3).2 – операція друга технологічних процесів першого, другого та третього для типових операцій;

5 – номер деталі, яка закуповується і не виготовляється.

Паралельні процеси показують горизонтально, а послідовні – вертикально.

При складанні блок-схем виділяють також різні рівні:

I – рівень операцій;

II – рівень виготовлення деталей або застосування покупних деталей;

III – рівень виготовлення підвузлів;

IV – рівень виготовлення вузлів;

V – рівень складання виробу.

На рис. 1 представлена схема технологічного процесу виготовлення виробу.

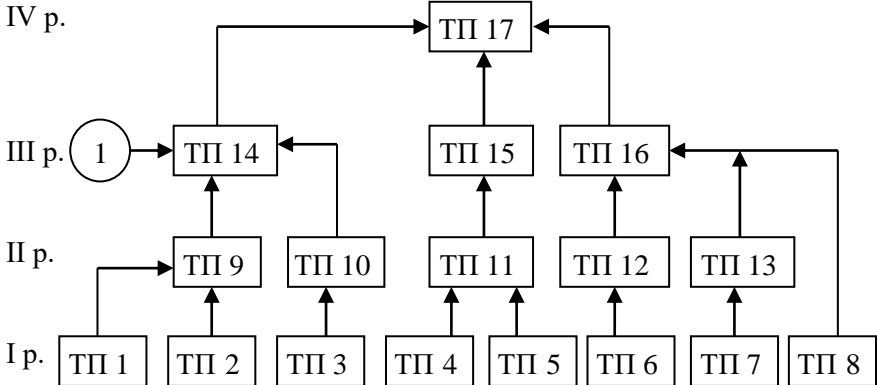


Рис. 1. Схема технологічного процесу виготовлення виробу

Технологічні операції або процеси, які мають однакову цілеспрямовану дію на сировину або деталі називають

**типовими.** При складанні блок-схем такі операції об'єднують або агрегатують.

До них відносяться типові операції механічної обробки: формування, свердління, обточка, зварювання, стругання, різання, нагрівання, подрібнення, плавлення, висушування, змішування, розбавлення, охолодження, шліфування, збирання, складання та ін.

**Задача 1.** Скласти опис і блок-схему виготовлення наступних виробів:

1. Простий олівець.
2. Сірники.
3. Хліб.
4. Кулькова ручка.
5. Стіл.
6. Стілець.
7. Зошит.
8. Циркуль.
9. Кожаний м'яч.
10. Електрична лампочка.
11. Куртка.
12. Одеколон.
13. Дезодерант.
14. Двері.
15. Запальничка.
16. Брюки.
17. Піджак.
18. Галстук.
19. Вікно.
20. Ножиці.
21. Футляр для ручок.
22. Папка для паперів.
23. Сумка.
24. Окуляри.
25. Футляр для окулярів.
26. Помада.
27. Риболовська вудка.

28. Сокира.
29. Викрутка.
30. Рубашка.

**Примітка:** свій варіант у даній задачі здобувачі вищої освіти обирають за порядковим номером у журналі викладача.

## ПРАКТИЧНІ РОБОТИ № 3 – 4 РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНИХ (МАТЕРІАЛЬНИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ) БАЛАНСІВ

**Мета роботи:** ознайомитись з методикою та оволодіти навиками розрахунків технологічних (матеріальних та енергетичних) балансів.

### Методика розрахунку та теоретичні відомості

Під **технологічним балансом** розуміють результати розрахунків, виражених у формі рівнянь або таблиць, в яких відображають кількість введених та отриманих у технологічному процесі матеріалів та енергії (їх прихід та вихід).

Будь-яку технологію з позиції теорії системного аналізу можна уявити як абстрактну модель “чорного ящика”, який має вхід та вихід (рис. 2).

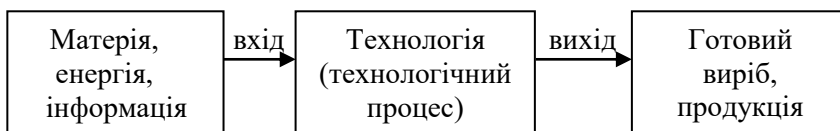


Рис. 2. Схема технологічного процесу виготовлення продукції

Така модель для конкретних виробничих умов технологічних процесів на вході повинна мати сировину, матеріали, речовини як види матерії, теплову, електричну, світлову, ядерну та інші енергії.

На виході технологічного процесу може бути: готова та побічна продукція, напівфабрикати, відходи та енергія у різних

видах. Крім того, в процесі технологічних перетворень можливі втрати матерії та енергії.

Тоді модель технологічного процесу на рівні використання матерії та енергії буде мати вигляд (рис. 3).

В основу складання балансів матерії та енергії в технологічних процесах покладені модель і закони збереження матерії та енергії.

В матеріальному балансі кількість введених у процес матеріалів повинна дорівнювати кількості отриманих (готових) і проміжних продуктів та відходів виробництва. Так само повинні дорівнювати кількість введеної теплової, електричної та ін. енергії та виведеної з процесу енергії. Неузгодженість говорить про втрати матерії або енергії.

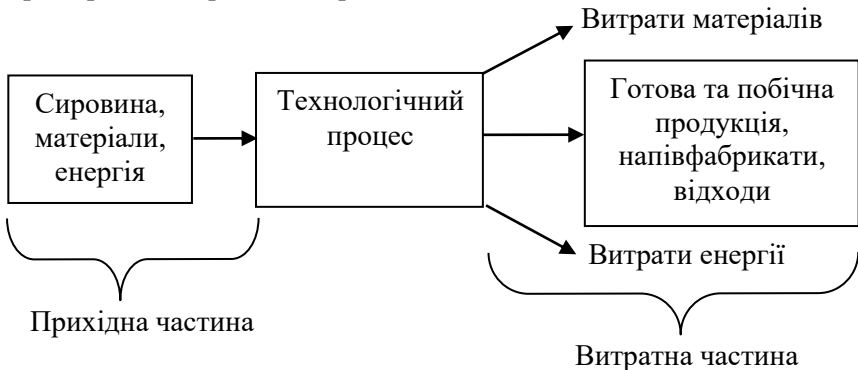


Рис. 3. Модель технологічного процесу на рівні використання матерії та енергії

Матеріальні та енергетичні баланси мають велике значення для аналізу та здійснення виробничого процесу. За їх допомогою встановлюють фактичний вихід продукції, коефіцієнти використання енергії та матеріалів, витрати і втрати сировини, палива та ін. матеріалів.

За даними балансових розрахунків приймаються організаційні і технічні рішення з вдосконалення роботи обладнання, уточнення схем технологічних процесів,

встановлення оптимальних розмірів, потужності та продуктивності обладнання.

Складання технологічних балансів відбувається у дві стадії. Спочатку складають матеріальний баланс, а потім на його основі – енергетичний або тепловий.

**Матеріальний баланс** являє собою кількісний вираз закону збереження маси і стосовно технологічного процесу вказує, що маса речовин, які надійшли на технологічний процес (прихід), дорівнює масі отриманих продуктів (витрата).

В більшості випадків визначення маси речовини відбувається окремо для твердої, рідкої та газоподібної фаз за виразом 1.

$$M_m + M_p + M_g = M'_g + M'_p + M'_g \quad (1)$$

де,  $M_m$ ,  $M_p$ ,  $M_g$  – відповідно маси твердих, рідких та газоподібних матеріалів, що надійшли на переробку, тобто прихід матеріалів;  $M'_g$ ,  $M'_p$ ,  $M'_g$  – маси продуктів, що отримані внаслідок переробки, тобто витрата.

В практичних розрахунках не завжди приймають участь усі три фази. Крім того треба враховувати, що частина матеріалів може не приймати участь у перетвореннях, частина отримується у вигляді викидів, відходів.

Матеріальний баланс складається у перерахунку на одиницю готової продукції, на одиницю маси або одиницю часу.

Для складання матеріального балансу необхідно знати хімічний склад, деякі фізичні та фізико-хімічні властивості сировини, всі компоненти, що приймають участь у технологічному процесі, склад і властивості основної та побічної продукції та відходів.

Результати розрахунків оформляють у вигляді таблиці, яка складається із двох частин: прихідної та витратної (табл. 1).

В кожній із частин всі статті балансу відображають у вагових одиницях та відсотках до загального приходу і витрати. Це дозволяє давати відносну оцінку використання матеріалів та полегшує аналіз даних розрахунку.

Балансові розрахунки дозволяють шляхом математичного аналізу визначити абсолютну або відносну кількість матеріалів, яку неможливо отримати вимірюванням.

Таблиця 1.

Матеріальний баланс технологічного процесу

Прихід			Витрата		
матеріали, сировина	одиниці маси	%	продукція	одиниці маси	%
$M_m$			$M'_m$		
$M_p$			$M'_p$		
$M_r$			$M'_r$		
Всього		100	Всього		100

При цьому аналізують: яка сукупність прихідних матеріалів та витратних; які дані при них відомі, а які дані відсутні; яка загальна маса матеріалів, які види продукції отримані, чи були відходи та втрати матеріалів?

Тепловий баланс (енергетичний) є кількісним виразом закону збереження енергії. Стосовно хіміко-технологічних процесів, він може бути сформульований як: кількість теплової та ін. енергії, що внесена в зону взаємодії речовин, дорівнює кількості енергії, що виноситься з речовинами із цієї зони.

При розрахунках враховують фізичну теплоту, теплоту екзотермічних та фізичних переходів із одного агрегатного стану в інший, втрати теплоти в навколишнє середовище.

