

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ**

**І.Б. ГЕВКО, Б.М. ГЕВКО**

**Управління процесом розробки і  
освоєння виробництва нових виробів**

**Тернопіль – 2015**

УДК 338  
ББК 65.050.9  
Ге - 27

*Рекомендовано Вченою Радою Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя*

Рецензенти:

**Пархомець М.К.**, доктор економічних наук, професор (Тернопільський національний економічний університет);

**Павліський В.М.**, доктор технічних наук, професор (Бережанський агротехнічний інститут Національного університету біоресурсів і природокористування України);

**Дідух В.Ф.**, доктор технічних наук, професор (Луцький національний технічний університет).

**Гевко І.Б., Гевко Б.М.**

Управління процесом розробки і освоєння виробництва нових виробів: Підручник. – / [Б. М. Гевко, І. Б. Гевко]. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2015. - 200 с.

Підручник присвячено управлінню процесом розробки і освоєння виробництва нових виробів. У ньому висвітлено питання розробки, прийняття та реалізації управлінських рішень пов'язаних із розробкою та освоєнням виробництва нових виробів. Проаналізовано стадії і етапи науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, розкрито суть системи розробки і освоєння виробництва нових виробів і управління системою їх автоматизованого проектування, розглянуто управління технічною творчістю, основи патентознавства, організацію виконання наукових досліджень і планування та проведення експериментальних досліджень, управління проектно-конструкторськими роботами, технологічною і організаційною підготовкою виробництва.

Підручник призначений для студентів управлінських спеціальностей, екстернів, слухачів факультетів підвищення кваліфікації, викладачів вищих навчальних закладів. Книга може бути цікавою й корисною усім, хто цікавиться проблемами ефективного управління організаціями.

ISBN 978-617-7331-11-6

© Гевко І.Б., Гевко Б.М., 2015  
© ТНТУ, 2015

## Зміст

Зміст.....	3
Вступ.....	5
<b>Розділ I. Загальні положення управління процесом розробки і освоєння виробництва нових продуктів.....</b>	<b>6</b>
<b>Тема 1. Виробничі системи і науково-технічний прогрес.....</b>	<b>6</b>
1.1. Поняття виробничої системи.....	6
1.2. Особливості управлінської діяльності при створенні нових продуктів.....	8
1.3. Науково-технічний прогрес та інноваційна діяльність.....	12
1.4. Прогнозування та планування науково-технічного прогресу та інноваційної діяльності в Україні.....	17
1.5. Формування науково-технічного прогресу в США та Японії.....	19
1.6. Комплексна оцінка ефективності заходів, направлених на прискорення науково-технічного прогресу.....	21
<b>Тема 2. Система розробки і освоєння виробництва нових виробів.....</b>	<b>23</b>
2.1. Поняття життєвого циклу виробу.....	23
2.2. Система створення та освоєння нової продукції.....	26
2.3. Заходи по покращенню системи створення та освоєння нової продукції.....	28
2.4. Зарубіжний досвід розробки і освоєння нових виробів.....	28
<b>Розділ II. Управління технічною творчістю та організацією наукових досліджень.....</b>	<b>32</b>
<b>Тема 3. Основи управління технічною творчістю.....</b>	<b>32</b>
3.1. Основи пошуку і рішення творчих технічних задач.....	32
3.2. Методи активізації пошуку нових технічних рішень.....	35
3.3. Методи розв'язку творчих задач.....	40
3.4. Використання ідей “чужих” технічних рішень для розвитку технічних об'єктів в області техніки розробника.....	46
3.5. Використання нових матеріалів і пристроїв.....	47
<b>Тема 4. Основи патентознавства.....</b>	<b>48</b>
4.1. Зародження авторського права і правова охорона результатів творчої діяльності.....	48
4.2. Основні положення винахідницької роботи.....	50
4.3. Патентні дослідження та його етапи.....	56
4.3.1. Основні положення.....	56
4.3.2. Види робіт під час проведення патентних досліджень.....	57
4.3.3. Порядок проведення патентних досліджень.....	57
4.3.4. Порядок оформлення і викладення звіту про патентні дослідження.....	58
<b>Тема 5. Організація наукових досліджень.....</b>	<b>59</b>
5.1. Загальні поняття про науку та систему наукових закладів в Україні.....	59
5.2. Наукові дослідження та загальна схема їх проведення.....	61
5.3. Основні методи проведення теоретичних та експериментальних досліджень.....	68
5.4. Аналіз результатів досліджень і їх оформлення.....	74

<b>Тема 6. Організація планування та проведення експериментальних досліджень</b> .....	77
6.1. Функції експерименту.....	77
6.2. Загальна організаційна схема експерименту.....	79
6.3. Планування експерименту.....	81
6.4. Методика проведення експериментальних досліджень.....	90
6.5. Методики дисперсійного і кореляційного аналізу.....	93
<b>Розділ III. Управління технічною та організаційною підготовкою виробництва</b> .....	99
<b>Тема 7. Управління проектно-конструкторськими роботами</b> .....	99
7.1. Зміст, завдання і стадії проектно-конструкторських робіт.....	99
7.2. Функції підрозділів при виконанні дослідно-конструкторських робіт.....	105
7.3. Стандартизація та уніфікація в проектно-конструкторських роботах.....	108
7.4. Технологічність конструкції виробу.....	110
7.5. Функціонально-вартісний аналіз.....	114
7.6. Управління системами автоматизованого проектування.....	118
<b>Тема 8. Організація технологічної підготовки виробництва</b> .....	124
8.1. Суть технологічної підготовки виробництва.....	124
8.2. Забезпечення технологічності конструкції виробу.....	131
8.3. Відпрацювання конструкції виробу на предмет виявлення необхідного обладнання, технологічного оснащення, ріжучого інструменту і засобів контролю.....	134
8.4. Нормування витрат матеріальних ресурсів.....	138
8.5. Порядок роботи технологічних служб під час ведення технологічної підготовки виробництва.....	142
8.6. Виконання робіт, супутніх технологічній підготовці виробництва.....	144
8.7. Комплексна система автоматизації технологічної підготовки виробництва.....	146
<b>Тема 9. Організаційна підготовка виробництва</b> .....	151
9.1. Суть організаційної підготовки виробництва.....	151
9.2. Оптимізація термінів освоєння виробництва нових виробів та оцінка його ефективності.....	157
9.3. Види і зміст планування комплексної підготовки виробництва.....	158
9.4. Зміст об'ємно-календарного планування. Розрахунок трудомісткості робіт і тривалості циклів по стадіях і етапах підготовки.....	159
9.5. Принципи сіткового планування і управління. Порядок побудови сіткових моделей.....	161
9.6. Розрахунок основних параметрів сіткових моделей.....	163
9.7. Аналіз та оптимізація сіткових моделей.....	165
<b>Контрольні запитання</b> .....	172
<b>Тестові завдання</b> .....	178
<b>Література</b> .....	195

## Вступ

Однією з актуальних проблем у діяльності організацій сьогодення є вчасне оновлення асортименту продукції з метою утримання ринку. Тому про випуск нової та вдосконалення традиційної продукції необхідно постійно думати з метою забезпечення стабільного розвитку підприємництва. Практика господарювання свідчить про те, що нову продукцію слід впроваджувати тоді, коли попередня перебуває в фазі зрілості. На думку спеціалістів з управління вдалим асортимент вважається, коли: 30-40 % продукції перебуває в стадії росту; 30-40 % - у стадії зрілості; 10-20 % - у стадії впровадження; решта може перебувати у стадії народження або спаду. Проблема освоєння нового продукту включає не тільки технічну розробку виробу, але і комплекс організаційно-економічних заходів, що направлені на задоволення запитів споживачів і збільшення рентабельності підприємства. Більшість проблем, що виникають у зв'язку з розробкою нових продуктів, за своїм характером є організаційними. Дослідження сотень американських компаній показало, що у 84 % з них найбільш важливими проблемами були проблеми планування й організації виробництва нових продуктів, а не техніко-технологічні проблеми, пов'язані з особливостями продуктів. Усе перераховане вище зумовлює потребу в підвищенні фаховості майбутніх керівників і зокрема за рахунок набуття ними знань з дисципліни «Управління процесом розробки і освоєння виробництва нових продуктів». Тому метою вивчення дисципліни «Управління процесом розробки і освоєння виробництва нових продуктів» є оволодіння теоретичними знаннями з питань управління при розробці та впровадженні у виробництво нових продуктів, інструментарієм, методикою розроблення стратегій розвитку підприємства та набуття практичних вмінь і навичок щодо використання концепції управління діяльністю підприємства при розробці та освоєнні нових продуктів.

Підручник включає дев'ять тем, в яких розкривається суть управління процесом розробки і освоєння виробництва нових виробів. У ньому проаналізовано стадії і етапи науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, розкрито суть системи розробки і освоєння виробництва нових виробів і управління системою їх автоматизованого проектування, розглянуто управління технічною творчістю, основи патентознавства, організацію виконання наукових досліджень і планування та проведення експериментальних досліджень, управління проектно-конструкторськими роботами, технологічною і організаційною підготовкою виробництва.

З метою глибшого засвоєння матеріалу студентами і набуття ними широких навиків і вмінь щодо вироблення ефективних управлінських рішень з управління процесом розробки і освоєння виробництва нових виробів в підручнику розроблені запитання і тестові завдання до кожного розділу.

# РОЗДІЛ І. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ РОЗРОБКИ І ОСВОЄННЯ ВИРОБНИЦТВА НОВИХ ПРОДУКТІВ

## ТЕМА 1. ВИРОБНИЧІ СИСТЕМИ І НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ПРОГРЕС

### 1.1. Поняття виробничої системи

*Система* - це комплекс елементів (колектив, технічні засоби), які призначені для розв'язку складних організаційних, економічних і технічних задач. Системний підхід до вивчення економічних явищ - це комплексне дослідження організаційно-економічного процесу як єдиного цілого з позицій системного аналізу. Системний аналіз як методологія дослідження об'єктів у вигляді цілеспрямованих систем полягає в тому, що він дозволяє розкласти складну систему на її складові аж до розв'язку конкретних задач і утримати взаємозв'язані ланки разом як єдине ціле.

*Виробнича система* - це сукупність засобів виробництва, матеріальних і трудових ресурсів, зумовлених виробничою технологією перетворювати матеріали і комплектуючі у кінцевий продукт господарської діяльності. Наприклад, на приладобудівному, автомобілебудівному чи верстатобудівному підприємствах, що виробляють за призначенням різну продукцію, застосовують різні технологічні процеси, засоби праці, використовують працю і знання робітників різних професій.

*Підприємство* - це самостійний господарський статутний суб'єкт, що має права юридичної особи і здійснює виробничу, науково-дослідну і комерційну діяльність з метою отримання прибутку.

Підприємства володіють основними фондами та оборотними коштами, які виділяються засновниками, мають самостійний бухгалтерський баланс, розрахункові рахунки у закладах банку, що обслуговують дане підприємство, печатку з найменуванням, статут, а промислове підприємство - також і товарний знак. Одночасно підприємство не має у своєму складі інших юридичних осіб.

Підприємства здійснюють різні види діяльності, що відповідають його статутіві і незаборонені законодавством України.

*Передумови створення підприємства:*

- потреба ринку у відповідних товарах чи послугах;
- наявність сировини і матеріалів, необхідних для нормальної роботи;
- наявність кваліфікованих кадрів;
- можливість технічного і технологічного забезпечення виробництва;
- можливість кредитного обслуговування;
- можливість збуту готової продукції.

*Головні напрямки діяльності підприємства:*

- вивчення ринку - дослідження ринкового попиту, рівня конкурентоспроможності продукції, цін на неї, вимог покупців, формування попиту і каналів просування товарів;

- інноваційна діяльність – науково-технічні розробки, конструкторсько-технологічна підготовка виробництва нових видів продукції, впровадження нововведень;

- виробнича діяльність – обґрунтування обсягу випуску продукції, узгодження виробничої програми і виробничої потужності підприємства, забезпечення виробництва необхідними видами ресурсів, дотримання оперативно-календарних графіків виготовлення продукції;

- комерційна діяльність – організаційно-економічні заходи для досягнення очікуваних прибутків та інших показників фінансової результативності виробництва;

- післяпродажний сервіс – забезпечення обслуговування продукції у споживачів;

- економічна діяльність – забезпечення раціонального використання ресурсів підприємства: прогнозування, планування, ціноутворення, оплата праці, ресурсне забезпечення, облік і звітність тощо;

- соціальна діяльність – підготовка і підвищення кваліфікації персоналу, створення належних умов праці і відпочинку, забезпечення соціального захисту працівників.

*Основні завдання промислового підприємства:*

- задоволення попиту споживачів на певну продукцію чи послуги;

- постійне підвищення ефективності роботи, максимальне використання виробничих потужностей, скорочення витрат;

- впровадження досягнень науково-технічного прогресу як основи підвищення якості і конкурентоспроможності продукції;

- підвищення кваліфікації працівників та зростання їх добробуту.

Робота промислового підприємства базується на виробничо-технічній, економічній і організаційній єдності.

*Виробничо-технічна єдність* передбачає, що кінцева продукція є результатом спільних зусиль працівників різних підрозділів і виготовляється на основі єдиного комплексу технічної документації.

*Економічна єдність* передбачає: - витрати на діяльність підприємства повинні покриватись доходами; - на підприємстві існує єдність планової діяльності, аналізу, обліку та оцінки наслідків господарювання;

*Організаційна єдність* передбачає наявність єдиного колективу працюючих, єдиного органу управління та спільної відповідальності за результати роботи.

*Виробничі об'єднання* - це інтегровані виробничо-господарські комплекси виробничих одиниць, які зайняті виготовленням окремих елементів складної продукції.

Об'єднання підприємств здійснюється з врахуванням однорідності продукції, що випускається, технологічної подібності процесів виробництва, територіальної близькості виробничих одиниць, розвитку кооперації.

Залежно від завдань, які вирішуються, виробничі об'єднання можна поділити на промислово-виробничі, науково-виробничі, промислово-торгівельні і аграрно-промислові комплекси.

*Промислово-виробниче об'єднання* - це комплекс підприємств, який включає головне підприємство і окремі підприємства-філіали.

Є два види промислово-виробничих об'єднань:

- *об'єднання вертикального типу*: заводи-філіали виготовляють окремі складові частини, а головне підприємство - готову продукцію. Використовується такий принцип при малій віддаленості структурних одиниць;

- *комплекс горизонтального типу* - сукупність підприємств, кожне з яких має закінчений виробничий цикл і випускає певний вид готової до споживання продукції. Застосовується при значній віддаленості структурних одиниць і в умовах одиничного та дрібносерійного виробництва.

Структурні одиниці, що входять до складу об'єднання, можуть мати або не мати статус юридичної особи.

*Науково-виробниче об'єднання* - це комплекс науково-дослідних та проектних установ, дослідних та серійних виробництв. Головне завдання науково-виробничого об'єднання - це створення нових прогресивних видів обладнання, технологій, продукції та прискорене впровадження їх у виробництво.