Складові теплового балансу розраховують за загальновідомими залежностями фізики. Так, фізичну теплоту, що вводиться з початковою сировиною, або виводиться з продуктами реакції, розраховують за виразом 2.

$$Q_{\phi} = M \cdot c \cdot t, \quad (2)$$

де,  $M$  – маса матеріалу;  $c$  – середня теплоємність матеріалу при температурі його надходження;  $t$  – температура матеріалу.

Тепловий баланс розраховують на основі матеріального балансу в одиницях теплоти (Дж, кДж, Вт) і отримують також у вигляді таблиць.

Дані теплового балансу дозволяють оцінити нерациональне використання тепла, його втрати і намітити шляхи та об'єми використання теплових відходів.

Аналіз матеріальних та теплових балансів різних технологічних процесів переробки сировини дозволяє визначити найбільш раціональні, з меншими витратами матеріалів та енергії.

**Задача 2.** Початкова сировина масою  $A$  (кг) включає  $B$  % домішок. В процесі переробки сировини №1 отримують  $B_1$  (кг) готової продукції,  $\Gamma_1$  (кг) – допоміжної та  $D_1$  (кг) – напівфабрикатів. В другому процесі отримують  $B_2$  готової продукції,  $\Gamma_2$  допоміжної та  $D_2$  (кг) – напівфабрикатів (табл. 2).

Складіть матеріальні баланси першого і другого технологічних процесів та визначте найбільш раціональний.

Таблиця 2.

Вихідні дані до задачі 2

Передостання цифра зал. кн.	Сировина, матеріали, продукція							
	A	B	$B_1$	$\Gamma_1$	$D_1$	$B_2$	$\Gamma_2$	$D_2$
1	500	3	350	60	50	360	80	10
2	400	2	310	50	20	320	50	10
3	800	9	680	30	20	700	10	15
4	700	8	550	70	30	540	100	15
5	600	7	470	75	15	480	70	10
6	1000	5	800	120	50	810	100	60
7	100	8	75	7	8	70	10	10
8	1000	7	750	50	70	740	100	30
9	100	6	65	5	10	60	10	10
0	1000	10	800	20	50	790	30	55

**Примітка:** свій варіант здобувачі вищої освіти обирають за передостанньою цифрою залікової книжки.



## **ПРАКТИЧНІ РОБОТИ № 5-6**

### **ВИТРАТИ ВИРОБНИЦТВА ПРИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПЕРЕТВОРЕННЯХ ТА ЇХ РОЗРАХУНОК**

**Мета роботи:** ознайомитись з структурою витрат виробництва при технологічних перетвореннях, структурою собівартості продукції, оволодіти навиками їх аналізу, групування та розрахунків.

#### **Методика розрахунку та теоретичні відомості**

Рівень технології будь-якого виробництва є одним з вирішальних факторів, що впливає на його економічні показники. Економічними показниками ефективності технологічних процесів є продуктивність, собівартість та якість продукції.

Показником, який найбільш комплексно характеризує ступінь використання всіх ресурсів на підприємстві, рівень техніки та технології, організації виробництва є собівартість.

Під собівартістю розуміють сукупність матеріальних і трудових витрат виробництва у грошовій формі, необхідних для виготовлення та реалізації продукції.

В собівартості враховують всі витрати, які забезпечують просте відтворення всіх засобів виробництва. Тому собівартість є нижньою межею для виробника і базою для визначення ціни товару.

У собівартість продукції включають такі види витрат:

1. На дослідження ринку і виявлення потреби у продукції.
2. Підготовку і освоєння нової продукції.
3. Прямі витрати, що пов'язані безпосередньо з виробництвом продукції (на сировину, матеріали, енергію, амортизацію основних фондів, оплату праці).
4. Витрати на організацію управління процесом виробництва (накладні).
5. Збут продукції (пакування, транспортування, реклама).
6. На розвідку і охорону природних ресурсів (рекультивация та охорона земель, геологорозвідувальні роботи, охорона природи).

7. Набір і підготовку кадрів.
8. Раціоналізацію виробництва (удосконалення технологій і організації виробництва).
9. Відрахування на соціальні потреби (соціальне страхування, фонди: пенсійний, зайнятості).
10. Обов'язкове страхування майна.
11. Сплата відсотків за фінансові кредити.

Собівартість, що включає всі перераховані види витрат називається **повною собівартістю**; та, що включає витрати тільки на виготовлення продукції – **виробничою**.

Розрізняють загальні витрати підприємства (на весь обсяг продукції за певний період) та питомі (на одиницю продукції).

Виробничі витрати в бухгалтерському обліку групують за економічними елементами витрат (закон “Про оподаткування прибутку підприємства”). Під **економічним елементом** розуміють сукупність однорідних за економічним змістом статей витрат. Виділяють такі елементи витрат:

1. Матеріальні витрати (без врахування зворотних відходів) (М).
2. Витрати на оплату праці (З).
3. Відрахування на соціальні потреби ( $V_{сп}$ ).
4. Амортизація основних засобів (А).
5. Інші витрати ( $C_i$ ).

Структура статей витрат виробництва за економічними елементами витрат представлена в таблиці 3.

Тоді виробнича собівартість продукції розраховується як сума витрат за економічними елементами (формула 3).

$$C_v = M + Z + V_{сп} + A + C_i. \quad (3)$$

При розрахунках витрат із величини матеріальних витрат вираховують вартість зворотних відходів. **Зворотні відходи** – це залишки матеріальних ресурсів (сировини, матеріалів), які згідно технології передаються до інших підрозділів як повноцінний матеріал.

Витрати на виплату основної і додаткової заробітної плати працівників включають будь-які види грошових і матеріальних доплат з врахуванням оплати за невідпрацьований час.

Таблиця 3.

## Структура статей виробництва за економічними елементами витрат

№ з/п	Економічні елементи витрат	Статті витрат
1.	Матеріальні витрати (М)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вартість сировини, матеріалів;</li> <li>- вартість природної енергії;</li> <li>- вартість палива;</li> <li>- вартість купованих комплектуючих виробів;</li> <li>- вартість напівфабрикатів;</li> <li>- плата за воду;</li> <li>- вартість зворотних відходів (відраховують із матеріальних витрат);</li> <li>- транспортно-заготівельні.</li> </ul>
2.	Оплата праці (З)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основна зарплата виробничих робітників;</li> <li>- основна зарплата управлінців;</li> <li>- додаткова зарплата виробничих працівників та управлінців: премії, доплати, оплата за невідпрацьований час.</li> </ul>
3.	Відрахування на соціальні потреби (37,5 %) (В <sub>сп</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- соціальне страхування;</li> <li>- пенсійний фонд;</li> <li>- фонд сприяння зайнятості населення.</li> </ul>
4.	Амортизація основних засобів (А)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- відрахування на повне відновлення;</li> <li>- капітальний ремонт основних виробничих фондів.</li> </ul>
5.	Інші витрати (С <sub>i</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- витрати на страхування майна і працівників;</li> <li>- витрати на сертифікацію і митні збори;</li> <li>- витрати по набору працівників;</li> <li>- відрахування до позабюджетних фондів (будівництво, ремонт шляхів, інноваційний фонд, тощо);</li> <li>- утримання і ремонт споруд та обладнання;</li> <li>- оренда приміщень, обладнання (лізінг);</li> <li>- послуги зв'язку та обчислювальних центрів;</li> <li>- банківські послуги;</li> <li>- сплата відсотків за кредити;</li> <li>- витрати на техніку безпеки.</li> </ul>

Виробнича собівартість характеризує ефективність виробництва в цілому, бо враховує всі витрати підприємства незалежно від того де і на що вони були затрачені.

Більш детально вплив технології на економічні показники проявляються при складанні калькуляцій.

**Калькулювання** – це обчислення собівартості окремих виробів (основної і побічної продукції), послуг, робіт. В основу розрахунків покладено цільове призначення витрат.

При калькулюванні витрати групують за калькуляційними статтями і обраховують на одиницю продукції.

Типова номенклатура включає 10 статей:

1. Сировина і матеріали.
2. Технологічна енергія.
3. Основна заробітна плата виробничих робітників.
4. Додаткова заробітна плата виробничих робітників.
5. Відрахування на соціальні потреби.
6. Утримання і експлуатація машин і устаткування.
7. Підготовка і освоєння виробництва.
8. Позавиробничі витрати (витрати на маркетинг).
9. Загальновиробничі витрати.
10. Загальногосподарські витрати.

Перші 7 статей складають цехову собівартість виробу, 9-ть статей – виробничу собівартість, а сума всіх 10-ти – повну собівартість виробленої продукції. Структура цехової та виробничої собівартості приведена в табл.4.

Стаття “Сировина і матеріали” містить витрати на матеріальні сировинні ресурси виходячи з норми їх витрат і ціни. Із вартості сировини і матеріалів відраховують зворотні відходи за ціною їх можливого використання або продажу.

Стаття “Технологічна енергія” включає витрати на енергію, яка безпосередньо використовується у технологічному процесі.

Стаття “Додаткова зарплата” обчислюється в відсотках від основної, а “Відрахування на соціальні потреби” – у відсотках від суми основної і додаткової зарплати.

Стаття “Утримання та експлуатація машин і устаткування” є комплексною і враховує витрати пов’язані з

налагоджуванням та ремонтом основного технологічного обладнання, оплатою праці експлуатаційного персоналу.

Таблиця 4.

Структура цехової та виробничої собівартості виробів

№ з/п	Калькуляційні статті	Види витрат
1	2	3
1.	Сировина і матеріали (М)	- сировина; - основні і допоміжні матеріали; - напівфабрикати; - комплектуючі, що закуповуються; - транспортно-зготівельні; - зворотні відходи (відраховують).
2.	Технологічна енергія (Е <sub>т</sub> )	- паливо; - електроенергія; - газ; - гаряча вода та пара.
3.	Основна зарплата (З <sub>о</sub> )	- оплата праці робітників, що безпосередньо зайняті у технологічному процесі; - доплата з фонду зарплати.
4.	Додаткова зарплата (З <sub>д.р.</sub> )	- оплата відпусток; - доплата за виконання додаткових функцій.
5.	Відрахування на соціальні потреби (В <sub>сп</sub> )	- соціальне страхування; - пенсійний фонд; - фонд сприяння зайнятості населення.
6.	Утримання та експлуатація машин і устаткування (У)	- амортизаційні відрахування; - електроенергія технологічна; - пальне нетехнологічне; - технічний інструмент налагодження; - ремонт машин та устаткування; - оплата праці налагоджувальників устаткування; - відрахування на соціальні потреби налагоджувальників устаткування.
7.	Підготовка і освоєння виробництва (П)	- освоєння нових виробництв; - освоєння нової продукції; - видобувні, підготовчі роботи.
8.	Позавиробничі витрати (П <sub>зв</sub> )	- маркетинг.

1	2	3
9.	Загально-виробничі витрати (цехові, Ц <sub>і</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- зарплата робітників управління цеху;</li> <li>- зарплата спеціалістів і обслуговуючого персоналу;</li> <li>- відрахування на соціальні потреби вказаних робітників;</li> <li>- амортизаційні відрахування по будовах і спорудах загальновиробничого призначення; їх утримання і ремонт;</li> <li>- охорона праці;</li> <li>- відрядження;</li> <li>- поштово-канцелярські послуги.</li> </ul>
10.	Загально-господарські витрати (Г)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- витрати аналогічні п.9, тільки на рівні підприємства;</li> <li>- витрати на досліди і винахідництво;</li> <li>- підготовка кадрів;</li> <li>- оплата банківських послуг;</li> <li>- обов'язкові платежі.</li> </ul>

Стаття “Загальновиробничі витрати” – це витрати на управління виробництвом і господарське обслуговування в межах цеху.

Стаття “Загальногосподарські витрати” є такими ж за складом, як і загальновиробничі, тільки на рівні підприємства як єдиної системи.

Витрати на створення нових і вдосконалення існуючих технологій, пов'язаних з проведенням науково-дослідних робіт, на модернізацію устаткування і реконструкцію основних фондів до собівартості продукції не включаються, а здійснюються за рахунок прибутку.

Згідно структури витрат за статтями калькуляцій цехова собівартість виготовлення виробу розраховується за формулою 4.

$$C_{ц} = M + E_{м} + Z + B_{сп} + У + Ц_{і} \quad (4)$$

При складанні калькуляції собівартості одиниці продукції застосовують норми витрат за сировиною, матеріалами, паливом, енергією в натуральних одиницях, а потім перераховують їх в грошову форму, за діючими цінами.

У сукупності витрат розрізняють витрати основні (сировина, матеріали, технологічна енергія, зарплата виробничих робочих) та такі, що пов'язані з обслуговуванням процесу виробництва та управління ним.

Співвідношення витрат за різними статтями собівартості залежить від виду технологічного процесу.

Витрати на матеріали, сировину у хімічній промисловості сягають до 70 %.

В залежності від особливостей структури витрат на виробництво продукції розрізняють технології: матеріалоемкі, енергоємкі, фондоемкі, працеемкі.

Для **матеріалоемких технологій** характерна висока питома вага матеріальних витрат – до 60 – 80 %. Це харчова, легка промисловість, хімічна, нафтохімічна, машинобудування та металообробка.

**Фондоемкі технології** характеризуються високою питомою вагою амортизації (нафтовидобувна галузь, електроенергетика).

**Працеемкі технології** характеризуються високою питомою вагою заробітної плати (вугледобувна промисловість).

**Енергоємкі технології** характеризуються високою питомою вагою технологічної енергії (виробництво алюмінію).

**Задача 3.** Провести аналіз та угруповання нижченаведених статей виробництва, визначити виробничу собівартість та співвідношення витрат.

1. Вартість початкової сировини –  $500+N$  т. грн.
2. Покупні матеріали та упакування –  $50+N$  т. грн.
3. Транспортні послуги на доставку продукції на склад –  $5+N$  т. грн.
4. Навчання робітників –  $10+N$  т. грн.
5. Премії робітникам –  $25+N$  т. грн.
6. Вартість покупних напівфабрикатів –  $250+N$  т. грн.
7. Вартість оренди приміщення –  $10+N$  т. грн.
8. Транспортні послуги на доставку сировини –  $15+N$  т. грн.
9. Основна зарплата наладчиків –  $80+N$  т. грн.

10. Вартість електроенергії на роботу обладнання –  $200+N$  т. грн.
11. Витрати на опалення цеху –  $120+N$  т. грн.
12. Плата робітникам за шкідливі умови –  $30+N$  т. грн.
13. Зарплата апарату управління –  $80+N$  т. грн.
14. Амортизація обладнання –  $60+N$  т. грн.
15. Очищення стічних вод –  $25+N$  т. грн.
16. Поточний ремонт обладнання –  $6+N$  т. грн.
17. Зарплата виробничих робочих –  $50+N$  т. грн.
18. Сплата процентів за кредити –  $5+N$  т. грн.
19. Вартість засобів охорони праці –  $50+N$  т. грн.

**Задача 4.** Скласти калькуляцію на матеріали при виготовленні корпусу редуктора. Корпус виготовляють з виливка, який закупають за оптовою ціною  $2,32*N$  грн/шт. Витрати на транспортування виливків складають  $190*N$  грн. Зворотні відходи при виготовленні корпусів складають  $4400+N$  кг, вартість відходів  $0,025*N$  грн/кг. Послуги зв'язку при закупівельних операціях  $60+N$  грн. Закуплено 1000 шт. виливок і виготовлено 1000 корпусів.

*Примітка:*  $N$  у задачах 3 та 4 – порядковий номер здобувача вищої освіти у журналі викладача.

## **ПРАКТИЧНІ РОБОТИ № 7 – 8 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ПОРІВНЯННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ВИРОБІВ**

**Мета роботи:** ознайомитись з методикою порівняння технологічних процесів у промисловості і набути навичок проведення порівняльних розрахунків та визначення ціни заготовок.



## Методика розрахунку та теоретичні відомості

### 5.1. Економічне порівняння технологічних процесів

Економічну оцінку технологічних процесів у машинобудівництві (механообробка) можна провести за наближеною методикою, в основу якої покладено визначення собівартості однієї деталі:

$$C_1 = a + b/N \quad (5)$$

де,  $a$  – питомі поточні витрати, грн.;  $N$  – кількість виготовлених деталей (за рік, квартал, місяць), од.;  $b$  – одноразові витрати на виготовлення заданої кількості деталей, грн.

Собівартість заданої партії деталей знаходять за формулою 6.

$$S = a \cdot N + b \quad (6)$$

Поточні витрати визначаються трьома складовими за рівнянням 7.

$$a = m + Z + p \quad (7)$$

де,  $m$  – витрати на матеріали та технологічну енергію, грн.

$$m = q_m \cdot C_m - q_0 \cdot C_0 \quad (8)$$

де,  $q_m$  – та  $q_0$  – маси витрачених матеріалів та зворотних відходів, кг;  $Z$  – витрати на зарплату виробничим робочим та відрахування на неї, грн.;  $p$  – накладні витрати на реалізацію технологічного процесу поточного характеру (амортизаційні відрахування на обладнання, витрати на опалення, освітлення, ріжучий та вимірювальний інструмент загального призначення, утримання управлінського персоналу, підсобних робочих), грн. Вони розраховуються окремо за кожною статтею або нараховуються у % до основної зарплати.

Одноразові витрати визначаються із рівняння 9.

$$b = Z_n + i \cdot k \quad (9)$$

де,  $Z_n$  – заробітна плата наладчиків обладнання, грн.;  $i$  – вартість спеціального технологічного улаштування (штампів, форм, спеціалізованих інструментів), грн.;  $k$  – коефіцієнт, що враховує термін служби улаштування та витрати на його експлуатацію.

Економічну оцінку двох і більше технологічних процесів здійснюють шляхом побудови графіків залежності собівартості (S) від кількості виготовленої продукції (N) (рис.4).

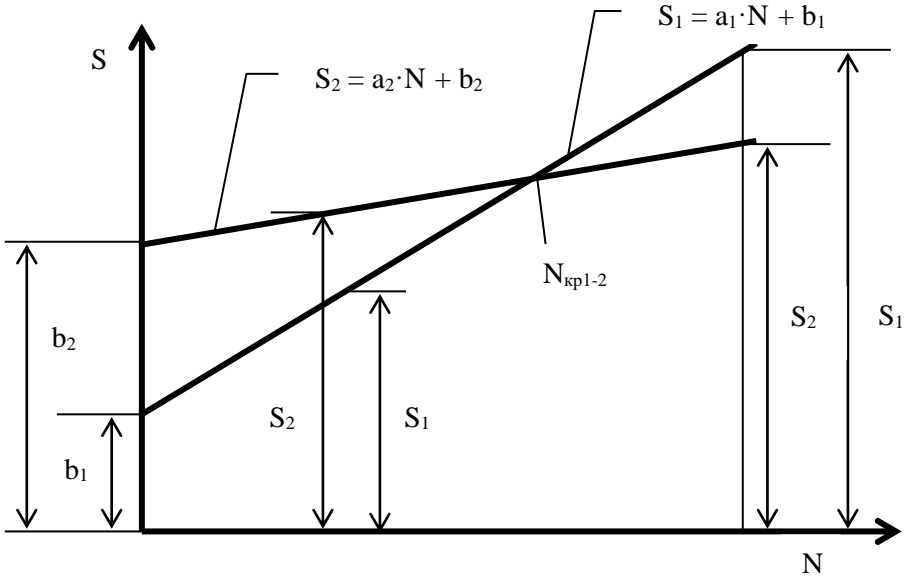


Рис. 4. Схематичний графік техніко-економічного порівняння двох технологічних процесів виготовлення виробів

Аналіз графіка показує, що існує певна кількість продукції ( $N_{кр}$  – критична партія продукції), коли собівартості за технологічними процесами №1 та №2 однакові, тобто процеси рівноцінні.