## **1.2. Особливості управлінської діяльності при створенні нових продуктів**

В самому загальному змісті *управління* є ціленаправленим впливом одного об'єкта на інший з метою зміни його стану або поведінки в зв'язку із змінами обставин, а особливістю управлінської діяльності при створенні нових продуктів є організація управлінської праці таким чином, щоб забезпечити впровадження у виробництво конкурентоздатної продукції за мінімальних ресурсних і часових витрат.

Тому менеджерам, які управляють процесами розробки і освоєння виробництва нових виробів необхідно добиватися високої ступеня синергії у своїх колективах. *Синергія* (з грецького – співдружність, співпраця) – це однонаправленість дій, інтеграція зусиль, що призводить до підсилення (збільшення) кінцевого результату. Якщо всі мотивовані однією ціллю, згуртовані, то виникає інша ступінь організованості з іншими характеристиками (наприклад, є приказка, що те, що не можуть зробити 10 американців, можуть зробити 10 японців, бо їм притаманна висока ступінь згуртованості).

Для цього в процесі розробки та освоєння нових виробів часто використовують організаційні структури матричного типу, які передбачають використання лінійного та програмно-цільового типу і окрім вертикальних зв'язків забезпечення горизонтальних для ефективності керівництва різного роду проектами (НДР, ДКР, впровадження виробів у виробництво). Приклад такої організаційної структури наведено на рис. 1.1. Специфіка її полягає в тому, що після реалізації відповідних проектів тимчасові програмні групи зникають і організаційна структура управління набирає звичного вигляду (лінійного, функціонального, змішаного чи іншого типу).

Центральною фігурою в менеджменті є керівник, який здійснює вплив на персонал. Керівник в організації – це людина, яка одночасно є лідером і



управляє своїми підлеглими, а його основною метою є мобілізація сил підлеглих для досягнення цілей організації. Що ж стосується менеджерів, які забезпечують процес управління розробкою та освоєнням виробництва нових виробів, то до них ставляться особливі вимоги. Суть цих вимог полягає у здатності зацікавити новою ідеєю і її реалізацією як підлеглих, так і інших працівників фірми, особливо у випадках створення матричних організаційних структур, коли повноваження надаються менеджеру тимчасово як менеджеру проекту, а також у наявності в нього специфічних знань в окремих областях науки і техніки для можливості реалізації відповідних проектів. Тобто, цей менеджер повинен володіти високими професійними знаннями в окремих областях науки, бути справжнім лідером і мати високе почуття інтуїції для реалізації необхідних дій при проведенні науково-дослідних робіт, технічної та організаційної підготовки виробництва (*інтуїція* в менеджменті означає спосіб вибору рішення без аргументованого доказу на основі попереднього досвіду та «внутрішнього голосу»).



Рис. 1.1 – Матричний тип організаційної структури управління

Тип керівника можна визначити по його відношенню до нововведень, найчастіше пов'язаним з ризиком (табл. 1.1) [11].

Виходячи з характеристик наведених у таблиці 1.1 ефективними керівниками проектів з розробки та освоєння виробництва нових виробів можуть бути такі типи керівників, як новатори, ентузіасти та раціоналісти. Інші ж типи не будуть виявляти достатньої ініціативи у реалізації нестандартних проектів і всіляко уникатимуть будь-яких ризиків.

Реалізуючи організацію виконання проекту розробки і освоєння виробництва нового виробу перш за все керівник повинен розділити загальну програму дій виконання прийнятого управлінського рішення на окремі ділянки для конкретних виконавців і встановити терміни їх виконання при використанні встановлених ресурсів. Після цього процес виконання рішення включає такі етапи [11]:

1. Доведення задач до виконавців.
2. Підготовку виконавців до виконання задач.
3. Спонування виконавців до ефективного виконання задач.

Таблиця 1.1 - Характеристика типів керівників по відношенню до нововведень

<i>Тип керівника</i>	<i>Характерні ознаки</i>
Новатори	Пошук, розробка, впровадження нового в виробництво; відсутність страху перед ризиком
Ентузіасти	Прихильність новим ідеям, проектам незалежно від можливостей їхнього впровадження; захист ідей нового від консерваторів і ретроградів
Раціоналісти	Прийняття нового після глибокого пророблення, що виключає невинуватий ризик
Нейтралі	Діють за вказівкою з боку, ініціатива ризикованих рішень не виявляється
Скептики	Протидіють новому, сумніваються по всякому приводу
Консерватори	Багато в чому подібні скептикам, активні прихильники старого, що не визнають ніяких змін, у тому числі ризикованих
Ретрогради	Заглиблені консерватори, автоматичне заперечення нового, не визнають ніяких змін

При доведенні задач до виконавців потрібно чітко роз'яснити: що, коли, яким чином, в яких умовах, якими засобами, до якого часу, з якими кількісними та якісними показниками потрібно зробити.

Для кращого сприйняття завдання спочатку роз'яснюється загальний задум рішення проблеми, що стоїть перед колективом. Глибоке й однозначне його розуміння - вихідна умова засвоєння індивідуальної задачі. Далі варто показати місце кожної задачі в загальній роботі, взаємні зв'язки з іншими завданнями. Потім роз'яснюється мета, тобто передбачуваний результат праці, надані в розпорядження виконавця засоби праці, вказуються терміни завершення, критерії оцінки результатів. Особлива увага звертається на можливі труднощі, шляхи їхнього подолання, правила безпеки праці.

Для доведення задач до виконавця застосовуються різні форми і методи: наради і збори, бесіди, інструктажі, показ зразків виконання, вивчення документів та інше. На зборах і нарадах з доповіддю звичайно виступає той керівник, що прийняв рішення, але це не завжди доцільно. Авторитет керівника, від імені якого оголошене рішення, створює своєрідний

психологічний бар'єр для вільного обговорення шляхів виконання рішення. Доцільно щоб з повідомленням виступила особа, до якого виконавці ставляться з достатньою повагою, як до фахівця, хоча він не є ні їхнім начальником, ні автором рішення. Авторів рішення краще не включати в дискусію, які б форми вона не отримувала. Чим гостріше проходить дискусія, тим краще виявляються сумніви підлеглих, «підводні камені», які авторів важко було передбачати. Матеріали обговорення ретельно аналізуються, іноді проводять бесіду з деякими опонентами, що виступали.

Після заслуховування всього спектра думок бажано виступити керівникові з викладом програми дій, з огляду на результати обговорення, що відбулося. При цьому варто акцентувати увагу на зауваженнях, що були враховані.

Ціль бесіди - уточнити думку виконавця з приводу майбутньої роботи, зрозуміти причини його заперечень і сумнівів, відповісти на всі питання, перевірити глибину розуміння поставленої задачі й способів її рішення. Попередньо необхідно встановити психологічний контакт із підлеглим, створити умови для вільного, розкутого висловлення ним своїх думок. Встановленню контакту сприяють: доброзичлива реакція керівника на сумніви підлеглого, вираження йому повної довіри, відмова від докорів щодо нерозумінні задачі або небажанні її виконати, зосередження уваги винятково на діловій стороні.

Інструктаж проводиться напередодні початку практичних робіт. Керівник заздалегідь продумує процес виконання робіт за підлеглою. У період інструктажу він може запропонувати переказати або письмово викласти, у якій послідовності й яким чином працівник має намір виконувати поставлену задачу. Часто недоліки виконання робіт пов'язані з недооцінкою інструктажу. Погане як його ігнорування, так і занадто детальне роз'яснення. Останнє навіть небезпечніше, тому що виконавець плутається у вимогах до нього.

Загальне правило при інструктажу: повідомляти саме необхідне, без чого не можна почати роботу. Іншу інформацію потрібно повідомляти в міру наближення термінів виконання відповідних видів робіт шляхом проведення додаткового інструктажу.