Величину критичної партії знаходять за рівнянням 10.

$$N_{кр} = \frac{b_2 - b_1}{a_1 - a_2} \quad (10)$$

При річному (заданому) виготовленні деталей у кількості  $N \leq N_{кр}$  економічно вигідним є перший ТП, тому що  $S_1 < S_2$ , а при заданій кількості виробів  $N > N_{кр}$  доцільніше застосовувати другий технологічний процес, оскільки  $S_1 < S_2$ .

Остаточне рішення приймається після детального аналізу всіх основних техніко-економічних показників виробництва.

**Задача 5.** Виконати розрахунки, графічні побудови та провести порівняння трьох технологічних процесів виготовлення виробу (знайти всі критичні точки та межі економічно доцільної кількості виробів). Можливе річне замовлення виготовлення виробів коливається в межах від 50 до 400 одиниць.

Вихідні дані представлені в таблиці 5.

Таблиця 5.

Вихідні дані технологічних процесів

Номер ТП	а, ум.од.	З <sub>н</sub> , ум.од.	і, ум.од.	к
ТП1	1,6 + Q	6,0 + Q	5,0 + Q	0,6 · Q
ТП2	1,4 + Q	21,0 + Q	10,0 + Q	0,8 · Q
ТП3	1,2 + Q	46,0 + Q	30,0 + Q	0,9 · Q

**Примітка:** Q у задачі 5 – порядковий номер здобувача вищої освіти у журналі викладача поділений на 10.

## 5.2. Визначення ціни заготовок у машинобудівництві

Ціна продукції являє собою грошовий вираз її вартості. В основу розрахунків покладені знання собівартості, запланованих норм прибутку та відповідних податків.

Враховуючи, що визначення ціни деталей чи виробів є достатньо трудомістким процесом, що вимагає детальної розробки ТП виготовлення виробів та значних розрахунків, часто для попереднього обґрунтування вибраних способів виготовлення заготовок користуються чинними цінами (базовими цінами) на прокат, виливки, кованки, штамповки в залежності від виду матеріалу, їх маси, розмірів, річного замовлення тощо.

Ціну чи вартість ТП у цьому випадку визначають наближено. Для визначення дійсних цін потрібно враховувати ринкові ціни та індексування цін.

У ціну готової деталі включають вартість вихідної заготовки, оплату праці робітників заготівельної та обробних операцій з врахуванням терміну їх виконання, накладних витрат з прибутками відповідно для заготівельного та інших цехів.

Річний економічний ефект для нового та діючого у виробництві ТП визначають як різницю ціни деталей з врахуванням річного випуску деталей:

$$E = (C_{Д2} - C_{Д1}) \cdot N \quad (11)$$

Ціну заготовок визначають в залежності від їх видів.

Ціну заготовок із сортового та спеціального прокату визначають за рівнянням 12.

$$C_{сп} = 0,001 \cdot [G_3 \cdot C_3 - (G_3 - G_д) \cdot C_{вп}] + C_{об} \quad (12)$$

де,  $C_{сп}$  – ціна заготовки з прокату, грн;  $C_3$  – базова ціна однієї тони металу прокату, грн./кг;  $C_{вп}$  – ціна відходів, грн./кг;  $C_{об}$  – вартість технологічних процесів відокремлення, виправлення та калібрування заготовок, грн;  $G_3$  та  $G_д$  – маси відповідно заготовки та готової деталі, т.

Ціна вилика (для певної деталі) розраховується за формулою 13.

$$C_в = 0,001 \cdot [C_{бв} \cdot G_в \cdot k_{мв} \cdot k_{св} \cdot k_{мб} \cdot k_{пмв} \cdot k_{см} - (G_3 - G_д) \cdot C_{вх}] \quad (13)$$

де,  $C_в$  – ціна вилівка, грн.;  $C_{бв}$  – базова ціна виливків, виготовлених із відповідного матеріалу (чавун), грн/кг;  $G_в$  – маса вилівка, кг;  $k_{мв}$ ,  $k_{св}$ ,  $k_{мб}$ ,  $k_{пмв}$ ,  $k_{см}$  – коефіцієнти відповідно точності розмірів, конструктивної та технологічної складності вилівка, марки матеріалу, програми річного замовлення, маси вилівка й відносного потоншення основних стінок вилівка у порівнянні з базовою товщиною. Значення базових цін та коефіцієнтів наводяться у спеціальній літературі;  $C_{вх}$  – ціна відходів матеріалів у вигляді шматків, стружки або порошку.

За аналогічними формулами розраховують ціни на кованки та штампованки.

За конструктивною та технологічною складністю вилівки поділяють на шість груп. До ознак, за якими визначають складність виливків належать конфігурація, габарити, товщина основних стінок, кількість виступів, ребер, западин, порожнин, якість поверхонь.

Масу заготовок визначають за об'ємом та питомою масою металу за формулою 14.

$$G = V \cdot \gamma_0 \quad (14)$$

Ціну кованки, виготовленої гарячим штампуванням чи вільним куванням визначають з врахуванням базових цін кованок для базових матеріалів в залежності від її складності та необхідної точності, маси кованки та деталі, яка буде виготовлена з кованки, програми річного замовлення за формулою 15.

$$C_k = 0,001 \cdot [C_{бк} \cdot G_k \cdot k_{тк} \cdot k_{ск} \cdot k_{мк} \cdot k_{пк} \cdot k_{вк} - (G_3 - G_d) \cdot C_{вх}] \quad (15)$$

де,  $C_{бк}$  – базова ціна однієї тони кованок за відповідним прейскурантом для відповідного металу, грн./кг;  $G_k$  – маса кованки, кг;  $G_d$  – маса деталі, кг;  $C_{вх}$  – ціна відходів металу кованки, грн./кг;  $k_{тк}$  – коефіцієнт точності вимірів;  $k_{ск}$  – коефіцієнт складності кованки;  $k_{мк}$  – коефіцієнт марки матеріалу;  $k_{пк}$  – коефіцієнт програми річного замовлення;  $k_{вк}$  – коефіцієнт маси кованки.

**Задача 6.** Визначити ціну вилівка шківа за наступними даними:  $V_d = 0,0005269 \text{ м}^3$ ,  $V_b = 0,0010153 \text{ м}^3$ ,  $\gamma_{\text{чавуну}} = 7800 \text{ кг/м}^3$ ,  $C_{бв} = 760 + N$  грошових одиниць,  $k_{пв} = 1,00$ ;  $k_{св} = 1,00$ ;  $k_{мв} = 1,00$ ;  $k_{пмв} = 1,06$ ;  $k_{см} = 1,00$ .

**Задача 7.** Визначити ціну кованки валу виготовленого зі сталі. Річне замовлення 5000 од. Довідникові дані:  $V_d = 0,0010615 \text{ м}^3$ ;  $V_k = 0,0014904 \text{ м}^3$ ;  $\gamma_{см} = 8200 \text{ кг/м}^3$ ;  $C_{бв} = 916 + N$  грошових одиниць;  $k_{тк} = 1,15$ ;  $k_{ск} = 1,14$ ;  $k_{мк} = 1,23$ ;  $k_{пк} = 1,27$ ;  $k_{вк} = 0,87$ ;  $C_{вх} = 250 + N$  грошових одиниць.

**Примітка:**  $N$  у задачах 6 та 7 – порядковий номер здобувача вищої освіти у журналі викладача.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 9 РОЗРАХУНКОВІ МЕТОДИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

**Мета роботи:** ознайомитись з методикою оцінки точності параметрів якості продукції та оволодіти навиками дослідно-статистичних розрахунків у технологічних процесах.

## **Методика розрахунку та теоретичні відомості**

При визначенні можливості застосування будь-якого технологічного процесу для виготовлення продукції з певними (заданими) параметрами якості виникає необхідність оцінки змін точносних характеристик та визначення їх відповідності вимогам, встановлених нормативами.

Точносні характеристики параметрів застосовують для оцінки різних показників якості, особливо призначення та надійності.

Такі показники як габаритні розміри, речовинний склад, вага, твердість, міцність, шаростійкість вимагають конкретних точних даних з врахуванням можливих змін у часі.

При проведенні аналізу якості продукції за даними операцій та процесів використовують розрахункові, дослідно-статистичні, реєстраційні та експертні методи.

**Розрахункові** методи засновані на використанні математичних моделей зміни параметрів якості продукції та враховують природні процеси зносу, старіння, температурних деформацій тощо.

**Дослідно-статистичні** (вимірювальні) методи засновані на використанні даних вимірювань параметрів якості продукції при спеціальних випробуваннях.

Дослідно-статистичні методи використовують переважно на стадії виготовлення продукції.

**Реєстраційні методи** – не потребують проведення спеціальних вибіркового обслідувань і засновані на аналізі інформації за технологічними операціями та процесами, що отримується в процесі управління підприємством. Ця інформація повинна бути повною і достовірною, відповідати нормативним вимогам.

**Експертні методи** – засновані на використанні результатів опитування групи експертів, які досконало знають про характеристики, особливості, параметри відповідної технологічної системи та про фактори, що впливають на якість продукції цієї системи. Склад експертної групи та методика опитування повинні відповідати вимогам держстандартів.