Показ зразків виконання як метод доведення задачі використовується, коли словесні пояснення недостатньо ефективні. Форми реалізації даного методу різні:

- спостереження за роботою досвідченої людини;
- кінофільм, ділові ігри, відеозапис гри;
- тренування та вправи по виконанню робіт.

Вивчення документів відноситься до числа основних методів доведення задачі. Він не такий простий, як здається. Точність сприйняття та передачі змісту по документі залежить від численних факторів: як він складений, у якому контексті пред'являється, яке самопочуття працівника і т.д.

Кожне окреме завдання керівник повинен «програвати» сам, ставлячи себе на місце виконавця у відповідних умови. Помилки у визначенні характеру,

обсягу або змісті задач знижують ефективність рішення в цілому. Щоб уникнути цього варто дотримувати наступних правил:

1. Забезпечення відповідності кожної задачі діловим і психологічним особливостям виконавця. Необхідно враховувати професійну майстерність працівника (його спеціальні знання, вміння, досвід виконання подібної роботи). Завдання співвідноситься також з особливостями темпераменту особистості. Як відомо, флегматикові важко дається робота, що вимагає швидкої перебудови, на що підходять холерики. Темперамент впливає і на сприйняття будь-якої нової задачі.

2. Розподіл задач повинен стимулювати колективістські почуття (наприклад, виключається одержання переваг досвідченими працівниками за рахунок зниження розряду іншим членам бригади; незаперечно справедливим повинно бути встановлення коефіцієнта трудової участі й інше)

3. Взаємна довіра виконавців загальної задачі. Повинно бути присутнім переконання, що член бригади не зробить вчинків, що негативно позначаться на загальних результатах праці. Кожний окремо упевнений, що всі інші можуть працювати з повною віддачею та високоякісно. Важлива зразкова однорідність мотивів праці членів колективу. Це досягається в результаті великої виховної й організаторської роботи.

4. Взаємне підстрахування і взаємна допомога спільно працюючих людей. Рішення - це цілісний задум, розчленовування якого на частини для різних виконавців суміщено з можливими витратами і збіднінням загального задуму. Тому, при розподілі завдання повинна бути дана чітка орієнтація підлеглим на кінцевий результат, що досягається всім колективом. Для кожного виконавця варто передбачати стимули, що спонукували б його піклуватися не тільки про виконання власних задач, але й задач колег.

5. Мобілізація колективу. Це різновид діяльності по організації виконання рішень. Вона реалізується одночасно з процесом доведення задач до виконавців. Суть її наступна: за допомогою цілеспрямованої системи виховних і організаційних мір керівник, разом із громадськими організаціями (профспілкою), формує морально-психологічний настрій колективу і кожного працівника на сумлінне виконання прийнятого рішення. Робота проводиться поетапно: спочатку з активом організації, потім складається план мобілізації (організаційно-технічних заходів) виконання завдання по підрозділах.

Розпорядча діяльність також реалізується за допомогою контролю. Ціль контролю - забезпечення єдності рішення та виконання, попередження можливих помилок і недоробок, своєчасне виявлення відхилень від заданої програми, поставлених задач і встановлених термінів, та здійснення корегуючи впливів.

### **1.3. Науково-технічний прогрес та інноваційна діяльність**

Основним нормативно-правовим актом, що визначає правові, організаційні та фінансові засади функціонування та розвитку науково-технічної сфери, створює умови для наукової і науково-технічної діяльності, забезпечення потреб суспільства та держави у технологічному розвитку є Закон

України «Про наукову і науково-технічну діяльність» [37]. У преамбулі цього Закону вказано, що: «...розвиток науки і техніки є визначальним фактором прогресу суспільства, підвищення добробуту його членів, їх духовного та інтелектуального зростання. Цим зумовлена необхідність пріоритетної державної підтримки розвитку науки як джерела економічного зростання і невід'ємної складової національної культури та освіти, створення умов для реалізації інтелектуального потенціалу громадян у сфері наукової і науково-технічної діяльності, цілеспрямованої політики у забезпеченні використання досягнень вітчизняної та світової науки і техніки для задоволення соціальних, економічних, культурних та інших потреб».

Вирішальним засобом підвищення ефективності суспільного виробництва, удосконалення структури економіки, забезпечення економічного зростання і вирішення соціальних задач є науково-технічний прогрес (НТП).

*Науково-технічний прогрес* – це безперервний процес придбання і накопичення наукових знань про оточуюче середовище і на їх основі удосконалення діючих, створення та впровадження прогресивних засобів і предметів праці, технологічних процесів і форм організації виробництва [37].

*Науково – технічний процес* передбачає зміну покоління машин, механізмів, обладнання, а це, в свою чергу, приводить до різкого підвищення продуктивності праці.

НТП розглядається як цикл “наука-виробництво”, включаючи в себе ряд стадій [37]:

*а) фундаментальні дослідження.* Фундаментальні наукові дослідження— наукова теоретична та (або) експериментальна діяльність, спрямована на одержання нових знань про закономірності розвитку природи, суспільства, людини, їх взаємозв'язку [27]. Мета цієї стадії – одержати нові знання про закономірності розвитку природи і суспільства, на основі яких виявляються нові шляхи прогресу техніки, економіки, організації виробництва. В результаті фундаментальних досліджень з'являються гіпотези, теорії. Продукти праці дослідників, результати діяльності колективів і виконавців фундаментальних досліджень відображаються у патентах на відкриття і винаходи, у монографіях, статтях, підручниках, навчальних посібниках, звітах, пропозиціях. Вони використовуються для подальшого розвитку самої науки, підготовки спеціалістів з вищою освітою, спеціалістів з високою кваліфікацією (кандидатів і докторів наук), у прикладному плані – для подальшого розвитку ідей і пропозицій на стадії прикладних досліджень з метою визначення можливості матеріалізації одержаних результатів.

Фундаментальні дослідження проводяться силами і засобами Академії наук та державними університетами, галузевими науково-дослідними інститутами і вузами держави.

*б) пошукові дослідження* – це дослідження по вибору ідей, що представляють інтереси для суспільства на сучасному етапі його розвитку, тобто виявляються техніко-економічні дослідження і конкретні шляхи практичного застосування у відповідних областях економіки принципово нових для них засобів і способів виробництва продукції. Кінцеві результати цих робіт

мають конкретний характер і видаються у вигляді звітів, технічної документації, макетів експериментальних і дослідних зразків. Пошукові наукові дослідження — теоретичні дослідження, пов'язані з поглибленням знань із визначеної наукової проблеми і (або) створенням підґрунтя для проведення прикладних досліджень [27].

в) *прикладні дослідження*. На цій стадії проводяться теоретичні і експериментальні дослідження, з'являється інформація про можливості створення нової техніки, технології або продукту, створюється схема конкретного зразка виробу.

г) *дослідно-конструкторські роботи*. Виготовляється дослідний зразок або установка для виробництва нової продукції, готується відповідна документація.

д) *освоєння і впровадження у виробництво*. Технологія виробництва нового виробу пристосовується до умов підприємства. Проводяться проектні, будівельно-монтажні та пусконаладжувальні роботи.

Кожна стадія характеризується специфічними задачами, особливим підходом до їх вирішення, визначеним складом і рівнем кваліфікації учасників, вибором відповідних засобів і предметів праці, матеріальними та фінансовими ресурсами, різними формами об'єднання виконавців і управління їх діяльністю.

З поняттям НТП тісно пов'язані поняття науково-технічного потенціалу, науково-технічної продукції та «НОУ-ХАУ».