При проведенні аналізу точності параметрів якості використовують методи прикладної статистики, теорії планування експериментів, кореляційного та регресійного аналізу.

За кожним параметром розраховують коефіцієнт точності:

$$K_m = \frac{\omega}{T} \quad (16)$$

де,  $\omega$  – різниця максимального та мінімального значень параметру (поле розсіювання), визначається із рівняння 17.

$$\omega = L \cdot S \quad (17)$$

де,  $L$  – коефіцієнт, що залежить від закону розподілу параметру;  $S$  – середнє квадратичне відхилення параметру;  $T$  – допуск на нормативне відхилення параметру. Для нормального закону розподілу  $\omega = 6 \cdot S$ .

Визначення параметрів точності у технологічних системах ґрунтується на методі **статистичної обробки миттєвих вибірок**, який передбачає наступну методику розрахунку:

1. Знаходимо середнє значення вибірки.

Якщо результати вимірювань  $x_i$  отримані в абсолютних значеннях параметра, то середнє арифметичне значення вибірки або центр розсіювання визначають за формулою 18.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (18)$$

де,  $n$  – кількість вимірювань (виборок) у партії виробів.

Якщо ж результати  $x_i$  записані як відхилення від заданого відліку  $x_0$ , то середнє арифметичне значення вибірки або центр розсіювання визначають за формулою 19.

$$\bar{x} = x_0 + \frac{\sum x_i}{n} \quad (19)$$

2. Визначаємо середньоквадратичного відхилення за формулою 20.

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (20)$$

3. Знаходимо помилку для середньої арифметичної величини за рівнянням 21.

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (21)$$

4. Визначаємо коефіцієнт варіації за формулою 22.

$$V = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100\% \quad (22)$$

Змінюваність вважається незначною, якщо коефіцієнт варіації менше 10%.

Абсолютна величина помилки середньої арифметичної величини, так само як і стандартне відхилення, недостатньо зручні для користування. Тому помилку середньої арифметичної величини виражають у відсотках і називають **точністю вимірювань**.

5. Знаходимо точність вимірювання за формулою 23.

$$S_{\bar{x} \%} = \frac{S_{\bar{x}}}{\bar{x}} \cdot 100\% \quad (23)$$

Точність менше 1% є високою.

6. Проводимо оцінку достовірності вимірювань.

Результати вимірювань параметрів якості оцінимо з позиції достовірності отриманих значень методом довірчих інтервалів.

Довірчим інтервалом для будь-якої величини  $x$  буде інтервал:

$$I_{\bar{x}} = (\bar{x} - \varepsilon \div \bar{x} + \varepsilon) \quad (24)$$

в якому значення  $\varepsilon$  визначають за формулою 25 або 26:

$$\varepsilon = \frac{t_{\gamma} \cdot S}{\sqrt{n}} \quad (25)$$



$$\varepsilon = t_{\gamma} \cdot S_x \quad (26)$$

де,  $t_{\gamma}$  – квантиль розподілу Стьюдента, що визначається для заданої довірчої ймовірності  $\gamma$  за табл. 6 в залежності від рівня значимості  $\alpha = 1 - \gamma$  та числа ступенів свободи  $k = n - 1$ ;  $S$  – середньоквадратичне відхилення.

Таблиця 6.

Значення квантилю розподілу Стьюдента  $t_{\gamma}$

k	Рівень значимості, $\alpha$						
	0,80	0,40	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,325	1,376	3,079	6,314	12,706	31,821	63,657
2	0,289	1,061	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	0,277	0,978	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	0,271	0,941	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	0,267	0,920	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	0,265	0,906	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	0,263	0,896	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	0,262	0,889	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	0,260	0,883	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	0,260	0,879	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169
11	0,259	0,876	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	0,259	0,873	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	0,258	0,870	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	0,258	0,868	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
15	0,258	0,866	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947
16	0,257	0,865	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921
17	0,257	0,863	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898
18	0,257	0,862	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878
19	0,257	0,861	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861
20	0,257	0,860	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845
21	0,257	0,859	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831
22	0,256	0,858	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
23	0,256	0,858	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807
24	0,256	0,857	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797
25	0,256	0,856	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787
26	0,256	0,856	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779

Продовження таблиці 6.

1	2	3	4	5	6	7	8
27	0,256	0,855	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771
28	0,256	0,855	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763
29	0,256	0,854	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
30	0,256	0,854	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750
40	0,255	0,851	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704
60	0,254	0,848	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660
120	0,254	0,845	1,289	1,685	1,980	2,358	2,617
$\infty$	0,253	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576

7. У більшості випадків параметр, що знаходиться розподіляється за нормальним законом, коли центр розсіювання за часом не зміщується. В такому випадку довірчий інтервал для S визначають за формулою 27.

$$I_s = \left( S \sqrt{\frac{n-1}{\chi_1^2}} \div S \sqrt{\frac{n-1}{\chi_2^2}} \right) \quad (27)$$

де, величини  $\chi_1^2$  та  $\chi_2^2$  – значення критерію погодження Пірсона, що визначається в залежності від числа ступенів свободи,  $k = n - 1$  та ймовірності P за табл. 7.

Таблиця 7.

Значення  $\chi^2$  в залежності від P та k

k	P					
	0,005	0,025	0,05	0,95	0,995	0,999
1	2	3	4	5	6	7
1	7,80	5,0	3,8	0,004	0,001	0,00
3	13,00	9,3	7,8	0,35	0,20	0,01
5	17,00	12,7	11,0	1,10	0,83	0,15
7	20,50	16,0	14,0	2,20	1,70	0,60
10	25,00	20,5	18,5	4,00	3,20	1,50
15	33,00	27,5	25,0	7,40	6,20	3,40
20	40,00	34,0	31,0	11,0	9,60	6,00
25	47,00	40,5	38,0	14,5	13,0	8,60
30	54,00	47,0	44,0	18,5	16,7	11,5
36	62,00	54,0	51,0	23,0	20,2	15,0
40	66,00	60,0	56,0	26,0	24,0	18,0
46	74,00	66,0	62,0	31,0	29,0	21,0

Продовження таблиці 7

1	2	3	4	5	6	7
50	78,00	72,0	68,0	35,0	32,0	24,0
56	86,00	78,0	74,0	40,0	37,0	28,0
60	92,00	84,0	78,0	41,0	40,0	31,0
66	98,00	90,0	86,0	48,0	46,0	36,0
70	104,00	95,0	90,0	52,0	48,0	39,0

При аналізі результатів вимірювань довірча ймовірність  $\gamma$  приймається достатньо високою (у 90 випадків із 100 значення суттєві 0,9; 0,95; 0,99) в залежності від рівня вимог до якості продукції.

$$P = \frac{1-\gamma}{2} - \text{для } \chi_1^2 \quad (28)$$

$$P = 1 - \frac{1-\gamma}{2} - \text{для } \chi_2^2 \quad (29)$$

8. За результатами  $P$  знаходимо із табл. 7 значення  $\chi_1^2$  і  $\chi_2^2$ , підставляємо їх у формулу 27 та знаходимо довірчий інтервал для відповідної вибірки.

**Задача 8.** При обробці валу на токарному верстаті у виборці із 5 деталей отримали відхилення діаметра від заданого ( $13 + N$  мм):  $0,25 + N$ ;  $0,28 + N$ ;  $0,26 + N$ ;  $0,10 + N$ ;  $0,14 + N$  мм. Визначити точність обробки валу.

**Примітка:**  $N$  у задачі 8 – порядковий номер здобувача вищої освіти у журналі викладача поділений на 10.

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 10. АНАЛІЗ ТА ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ ЕКСПЕРТНИМ МЕТОДОМ**

**Мета роботи:** ознайомлення з показниками якості продукції, методами їх оцінки та оволодіння навиками оцінювання показників та критеріїв якості органолептичним методом.

### **Методика розрахунку та теоретичні відомості**

Якість продукції в системах технологій є єдиним із найважливіших комплексних показників, що характеризує ефективність технологічних перетворень.

Якість виробів формується з врахуванням вимог споживачів, закладається на стадіях проектування та виготовлення і проявляється у процесі експлуатації або використання.

Оцінка якості на всіх названих стадіях є складним процесом, що вимагає різнобічних знань та навичок.

Усе різноманіття існуючих показників для оцінки та аналізу якості продукції в системах технологій об'єднують у вісім груп: призначення, надійності та довговічності, технологічності, стандартизації та уніфікації, ергономічні, естетичні, патентно-правові, економічні.

**Показники призначення** характеризують безпосередній корисний ефект або корисну роботу при використанні продукції за призначенням, ступінь технічної досконалості продукції та конструктивні особливості виробу. Для їх визначення використовують конкретні критерії технічного характеру, дані паспортів, сертифікатів, лабораторно-дослідних випробувань.

**Показники надійності та довговічності** характеризують властивості виробів (товарів, споруд, пристроїв, машин, механізмів тощо) виконувати закладені функції на протязі достатньо довгого проміжку часу без відмов, зберігати довгий час роботоздатність при умові виконання необхідного технічного обслуговування. Для їх оцінки використовують

спеціальні показники: безвідмовність, ремонтпридатність, відновлюваність, термін служби, технічний ресурс, тощо.

**Показники технологічності** відображають властивості виробів бути виготовленими на високому технологічному рівні, тобто з найменшою трудомісткістю процесів, найвищою продуктивністю, сучасними технологіями, з мінімальними затратами матеріальних, енергетичних та трудових ресурсів.

Поняття технологічності є дуже ємкісне, визначається за спеціальними методиками шляхом аналізу конструкції виробу, наявності в ньому уніфікованих деталей, відповідності матеріалу, сировини, форми, будови, складу, розмірів, точності виготовлення сучасним технологічним операціям та процесам в умовах їх механізації та автоматизації.

**Показники стандартизації** відображають ступінь використання у виробках стандартизованих елементів, деталей, вузлів та рівень їх уніфікації, тобто рівень використання елементів одного розміру, форми, їх повторюваність, можливість їх взаємозаміни.

**Ергономічні показники** характеризують вироби на відповідність гігієнічним, антропометричним, фізіологічним та психологічним особливостям людини. Вони відображають умови роботи або проживання (освітлення, шум, токсичність, вологість); зручність користування; відповідність формі тіла людини, силовим, слуховим та зоровим її можливостям; безпечність користування; можливості змінювати виробом ергономічні показники на вимогу людини та пристосуватись до її вимог.

**Естетичні показники** відображають естетичні, художні якості продукції, оригінальність, гармонічність, відповідність моді, стилю, художній смак тощо.

**Патентно-правові** показники характеризують можливості реалізації продукції без перешкод в певній країні шляхом захисту її документами на власність – патентами, авторськими свідоцтвами на винахід, ліцензіями, документами “ноу-хау” та захист від підробки.

**Економічні показники** відображають рівень витрат на розробку, виготовлення та експлуатацію продукції через

загальновідомі економічні критерії – собівартість, питомі поелементні витрати, економічний ефект, ціна тощо.

Структура показників якості та їх критеріїв залежить від галузі, типу виробництва та призначення самого виробу.

Орієнтовний їх перелік для промислових виробів представлений в таблиці 8.

Таблиця 8.

Орієнтовний перелік показників та критеріїв якості промислових виробів

№ з/п	Групи показників якості	Показники якості та їх критерії (ознаки)
1	2	3
1.	Призначення	- потужність, продуктивність; - склад та будова; - фізичні, хімічні, механічні, біологічні параметри та властивості (вага, розміри, точність, кількість, час, міцність, твердість, витривалість, жаростійкість тощо).
2.	Надійність	- безвідмовність (час, кількість циклів, технічний ресурс); - довговічність (строк служби); - ремонтпридатність (заміна частин); - збереженість.
3.	Технологічність, стандартність	- відповідність форми, матеріалів, розмірів, точності поверхонь; - стандартність конструкцій, деталей; - типорозмірність та повторюваність; - складність монтажу, підготовки та технічного обслуговування.
4.	Ергономічність	- гігієнічність (освітлення, шум, токсичність, вологість, забрудненість, безпечність); - антропометричність (відповідальність формі тіла, зоровим, слуховим та силовим можливостям людини); - психологічність, фізіологічність.
5.	Естетичність	- виразність; - оригінальність; - гармонічність; - відповідність моді, стилю; - художній смак.

Продовження таблиці 8.

1	2	3
6.	Патентність	- захищеність патентами на винаходи, свідоцтвами на торгову марку, ліцензіями, документами “ноу-хау”.
7.	Економічність	- ціна; - собівартість; - економічний ефект; - матеріаломісткість; - енергоємність; - трудомісткість; - виробіток.

Оцінюється кожний критерій або показник окремо з одночасним уточненням самого переліку показників та критеріїв. При цьому процесу оцінювання передують побудова дерева якостей виробу у вигляді таблиці, де показують підпорядкованість критеріїв, показників та груп показників і їх вагові коефіцієнти.

Для конкретних виробів показники і критерії уточнюються і конкретизуються в залежності від призначення виробу. Його будови, конструктивних та класифікаційних характеристик, методів оцінки, що використовуються та можливостей експертів.

**Вимірвальні методи** передбачають отримання за допомогою лабораторних, стендових, виробничих досліджень конкретних технічних характеристик у фізичних одиницях з подальшою обробкою їх методами математичної статистики.

**Органолептичні методи** дозволяють провести оцінку показників експертним шляхом за даними органів чуттів людини (зору, слуху, смаку, нюху, дотику) та досвіду за бальною системою. При цьому застосовують систему оцінок від 0 (“погано”) до 5 (“відмінно”) з градацією через 1 бал.

Вагові коефіцієнти визначають в долях одиниці для сукупності груп показників. Тобто структура дерева якостей може мати три рівні: перший для критеріїв, другий для показників, третій для груп показників.

Алгоритм експертної оцінки якості будь-якого виробу з елементами **органолептичного методу** та розрахунку комплексного показника включає в себе наступні етапи:

1. Аналіз будови виробу і визначення його службового призначення та можливих корисних ефектів. Службове призначення формулюється у вигляді мети та завдань.

2. Уточнення основних груп показників якості за таблицею 8.

3. Визначення для кожної із груп сукупності показників якості, їх критеріїв та ознак.

4. Проведення оцінювання за бальною системою показників якості і визначення усередненого показника для кожної із груп.

5. Визначення вагових коефіцієнтів для кожної із груп в залежності від призначення виробу і розрахунок комплексного показника якості.

Службове призначення виробу повинно носити конкретний характер з наведенням параметрів користування. При цьому виділяють основне або головне призначення і можливі побічні ефекти при користуванні виробом.

Підбір груп, показників, критеріїв та ознак, що якісно їх розкривають, здійснюють виходячи із умов, що оцінювання буде проводитись за бальною системою з використанням органів чуттів людини. Тому вони підбираються таким чином, щоб оцінку можна було провести без технічних вимірювальних пристроїв.

**Приклад: Розглянемо процес підбору критеріїв, показників якості та їх ознак для такого виробу як сірники.**

*Основне призначення сірників* – отримання локального полум'я, яке повинно легко отримуватись шляхом тертя головки сірника об бічну площину коробки та довго утримуватись за рахунок стабільного горіння сірника.

Аналізуючи фактори, що впливають на рівень корисного ефекту, визначимо перелік *показників призначення*, які можна встановити без складних експериментів. Так, для сірників це можуть бути:

- ✓ вид та форма полум'я;



- ✓ тривалість горіння сірника;
- ✓ маса сірки на сірниках;
- ✓ товщина сірчаного шару на коробці;
- ✓ ширина сірчаної смужки;
- ✓ шорсткість сірчаного покриття;
- ✓ кількість сірників у коробці;
- ✓ твердість сірчаної головки;
- ✓ твердість сірника, стійкість на злам, тощо.

Для більш точної оцінки критеріїв та показників у балах бажано проводити їх порівняння з показниками виробів – еталонів або виробів – аналогів інших фірм (для сірників бажано порівняти сірники виробництва України, Білорусії, Польщі).

Аналогічно підбирають критерії для інших груп показників. Так, *надійність* оцінюємо за критеріями:

- ✓ безвідмовність отримання полум'я;
- ✓ термін зберігання властивостей запалювання в екстремальних умовах;
- ✓ можливість відновлення втрачених властивостей.

*Технологічність та стандартність* передбачає оцінку матеріалу, форми, розмірів, точності обробки поверхонь, принципів монтажу, підготовки до користування (оцінюється за методологією, викладеною у занятті № 12). Технічного обслуговування існуючими технологіями.

*Ергономічність* оцінюємо за рівнем впливу на здоров'я людини, пристосованістю до параметрів людини, рівнем інформативності виробу та технологічної дії на людину.

Для оцінки використовуємо такі критерії:

- ✓ кількість і токсичність диму при горінні;
- ✓ небезпечність отримання опіків;
- ✓ зручність користування сірниками;
- ✓ зручність користування коробкою;
- ✓ зручність гасіння полум'я при необхідності;
- ✓ інформативність про процес горіння через органи зору, дотику, слуху, нюху;
- ✓ вплив на психологічний стан;
- ✓ зручність зберігання.

*Естетичність* вибору оцінюємо естетичними властивостями сірників та коробки через такі властивості:

- ✓ оригінальність форми сірників та коробки;
- ✓ оригінальність і гармонічність кольорів;
- ✓ оригінальність реклами;
- ✓ художній смак;
- ✓ відповідність моді, стилю.

*Патентно-правові* показники оцінюємо:

- ✓ повнотою відомостей про виробника;
- ✓ наявністю торгової марки;
- ✓ рівнем застосування нових конструктивних рішень;
- ✓ рівнем застосування нових технологічних рішень.

В групу *економічних* показників включимо:

- ✓ собівартість виробу;
- ✓ питомі витрати матеріалів, енергії;
- ✓ трудомісткість виготовлення;
- ✓ ціну одиниці продукції.

Оцінивши критерії за бальною системою, визначаємо осереднені оцінки для груп критеріїв як середнє арифметичне або з врахуванням ваги важливих критеріїв.

Комплексний показник якості сірників в цілому розраховуємо як середньозважену величину (табл. 9).

Таблиця 9.

Розрахунок комплексної оцінки якості сірників

№ з/п	Найменування групи показників	Осереднена оцінка в балах	Ваговий коефіцієнт	Середньозважений показник
1.	Призначення	4,5	0,2	0,90
2.	Надійність	4,2	0,2	0,84
3.	Технологічність	5,0	0,15	0,75
4.	Ергономічність	4,8	0,15	0,72
5.	Естетичність	3,6	0,15	0,54
6.	Патентність	4,0	0,05	0,20
7.	Економічність	4,0	0,10	0,40
<b>Разом</b>		-	1,0	4,35

Розрахунок комплексного показника якості виробу дозволяє порівняти декілька одноманітних за призначенням виробів.

**Задача 9.** Провести розрахунок комплексної оцінки якості виробу:

1. Простий олівець.
2. Настільний календар.
3. Кулькова ручка.
4. Книга.
5. Викрутка.
6. Зошит.
7. Блокнот.
8. Плоскогубці.
9. Ножиці.
10. Окуляри.

*Примітка:* свій варіант у задачі 9 здобувачі вищої освіти обирають за останньою цифрою залікової книжки.