*Науково-технічний потенціал* представляє собою сукупність науково-технічних кадрів, матеріальних, фінансових, інформаційних та інших ресурсів, необхідних для створення і реалізації досягнень НТП у народне господарство. Він є одним з об'єктів державного регулювання, прогнозування і планування. Держава виступає як інститут, що фінансує, організовує і управляє його розвитком.

*Науково-технічна продукція* — науковий або науково-прикладний результат науково-технічної діяльності, що має корисні властивості і призначений для застосування споживачем [27].

«НОУ-ХАУ» — повністю або частково конфіденційні знання, досвід, технічні рішення, секрети виробництва, які не користуються правовою охороною, але містять інформацію для ефективної організації виробництва і є комерційною таємницею [27].

Україна має достатньо потужний науково-технічний потенціал, який є важливим фактором розвитку економіки. Однак в роки переходу до ринкових умов різко скоротилась кількість наукових установ і наукових працівників у зв'язку з виїздом за кордон та переходом в інші сфери діяльності.

Структурна перебудова економіки, орієнтована на використання інтелектуальних ресурсів і розвиток високотехнологічних виробництв у протиположності матеріально- і енергоємним виробництвам, припускає створення умов для безперервного оновлення технологій і продукції, росту освітнього рівня населення та удосконалення управління шляхом нововведень (інновацій) оснований на новітніх наукових знаннях.

В цілому під *інноваціями* розуміють нові технології, види послуг, продукцію, нові організаційно-технічні рішення виробничого, адміністративного, фінансового та іншого характеру. Основними нормативно-правовими актами, які визначають правові, організаційні та фінансові засади функціонування та розвитку інноваційної діяльності є Закон України «Про інноваційну діяльність» та Закон України «Про пріоритетні напрямки інноваційної діяльності» [36, 40].

*Інновації* - новостворені (застосовані) і (або) вдосконалені конкурентоздатні технології, продукція або послуги, а також організаційно-технічні рішення виробничого, адміністративного, комерційного або іншого характеру, що істотно поліпшують структуру та якість виробництва і (або) соціальної сфери [36].

Суть всієї економічної реформи полягає у створенні умов для підвищення сприятливості економіки до інновацій, розвитку інноваційного підприємництва і забезпечення економічного зростання за рахунок використання досягнень науки і техніки. Це зумовлює необхідність активізації інноваційної діяльності.

*Інноваційна діяльність* - діяльність, що спрямована на використання і комерціалізацію результатів наукових досліджень та розробок і зумовлює випуск на ринок нових конкурентоздатних товарів і послуг [36].

*Пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні* - науково, економічно і соціально обґрунтовані та законодавчо визначені напрями інноваційної діяльності, спрямовані на забезпечення потреб суспільства у високотехнологічній конкурентоспроможній, екологічно чистій продукції, високоякісних послугах та збільшення експортного потенціалу держави [40].

Інноваційна сфера охоплює сам об'єкт інновацій і суб'єкти – підприємців, а також систему, що забезпечує рух інновацій до стадії їх реалізації (управління, інфраструктура, фінансова та інвестиційна підтримка).

З метою активізації інноваційної діяльності розробляється інноваційна політика, яка представляє собою сукупність принципів і заходів, що забезпечують створення сприятливого інноваційного клімату у державі. Інноваційна політика є складовою частиною соціально-економічної політики. Вона повинна об'єднувати загальними завданнями науку, техніку, виробництво, споживання, фінансову систему, освіту і повинна бути орієнтована на використання інтелектуальних ресурсів, розвиток високотехнологічних виробництв та пріоритетів економіки.

Виділяють три головні об'єктивні джерела створення пріоритетів:

1. Зростаюча обмеженість виробничих ресурсів і виникнення на цій основі проблем поточної і передбачуваної незбалансованості у народному господарстві. Чим більше обмежений будь-який вид ресурсу, тим в більшій мірі науково-технічний прогрес повинен бути сконцентрований на економії і заміщенні даного виду ресурсу.

2. Створення і впровадження новітніх технологій, організаційно-технічних заходів, які дозволять забезпечити досягнення більш високих результатів розвитку за мінімальний проміжок часу.

3. Усунення або зменшення ступеня впливу соціальних обмежень, пов'язаних із здоров'ям, умовами праці і побуту людини, необхідність підтримки екологічної рівноваги.

*Конкретні напрямки пріоритетності класифікуються по окремим групам:*

1) науково-технічні пріоритети вищого порядку. Основним критерієм їх відбору є відповідність конкретним цілям розвитку суспільства у ближчій і більш віддаленій перспективі.

2) окремі інноваційні проекти, які пов'язані з рішенням задач короткотермінового характеру, але мають велику актуальність для галузі, суб'єктів господарювання.

3) найважливіші види імпорту технологій, тобто використання політики запозичення найважливіших технологічних розробок або закупки підприємств “під ключ”. Основні вимоги полягають у тому, щоб забезпечувалась швидка окупність валютних заходів, і досягався “прорив” по конкретному напрямку НТП.

Згідно чинного законодавства України [36] основними принципами державної інноваційної політики є: орієнтація на інноваційний шлях розвитку економіки України; визначення державних пріоритетів інноваційного розвитку; формування нормативно-правової бази у сфері інноваційної діяльності; створення умов для збереження, розвитку і використання вітчизняного науково-технічного та інноваційного потенціалу; забезпечення взаємодії науки, освіти, виробництва, фінансово-кредитної сфери у розвитку інноваційної діяльності; ефективне використання ринкових механізмів для сприяння інноваційній діяльності, підтримка підприємництва у науково-виробничій сфері; здійснення заходів на підтримку міжнародної науково-технологічної кооперації, трансферу технологій, захисту вітчизняної продукції на внутрішньому ринку та її просування на зовнішній ринок; фінансова підтримка, здійснення сприятливої кредитної, податкової і митної політики у сфері інноваційної діяльності; сприяння розвитку інноваційної інфраструктури; інформаційне забезпечення суб'єктів інноваційної діяльності; підготовка кадрів у сфері інноваційної діяльності.

Крім державних напрямків пріоритетів формується їм аналогічні на рівні регіонів. Серед них виділяються: ресурсозберігаючі технології, нові матеріали та джерела енергії; підвищення конкурентоздатності продукції машинобудування і радіоелектроніки, розширення експорту і заняття нових ніш світового ринку; імпортозаміщуючі виробництва; інформатика, телекомунікації і зв'язок; енергетика і транспорт; переробка і зберігання сільськогосподарської продукції; охорона навколишнього середовища.

Об'єктами інноваційної діяльності в Україні є [36]: інноваційні програми і проекти; нові знання та інтелектуальні продукти; виробниче обладнання та процеси; організаційно-технічні рішення виробничого, адміністративного, комерційного або іншого характеру, що істотно поліпшують структуру і якість виробництва і (або) соціальної сфери; сировинні ресурси, засоби їх



видобування і переробки; товарна продукція; механізми формування споживчого ринку і збуту товарної продукції.

В сучасних умовах, коли розвиток науки і техніки досяг виключно великих масштабів, жодна з держав, навіть такі як США, Японія, Німеччина, Росія з їх великим науковим потенціалом, не в змозі на однаковому рівні забезпечити розвиток всіх напрямків НТП. Потребується наявність широких зв'язків із зовнішнім світом, науково-технічної спеціалізації, участь у світовому розділі праці, ефективне використання зарубіжного науково-технічного досвіду.

Зарубіжний досвід свідчить, що періоди уповільнення економічного зростання у державах не знижують, а навпаки збільшують витрати на науку і технологічне переоснащення виробництва. Особлива увага приділяється підготовці кадрів, орієнтованих на інноваційну діяльність.

#### **1.4. Прогнозування та планування науково-технічного прогресу та інноваційної діяльності в Україні**

Стратегія НТП та інноваційної діяльності формується на основі комплексного прогнозу науково-технічного розвитку. Вибір пріоритетних напрямків розвитку науки і техніки здійснюється Комітетом по науці і технологіях, Міністерством освіти і науки, Міністерством економіки, АН з широким залученням вчених, конструкторів, технологів, виробничників.

По пріоритетним напрямкам НТП повинна розроблятися концепція кожного напрямку з зазначенням цілей, очікуваних економічних і соціальних результатів, структурних змін у виробництві в наслідку його реалізації.

В рамках пріоритетних напрямків розробляються науково-технічні програми:

1) *фундаментальних досліджень* по пріоритетним напрямкам науки, які передбачають підвищення рівня знань про людину і оточуюче середовище і створення запасу знань на перспективу;

2) *державні науково-технічні*, що передбачають науково-технічні і технологічні прориви по пріоритетним напрямкам НТП, створення необхідного науково-технічного запасу на базі випереджаючого розвитку фундаментальних і пошукових досліджень, розробку принципово нових видів техніки і технологій;

3) *міждержавного науково-технічного співробітництва*, що реалізуються на міжнародному рівні;

4) *по створенню і освоєнню новітніх видів* техніки і технології народногосподарських комплексів, галузей і регіонів.

В програмно-цільовій технології планування нового змісту набуває державне замовлення. Воно повинно відігравати роль своєрідного мосту, що з'єднує поточне суспільне споживання з новими технологічними можливостями. Державні замовлення повинні бути економічно вигідними для підприємств незалежно від форм їх власності.

Для досягнення цілей повинен бути розроблений ефективний інноваційний механізм, направлений на забезпечення єдності науки і

виробництва, на перетворення досягнень науки і техніки в органічну необхідність народного господарства.

*Серед найважливіших елементів цього механізму слід виділити:*

1) створення надійних правових гарантій для ефективного функціонування усіх форм власності і розвитку різноманітних форм підприємництва;

2) проведення ефективної податкової політики, що забезпечує тісний зв'язок доходів підприємств з кінцевими результатами їх діяльності в сфері НТП. Це передбачає надання підприємствам пільг при створенні і освоєнні на виробництві прогресивних технологій і нових видів продукції, що розробляються в рамках відповідних науково-технічних програм державного рівня, а також оснований на відкриттях, винаходах та ін. патентно-правових рішеннях; виробництві і реалізації продукції, що має сертифікат, виданий сертифікатним центром, атестований відповідними міжнародними організаціями; реалізації продукції на експорт по цінам, нижче світових.

План розвитку науки і техніки повинен бути стрижнем планових документів економічного і соціального розвитку країни. Він повинен охоплювати весь науково-технічний цикл. В планах повинні бути відображені основні параметри і показники, що характеризують ступінь прискорення розвитку науки і техніки. Планування розвитку науки і техніки повинно здійснюватись на всіх рівнях управління економікою.

В світовій практиці основним методом, що використовується при плануванні НТП і інноваційній діяльності є *програмно-цільовий*. Він реалізується шляхом розробки науково-технічних програм. *Виділяється два види програм:*

1. Цільові комплексні науково-технічні програми, реалізація яких в найближчий час може дати значний ефект;

2. Програми по вирішенню найважливіших науково-технічних проблем.

Завдання по розробці і реалізації найважливіших науково-технічних програм входить в склад державного замовлення. Встановлюються ліміти ресурсів для його виконання.

В Україні, наприклад, розроблено ряд програм, реалізації яких приділяється особливе значення. Серед них слід виділити: програми “Машинобудування”, “Енергія”, “Інформатизація”, “Технології”, “Нові матеріали”, “Біотехнологія”.

В рамках програми “Машинобудування” основні зусилля концентруються на розробці і удосконаленні методів оптимального конструювання сучасних машин з урахуванням вимог надійності, якості матеріалів і виробів, ергономічності і економічності.

Програма “Інформатизація” націлена на вирішення проблеми випуску конкурентоздатних персональних ЕОМ.

Одним із розділів програми “Технології” є створення нових типів лазерів, оптичних елементів і систем, що раніше не вироблялися в Україні (розробка нових активних середовищ, твердотілих лазерів, створення нових типів газових, твердотілих, чіпів провідникових лазерів і т.д.).

В програмі “Нові матеріали” акцент робиться на керамічні та композиційні матеріали.

Програмою “Біотехнологія” передбачається створення нових продуктів харчування, лікарських препаратів, бактеріальних добрив і стимуляторів росту сільськогосподарських рослин, мікробіологічних засобів захисту рослин, створення нових біотехнологічних процесів очищення об'єктів оточуючого середовища від забруднення.

В програмі “Енергія” основна увага робиться на створення нових джерел енергії, впровадження енергозберігаючого обладнання і технологій і засобів обліку витрат енергоресурсів.

Державне регулювання НТП має місце практично у всіх країнах з ринковою економікою, що пов'язано з необхідністю комплексного підходу до наукових і технічних проблем і масштабністю науково-технічних проектів.

Державне регулювання в зарубіжних країнах здійснюється в формі прямого втручання держави або за допомогою не прямого регулювання. Перше застосовується з метою вирішення проблем довгострокового характеру, пов'язаних з розвитком науки і техніки, а друге здійснюється через сукупність податкових, кредитних і амортизаційних пільг.

### **1.5. Формування науково-технічного прогресу в США і Японії**

Як відомо, найбільших успіхів в галузі НТП досягли США і Японія. Регулювання НТП державою в цих країнах можна представити в двох взаємопов'язаних сферах: наукових досліджень і процесу створення нововведень в економіці.

США є головним центром науково-технічного розвитку у світі; по загальному рівню науково-технічного потенціалу, ширині фронту фундаментальних досліджень, ключовим областям НТП вони суттєво переважають інші країни.

Центр ваги в організаційних і інноваційних процесах у США приходить на впровадження нових технологій і продуктів. При цьому в якості оптимальної використовується наступна пропорція розподілу інвестицій по етапам: “дослідження – розробка – впровадження – 1 : (2-3) : (6-10)”. В США дана пропорція стійка уже на протязі 25 років.

Ця структура інвестицій відповідає потребам економіки і внутрішнім закономірностям функціонування розвинутого науково-дослідницького потенціалу. Різне розширення або зниження долі будь-якої із стадій науково-технічного циклу може привести до негативних результатів.

Для США характерна концентрація високотехнологічних фірм із складною продукцією, що є важливим фактором прискорення НТП.

Головною ж метою формування науково-технічного потенціалу США є досягнення науково-технічного лідерства і військової переваги. Отже, шлях реалізації поставленої мети – це шлях науково-технічних проривів і підтримки найновіших галузей і виробництв.

В США основною функцією держави в розвитку науки і техніки є непряме стимулювання нововведень, інноваційного підприємництва і

створення для них сприятливого середовища. Державне втручання в розвиток науково-технічного потенціалу в США здійснюється по таким напрямкам.

1. Держава несе відповідальність за початкові стадії, перш за все фундаментальні дослідження.

2. Забезпечує розподіл державних ресурсів між різними секторами сфери наукових досліджень.

3. Здійснює стимулювання науки за допомогою податкової, амортизаційної, патентної, зовнішньо-торгівельної політики.

4. Забезпечує прогнозування науково-технічного розвитку та ін.

Державне фінансування в США має цільовий характер і підрозділяється на пряме (фінансування на конкретні дослідження) і непряме (засоби на програми і підготовку кадрів, придбання обладнання).

В цілому американська система державного регулювання і фінансування науково-технічного потенціалу має дві основні переваги. По-перше, вона забезпечує широкий спектр видів наукової діяльності, по-друге, можливість вибору механізму фінансування, захищає незалежність наукового товариства від політичних змін в державних відомствах.