## **ПРАКТИЧНІ РОБОТИ № 11-12 ОЦІНКА КОНСТРУКЦІЙ ВИРОБІВ НА ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ ВИГОТОВЛЕННЯ У ПРОМИСЛОВОСТІ**

**Мета роботи:** ознайомитись з методологією оцінки конструкцій виробів на технологічність виготовлення та оволодіння навичками оцінювання показників технологічності виробів експертним методом.

### **Методика розрахунку та теоретичні відомості**

Кожний виріб та його складові елементи (деталі, частини, вузли) повинні виготовлятися із мінімальними трудовими та матеріальними затратами. Трудоемкість та технологічність виготовлення виробів визначається в першу чергу їх конструктивними особливостями та вимогами на виготовлення і

закладається вже на стадії проектування та розробки конструкторської документації.

Кожний виріб або продукція повинні оцінюватись на технологічність виготовлення. Під **технологічністю** розуміють сукупність властивостей закладених у конструкції виробу, які дозволяють максимально використати переваги існуючих технологій та типових технологічних процесів і отримати продукцію з мінімальною трудоемкістю та мінімальними затратами ресурсів (продуктивним технологічним ефектом).

Позитивний технологічний ефект проявляється у мінімальних затратах праці та часу, сировини та матеріалів при виготовленні виробів того ж призначення та такого ж типу складових частин.

Вважається, що конструкція виробу буде технологічною, якщо дотримані такі вимоги:

- ✓ виріб складається із стандартних заготовок, отриманих найбільш раціональним способом;
- ✓ деталі виготовлені із стандартних заготовок, отриманих найбільш раціональним способом;
- ✓ розміри, форма, точність обробки поверхонь, властивості матеріалів відповідають існуючим технологіям виготовлення та можливостям застосування типових технологічних процесів.

Відпрацювання виробів на технологічність здійснюється на всіх етапах розробки конструкторської документації. Вже на стадії технічної пропозиції проводиться аналіз можливих варіантів конструкцій виробів з точки зору технологічності.

Ведеться аналіз принципової схеми, розробляється компоновка виробу, розчленування його на окремі деталі, виявляються оригінальні складові частини, які потребують розробки нових технологічних процесів, ведеться аналіз використаних матеріалів, максимальних та мінімальних розмірів, точності та чистоти обробки поверхонь, форми деталей. Можливостей ремонту та відновлення виробу при експлуатації.

Оцінюючи на технологічність будь-який виріб, конструктор повинен уявити та аналізувати можливі технології його виготовлення.

Оцінку на технологічність проводять на рівні окремих деталей а також на рівні виробу в цілому.

Оцінку технологічності виробу починають з аналізу його будови за робочими кресленнями або дослідним зразком. Проводять розчленування його на складові частини (деталі) і визначають їх характеристику (табл. 10).

Для кожної деталі виробу вказують: найменування; основне службове призначення; вид матеріалу, з якого вона буде виготовлена; переважна форма деталі за геометричними ознаками, необхідні габаритні розміри (максимальний та мінімальний); необхідна точність обробки поверхонь (низька, середня, висока, дуже висока); кількість типів одної деталі у виробі та повторюваність даної деталі у виробі.

Таблиця 10.

Складові елементи виробу та їх характеристика

№ деталі	Найменування деталі	Службове призначення деталі	Вид матеріалу	Опис форми деталі	Габаритні розміри		Точність обробки поверхонь	К-ть типорозмірів у виробі	Повторюваність у виробі
					max	min			
1									
2									
3									

Оцінку технологічності конструкції кожної деталі проводять експертним методом за бальною системою. Оцінка може бути від 1 до 5 балів в залежності від висновків експерта. При цьому оцінка буде тим вищою, чим вищі характеристики деталі за певними показниками.

На рівні деталей оцінюються наступні показники технологічності:

1. Стандартність конструктивних елементів ( $C_k$ ).
2. Відповідність форми ( $B_\phi$ ).
3. Відповідність матеріалу ( $B_m$ ).
4. Відповідність розмірів ( $B_p$ ).
5. Відповідність точності поверхонь ( $B_r$ ).
6. Типорозмірність ( $T$ ).
7. Повторюваність ( $\Pi$ ).

**Стандартність ( $C_k$ )** визначається аналізом числа стандартних конструктивних елементів в деталі та нестандартних (неординарних, оригінальних, що рідко зустрічаються). Чим більше нестандартних конструктивних елементів має деталь, тим оцінка в балах менша. Деталь, в якій всі конструктивні елементи стандартні, оцінюється на “5”, в якій всі нестандартні, оцінюється на “0” або “1”. Стандартні деталі це такі, які можуть бути замінені іншими, з інших виробів.

**Відповідність форми ( $V_f$ )** оцінюється на скільки форма деталі з точки зору виготовлення є складною. Враховують округлість, плоскість, кутоватість, наявність поглиблень, виступів, складних перетинань поверхонь. Чим складніша форма деталі, тим оцінка нижча. Прості плоскі деталі, деталі простої геометричної форми, які можна отримати типовими операціями оцінюються на “5”.

**Відповідність матеріалу ( $V_m$ )** оцінюється наскільки фізико-хімічні властивості матеріалу, з якого буде виготовлена деталь, відповідають існуючим технологічним процесам, чи дозволяють ці властивості отримати деталь простими, недорогими технологіями. Враховується також дефіцитність матеріалу, його наявність та можлива ринкова вартість, витрати матеріалу на одиницю продукції.

**Відповідність розмірів ( $V_p$ )** оцінюється наскільки можливо отримати задані максимальні та мінімальні розміри існуючим типовим обладнанням та устаткуванням, чи потрібно розробляти нове обладнання. Якщо необхідні розміри деталі досягаються типовим обладнанням, деталь оцінюється на “5”.

**Відповідність точності ( $V_r$ )** поверхонь оцінюється наскільки можливо існуючими технологіями отримати задану чистоту поверхонь. Для поверхонь, що відповідають типовим процесам та типовому обладнанню, оцінка встановлюється в залежності від необхідної шорсткості. Чим простіше отримується задана чистота, тим оцінка вища.

**Типорозмірність ( $T$ )** оцінюється різноманітністю різних типів даної деталі у виробі. Наявність різних типів деталі у виробі знижує його технологічність. Чим більше різних типів

деталей, тим оцінка типорозмірності нижча. Деталь, яка має тільки один тип, оцінюється на “5”.

**Повторюваність (П)** оцінюється кількістю даної деталі у виробі, через співвідношення з загальною кількістю всіх деталей у виробі. Чим більше таких деталей у виробі, тим вища оцінка повторюваності. На повторюваність аналізуються всі деталі разом. Деталь, яка повторюється більше за всіх, оцінюється на “5”, всі інші на меншу оцінку через кількісне співвідношення з нею.

Загальна оцінка кожної деталі на технологічність розраховується як середнє арифметичне за усіма показниками або середньозважена оцінка з врахуванням ваги кожного показника.

Результати оцінювання та розрахунків середніх показників зводять у табл. 11.

Таблиця 11.

Оцінка показників технологічності виробу на рівні деталей

№ з/п	Найменування показника	Позначення	№ деталі					
			1			2		
			Оц	$\alpha$	П	Оц	$\alpha$	П
1.	Стандартність	$C_k$						
2.	Форма	$V_\phi$						
3.	Матеріал	$V_m$						
4.	Розміри	$V_p$						
5.	Точність поверхонь	$V_T$						
6.	Типорозмірність	T						
7.	Повторюваність	П						
8.	Осереднений показник (сума)	$T_{сер}$	-	1,0	$\Sigma$	-	1,0	$\Sigma$
9.	Ваговий коефіцієнт деталі	$\alpha_d$			$\alpha_{d1}$			$\alpha_{d2}$
10.	Розрахунковий показник	$\Sigma \alpha_d$	$\Sigma \alpha_{d1}$			$\Sigma \alpha_{d2}$		
11.	Узагальнений показник технологічності	$T_y$	$\Sigma$					

Узагальнений показник технологічності виробу на рівні деталей так само може бути визначений як середнє арифметичне

із осереднених показників технологічності деталей, або з врахуванням ваги кожної деталі за її службовим призначенням.

Вагові коефіцієнти при розрахунках беруть в долях одиниці.

Узагальнений показник повинен знаходитись в межах від 1 до 5 і розраховується з точністю до 0,01.

При оцінці технологічності конструкції виробу в цілому враховують також додаткові показники. **Додаткові показники** оцінюють конструкцію виробу з точки зору різноманітності матеріалів, складності технологічних процесів об'єднання деталей у функціонально-цілісний виріб, його наладку, складність ремонтно-відновлювальних робіт при користуванні виробом.

**Різнманітність матеріалів ( $P_m$ )** оцінюється через кількість різних видів матеріалів, з яких виготовлені деталі. Якщо всі деталі виготовлені з одного матеріалу, виріб оцінюється на "5", при збільшенні різних видів матеріалів оцінка пропорційно зменшується на 0,5 для кожного наступного виду.

**Складність монтажу або об'єднання ( $C_{об}$ )** деталей у цілісний виріб оцінюється як складність, кількість та різноманітність технологічних операцій складання. Чим вище рівень цих операцій, чим вони складніші, тим оцінка менша. Для простих складальних з'єднувальних процесів виріб оцінюється на "5".

**Складність підготовки ( $C_{під}$ )** виробу до функціонального призначення після виготовлення оцінюється через складність та кількість технологічних операцій доведення виробу до паспортних показників якості та призначення, готовності до використання. Чим більша кількість та складність таких операцій, тим оцінка нижча. Вироби, які не потребують додаткових підготовчих операцій, оцінюються на "5".

**Складність технологічного обслуговування ( $C_{то}$ )** оцінюється через складність, кількість та частоту технологічних операцій необхідних для підтримання функціональних властивостей ремонтними роботами. Чим складніші операції технологічного обслуговування, тим оцінка нижча. Вироби, які



не потребують робіт з технологічного обслуговування, оцінюються на “5”.

Результати оцінки технологічності виробу в цілому за вищенаведеними показниками зводять у табл. 12, в якій розраховують комплексний показник технологічності конструкції виробу. При розрахунках враховують значення узагальненого показника технологічності виробу на рівні деталей з табл. 11, а його ваговий коефіцієнт приймають не менше 0,5.

Вагові коефіцієнти інших показників приймають різнозначними, або в залежності від їх важливості для виробу. Приклад значень коефіцієнтів ваги наведений в табл.12.

Таблиця 12.

Комплексна оцінка технологічності конструкції виробу

№ з/п	Найменування показників	Позначення	Оцінка в балах, O	Ваговий коефіцієнт, $\alpha$	Середньозважена оцінка, $n = O \cdot \alpha$
1	2	3	4	5	6
1.	Узагальнюючий показник технологічності	$T_y$		0,5	
2.	Різноманітність матеріалів	$P_m$		0,1	
3.	Складність об'єднання	$C_{об}$		0,2	
4.	Складність підготовки	$C_p$		0,1	
5.	Складність технологічного обслуговування	$C_{то}$		0,1	
Комплексний показник технологічності		$T_k$		1,0	$\Sigma$

Комплексний показник технологічності визначається як сума середньозважених оцінок і повинен знаходитись в межах від 1 до 5.

**Задача 10.** Провести оцінку конструкції виробу на технологічність виготовлення:

1. Простий олівець.
2. Настільний календар.
3. Кулькова ручка.
4. Книга.
5. Викрутка.
6. Зошит.
7. Блокнот.
8. Плоскогубці.
9. Ножиці.
10. Окуляри.

*Примітка:* свій варіант у задачі 10 здобувачі вищої освіти обирають за останньою цифрою залікової книжки.

#### **4. ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ**

Метою та завданнями самостійної роботи здобувачів вищої освіти при вивченні освітньої компоненти „Системи технологій та технологічні процеси галузей” є:

- ✓ опрацювання та осмислення лекційного матеріалу;
- ✓ створення організаційно-методичних засад щодо мотивації до навчання здобувачів вищої освіти;
- ✓ підготовка на основі самостійного вивчення окремих питань з теоретичних проблем освітньої компоненти;
- ✓ надання можливості здобувачам виконання індивідуальних робіт, що відповідають умовно-професійному рівню засвоєння знань, не обмежуючи їх виконанням стандартних завдань;

✓ підтримування постійного зворотного зв'язку між здобувачами та викладачем у процесі виконання самостійної роботи;

✓ контроль поточних (рубіжних) знань здобувачів шляхом опитування на семінарських та практичних заняттях, а також тестування.

## **5. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ**

1. Роль технології в соціально-економічному розвитку суспільства.
2. Технологія як наука, та як об'єкт економічних досліджень.
3. Поняття технологічного процесу, принципи організації.
4. Класифікація технологічних процесів.
5. Шляхи та закономірності розвитку технологічних процесів.
6. Техніко-економічні показники технологічних процесів.
7. Системи технологій підприємств, галузей та міжгалузевих комплексів.
8. Взаємозв'язок розвитку науки, техніки і технологій.
9. Розвиток поколінь техніки і технологій у світовій економічній системі.
10. Типи науково-технічного і технологічного розвитку.
11. Технологічний розвиток еволюційного та революційного типу.
12. Зміст і структура науково-технічних циклів.
13. Технологія як фактор економічного зростання.
14. Виробничо-технологічна структура та її місце в економічній системі.
15. Поняття технологічних зрушень в економічному розвитку та проблема зміни технологій.
16. Особливості структурних зрушень в індустріальній та інформаційній економіках.
17. Прогнозування нової технології.
18. Вибір пріоритетних напрямів технологічного розвитку.
19. Світові тенденції розвитку прогресивних технологій.

20. Соціально-економічні особливості реалізації державних науково-технічних програм.
21. Напрямки технологічного оновлення виробництва.
22. Ефективність створення і використання гнучких виробничих систем.
23. Поняття науково-технічної підготовки сучасного виробництва (конструкторська, технологічна підготовка).
24. Автоматизовані системи науково-технічної підготовки виробництва.
25. Система показників ефективності технологій та їх вплив на загальні економічні показники виробництва.
26. Вартісна оцінка нової технології з використанням економетричних моделей.
27. Основні методи економічної оцінки технологій.
28. Метод “витрати - ефективність”.
29. Рівень технології як показник якості технологічного процесу.
30. Вплив технології на якість продукції.
31. Комплексне управління якістю продукції за міжнародними стандартами.
32. Показники техніко-організаційного та технологічного рівня виробництва.
33. Рівень технологічного впливу, технологічної інтенсивності, керованості, адаптації, безпеки та їх оцінка.
34. Визначення оптимальних параметрів технологічного процесу.
35. Основні поняття стандартизації та метрології.
36. Міжнародна стандартизація.
37. Принципи побудови засобів контролю.
38. Формування системи техніко-економічних показників, які визначають якість технологічних рішень.
39. Техніко-економічний аналіз технологічних рішень на альтернативній основі.
40. Вибір оптимального варіанту технологічного рішення.
41. Сучасний стан, особливості і тенденції розвитку базових технологій основних галузей промислового виробництва.

42. Галузеві особливості систем технологій матеріальної та нематеріальної сфери виробництва.
43. Шляхи вдосконалення та модернізації систем технологій найважливіших галузей матеріальної та нематеріальної сфери виробництва.
44. Корисні копалини та способи їх добування.
45. Підготовка сировини до переробки.
46. Енергія, її види та джерела.
47. Метали та сплави.
48. Залізовуглецеві сплави.
49. Сплави кольорових металів.
50. Основні властивості металів і сплавів та способи їх визначення.
51. Корозія металів і сплавів та способи їх захисту.
52. Термічна та хіміко-термічна обробка металів та сплавів.
53. Пластмаси.
54. Кераміка, металокераміка та мінералокераміка.
55. Композити.
56. Металургія.
57. Виробництво чавуну
58. Виробництво сталі.
59. Виробництво кольорових металів.
60. Основні поняття про взаємозамінність, допуски, посадки, шорсткість поверхні та вимірювання.
61. Виготовлення виробів литтям.
62. Виготовлення виробів тиском.
63. Виготовлення виробів із порошків.
64. Виготовлення нерозбірних з'єднань.
65. Виготовлення виробів різанням.
66. Складання машин.
67. Види будівельних матеріалів.
68. Керамічні вироби.
69. Зв'язувальні будівельні речовини.
70. Перероблення нафти та нафтопродуктів.
71. Коксування кам'яного вугілля.
72. Продукція хімічної промисловості.
73. Виробництво сірчаної кислоти.

74. Виробництво хлору, водню та їдконого натру.
75. Виробництво хімічних волокон.
76. Виробництво паперу.
77. Виробництво напівпровідникових інтегральних мікросхем.

## **6. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

### **Базова**

1. Швець Ф. Д., Судук О. Ю. Системи технологій : навч. посібник. Рівне : НУВГП, 2007. 198 с.
2. Казарцев В. В., Соснін О. С. Управління технологічними процесами: теорія і практика : навч. посібник. Вид-во Європ. Ун-ту, 2017. 110 с.
3. Збожна О. М. Основи технології : навч. посібник. Вид. 2-ге, змін. І лоп. Тернопіль : Карт-бланш, 2012. 486 с.
4. Остапчик М. В., Рибак А. І. Система технологій (за видами діяльності) : навчальний посібник. К. : ЦУЛ, 2015. 888 с.
5. Колотило Д. М., Соколовський А. Т., Гарбуз С. В. Технологічні процеси галузей промисловості : навч. посібник. / за ред. Д. М. Колотила, А. Т. Соколовського. К. : КНЕУ, 2013. 380 с.
6. Гурін В. А., Востріков В. П., Кузьмич Л. В. Основи промислових технологій і матеріалознавства : навч. посібник. Рівне : НУВГП, 2019. 310 с.

### **Допоміжна**

1. Кортавов С. А. Технология машиностроения. К. : Вища шк., 1984. 295 с.
2. Васильева И. Н. Экономические основы технологического развития : учеб. пособие для вузов. М. : Высшая школа, 1995. 278 с.
3. Данилина О. М., Верещак И. Е. Техника и технологии комплексной автоматизации производства / Под ред. В. И. Дудорина. М. : Высшая школа, 1987. 217 с.
4. Гимбер А. М. Технология важнейших отраслей промышленности. Учебник для эконом. спец. М. : Высшая школа, 1985. 496 с.

5. Плоткин М. Р. Основы промышленного производства. М. : Высшая школа, 1997. 321 с.
6. Небабина В. Г. Система технологий : учебное пособие / Под ред. В. Г. Небабина. Одесса-Киев-Москва, 1997. 680 с.
7. Голубьева Ю. Н. Закономерности формирования и развития технологий : текст лекций / Под ред. Ю. Н. Голубьева. Санкт-Петербург, 1996. 258 с.

## **7. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ**

1. Господарський кодекс України. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/436-15>.
2. Україна. Закон. Про захист економічної конкуренції. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2210-14>.
3. ДСТУ 3008 – 95. Документація, звіти у сфері науки та техніки. К. : Держстандарт України, 1995. 37 с.
4. Про наукову і науково-технічну діяльність: Закон України від 26.11.2015 № 848-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-19#Text>.