Як і в США, в Японії робиться упор на впровадження нових технологій і продуктів, а постійне удосконалення механізму регулювання НТП стимулює науково-технічні нововведення і оновлення застарілих технологій. Формування науково-технічного потенціалу має головною метою забезпечення довготермінової конкурентоздатності промисловості, її перебудову у відповідності з новими умовами. Для реалізації цієї мети були вибрані шляхи концентрації ресурсів на ключових напрямках науково-технічного і економічного розвитку як через придбання ліцензій, так і через інші форми, наприклад, прямі закупки необхідної техніки і технологій.

В період з 1965 по 1985 рр. витрати на науку у співставних цінах в Японії зросли в 4,6 рази, а чисельність наукових кадрів – більше ніж в 3 рази.

В Японії система державного фінансування досліджень почала формуватись лише із середини 70-х років і стикається з певними труднощами, так як в цій державі особисті джерела покривали 70% загальнонаціональних вкладень в НДДКР, а невизначеність результатів і довготривалий термін їх окупності роблять вкладення в теоретичні розробки менш привабливими для бізнесу.

*Державне втручання у розвиток науки і техніки має такі особливості:*

1. Державне прогнозування і використання системи непрямих мір економічного, соціального і політичного характеру, що стимулюють процес нововведень.

2. Формування загальної стратегії науково-технічного розвитку і вибір його основних напрямків, а також створення системи держорганів, що займаються питаннями науково-технічної політики.

3. Використання механізму погодження інтересів фірм, місцевих органів, наукових пілг на основі обміну інформацією через різні комітети, асоціації, управління.

В останній час роль японської держави у розвитку національної науки значно зросла. Спостерігається посилення планових регулюючих функцій держорганів, укріплюється взаємодія промислових, академічних і урядових кіл в розвитку досліджень, йде підготовка дослідницьких кадрів, підвищується ефективність обертання науково-технічної інформації, розширюється міжнародне наукове співробітництво.

В цілому, основу японської державної науково-технічної політики складає довіра до приватного сектору, швидке розповсюдження новин і конкуренція між компаніями.

### **1.6. Комплексна оцінка ефективності заходів, направлених на прискорення науково-технічного прогресу**

Для визначення доцільності впровадження заходів НТП, прийняття рішень про надання кредитів підприємствам і організаціям на проведення науково-технічних заходів, при техніко-економічному обґрунтуванні заходів, що виконуються по договорам і встановленні цін на науково-технічну продукцію, повинна здійснюватись комплексна оцінка заходів направлених на прискорення НТП. На її основі з'являється можливість вибору найкращого із можливих варіантів реалізації заходів і відображення економічного ефекту заходів в планових показниках, що характеризують результати виробничо-господарської діяльності підприємств.

Заходи НТП повинні забезпечувати випуск продукції (виконання робіт і послуг), що дає можливість найбільш повно і якісно задовольняти суспільно необхідні потреби, сприяти досягненню найвищого техніко-економічного рівня виробництва, вирішенню соціальних, екологічних та ін. задач розвитку народного господарства і забезпечувати одержання економічної ефективності.

Показник економічної ефективності відображає окремі показники ефективності: продуктивність праці і фондівіддача, матеріаломісткість і енергоємність виробництва, показники технічного рівня виробництва і якості продукції.

Вихідні показники комплексної оцінки заходів НТП повинні відповідати загальноприйнятим у світовій практиці методам економічного обґрунтування прийняття рішень.

До заходів НТП відносяться створення, виробництво і використання нових, реконструкція або модернізація існуючих засобів і знарядь праці (машин, обладнання, будівель і споруд, передаточних пристроїв) предметів праці (сировина, матеріали, паливо, енергія) і споживання (продукція для задоволення потреб населення), технологічних процесів, в тому числі тих, які містять винаходи, а також способів і методів організації виробництва, праці і управління.

Показник економічної ефективності на всіх етапах реалізації заходів НТП визначається як перевищення вартісної оцінки результатів над вартісною оцінкою сукупних затрат ресурсів на весь строк існування заходу НТП.

На стадіях техніко-економічного обґрунтування (ТЕО), вибору найкращого варіанту при формуванні планів науково-дослідних дослідно-

конструкторських робіт (НДДКР) повинен спостерігатися народногосподарський підхід, який передбачає:

1. Оцінку ефективності заходів НТП по умовам використання продукції з урахуванням всіх супутніх позитивних або негативних результатів в інших сферах народного господарства, включаючи соціальну, екологічну і зовнішньоекономічну.

2. Розрахунок економічної ефективності по всьому циклу розробки і реалізації заходів НТП за встановлений для кожного заходу період, включаючи проведення НДДКР, освоєння і серійне виробництво, а також період використання результатів здійснення заходу в народному господарстві.

3. Застосування в розрахунках системи економічних нормативів та інших установлених обмежень, облік економічної нерівноцінності витрат і результатів, що здійснюються і отримуються в різні моменти часу і приводяться до єдиного розрахункового року.

4. Застосування кошторисної вартості, тарифів, цін (діючих і перспективних), відображаючи якість і ефективність продукції для споживання.

Економічний ефект, що визначається по умовам використання продукції, відображає сумарний вклад всіх стадій циклу “НДДКР – виробництво – використання” і розраховується до встановлення цін на науково-технічну продукцію і продукцію виробничо-технічного призначення.

Величина економічного ефекту, що визначається по умовам використання продукції, повинна враховуватися при установленні цін на відповідну продукцію. Якщо в умовах використання підвищується якість продукції, то розрахунок економічного ефекту проводиться по цінам, що враховують зміну ефективності використання цієї продукції у споживачів.

Після прийняття рішень про ціни на продукцію по всьому циклу здійснення заходу НТП визначається величина економічної ефективності по умовам виробництва кожного виду продукції.

При визначенні економічної ефективності за умовами виробництва використовуються: діючі оптові (відпускні), роздрібні ціни і тарифи на продукцію і послуги; діючі нормативи відрахувань від прибутку підприємств в державний і місцевий бюджети, вищестоящим організаціям для формування централізованих галузевих і інших фондів і резервів, правила і норми розрахунків підприємств з банком за наданий кредит або зберігання особистих коштів, нормативи перерахунку валютної виручки і т.д.

## ТЕМА 2. СИСТЕМА РОЗРОБКИ І ОСВОЄННЯ ВИРОБНИЦТВА НОВИХ ВИРОБІВ

### 2.1. Поняття життєвого циклу виробу

Будь-яка продукція за час свого виготовлення проходить різні етапи і стадії неперервного у часі процесу перетворення ідеї, матеріальних та інших ресурсів у продукцію, включаючи її реалізацію, експлуатацію й утилізацію - *життєвий цикл*.

*Концепція життєвого циклу товару* свідчить про те, що ринок і споживач постійно очікують нової продукції. Підприємство зацікавлене в постійному освоєнні продукції, оскільки це дозволяє:

- розширити сферу збуту;
- збільшити прибуток;
- зменшити залежність під реалізації традиційної продукції;
- підвищити рівень використання виробничих ресурсів, зменшити відходи виробництва;
- ефективно використовувати існуючі системи товаропросування.

Процес планування освоєння нової продукції (послуг) включає декілька взаємопов'язаних етапів: генерація ідей; добір (фільтрація) ідей; розробка концепції; перевірка концепції; економічний аналіз; розробка товару; пробний маркетинг; комерційна реалізація.

Отже, *створення нової продукції* - процес складний, який вимагає і істотних витрат, але без нього неможливе успішне функціонування підприємства.

Задум і випуск нової продукції характеризуються певним ризиком, вимагають певною часу. В середньому лише одна з п'ятдесяти ідей забезпечує комерційний успіх.

Нова продукція може мати різні форми - нове застосування традиційних виробів; новий дизайн, технічне вдосконалення виробів; принципово нові товари. У всіх випадках вдосконалення, розробка і впровадження нової продукції пов'язані зі значними, витратами підприємства. Саме тому новаторська ідея попередньо докладно вивчається, обґрунтовується, прогнозується майбутній продаж продукції.

Про випуск нової та вдосконалення традиційної продукції необхідно постійно думати з метою забезпечення стабільного розвитку підприємництва. Практика господарювання свідчить про те, що нову продукцію слід впроваджувати тоді, коли попередня перебуває в фазі зрілості. На думку спеціалістів з управління вдалими асортимент вважається, коли: 30-40 % продукції перебуває в стадії росту; 30-40 % - у стадії зрілості; 10-20 % - у стадії впровадження; решта може перебувати у стадії народження або спаду.

Проблема планування освоєння нового продукту включає не тільки технічну розробку виробу, але і комплекс організаційно-економічних заходів, що направлені на задоволення запитів споживачів і збільшення рентабельності підприємства. В основі планування оновлення продукції лежить концепція життєвого циклу продукції.

Протягом свого життя продукція на ринку переживає декілька етапів. Перший етап - впровадження, коли товар є новинкою і потрібен певний час та значні грошові витрати (особливо на рекламу), щоб довести споживачеві його комерційні переваги. На другому етапі, зазвичай, виникають досить великі витрати виробництва і прибуток при цьому малий чи, навіть, від'ємний. Другий етап - етап росту, коли становлення товару на ринку супроводжується стрімким зростанням попиту на нього. На даному етапі здійснюється модифікація базової моделі продукту, формується плановий діапазон цін. Третій етап - етап зрілості, коли обсяг продажу товару, досягнувши його максимального значення, починає поступово скорочуватися. Подальше просування товару на ринку ускладнюється і набуває надзвичайно жорсткого конкурентного характеру. І, нарешті, четвертий етап - етап старіння, коли попит на товар на ринку неухильно падає. Скорочується обсяг виробництва даного товару, а потім зовсім припиняється випуск цієї продукції.

Більшість проблем, що виникають у зв'язку з розробкою нових продуктів, за своїм характером є організаційними. Дослідження сотень американських компаній показало, що в 84 % з них найбільш важливими проблемами були проблеми планування й організації виробництва нових продуктів, а не техніко-технологічні проблеми, пов'язані з особливостями продуктів.

Тому, при плануванні підприємством розробки нових товарів необхідно з'ясувати, на якому етапі життєвого циклу знаходяться їх аналоги, взаємозамінні товари, що вже представлені на ринку.

При плануванні асортименту звичайно вважають, що розробка нової моделі продукту є заходом, пов'язаним із малим ризиком, особливо якщо вона розробляється на основі вже добре відомого продукту, на готовій виробничій лінії, і зовсім ясно, що дана зміна необхідна та прийнятна для покупців. Ризик буде збільшуватися в прямій залежності від ступеня новизни продукту і від того, наскільки технологія його виробництва та розподілу відрізняється від досвіду підприємства в цій сфері.

*Життєвий цикл* – складний період, що охоплює різноманітні стадії та етапи. Тому розрізняють період (цикл) створення продукції, життєвий цикл виробництва продукції, повний життєвий цикл виробу.

1. *Період (цикл) створення продукції* включає:

- виникнення потреби або ідеї;
- проведення науково-дослідних робіт;
- виконання дослідно-конструкторських робіт (розробка конструкції виробу та технології його виготовлення, дослідне виробництво, відпрацювання нових форм організації та управління).

2. *Життєвий цикл виробу безпосередньо у виробництві* включає 5 етапів (рис. 2.1):

I - період освоєння і початок виробництва (як правило довготривалий період, що зумовлюється складністю процесів та інертністю ринку, системи збуту і реалізації);

II - період різкого збільшення обсягів випуску та реалізації (збуту);

III - період сталого виробництва та реалізації (збуту) продукції;



IV - період спаду виробництва та збуту продукції;

V - період зняття продукції з виробництва.

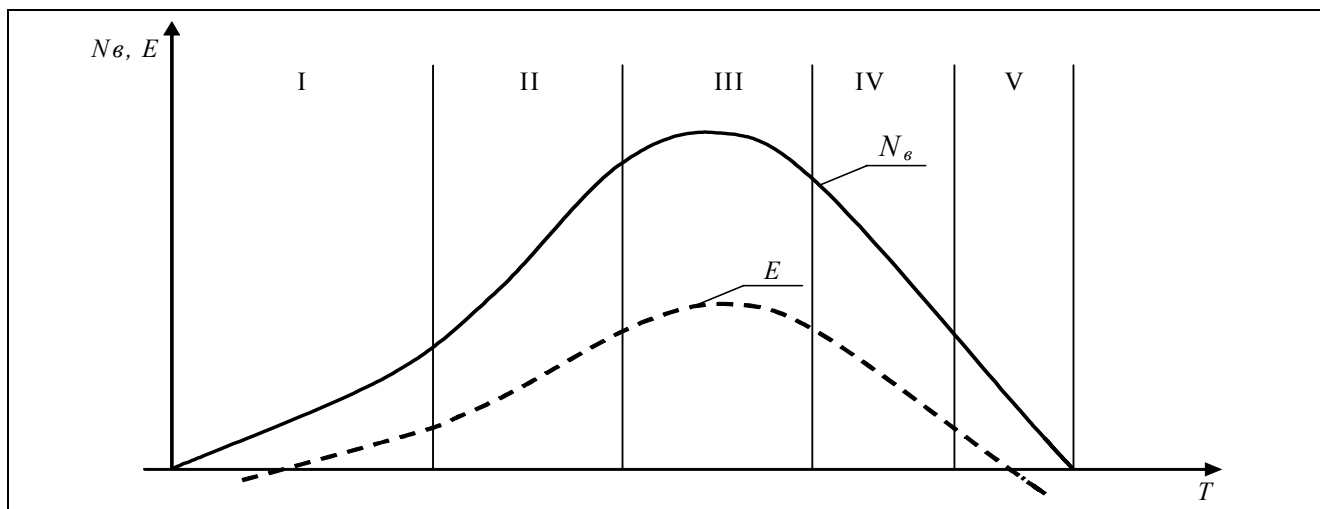


Рис. 2.1 - Життєвий цикл нового виробу безпосередньо у виробництві  
( $N_e$  - програма випуску виробу;  
 $E$  - економічний ефект від виробництва виробу;  $T$  - час)

3. Повний життєвий цикл виробу складається із наступних етапів, стадій і робіт:

1-й етап - науково-дослідні роботи (НДР);

2-й етап - проектно-конструкторські роботи (формування та узгодження технічного завдання, ескізний та технічний проекти, розроблення робочої документації і виготовлення дослідних зразків);

3-й етап - технологічна та організаційна підготовка виробництва (розроблення технологічного маршруту руху деталей і виробів; проектування та виготовлення нестандартного оснащення, його налагоджування й передача цехам; підготовка організації виробництва: визначення порядку й часу передачі партій виробів, взаємозв'язку між окремими робочими місцями, дільницями, цехами; впровадження автоматизованих та поточних ліній і т.д.; встановлення послідовності й терміну переходу на виробництво нової продукції; перепідготовка та навчання робітників, інженерно-технічних працівників усіх рівнів виробництва, обслуговування й управління і т.п.; відлагодження процесів у цехах; приведення всієї інфраструктури підприємства у відповідність до виконання нових функцій);

4-й етап - власне виробництво (найбільш складний і довгостроковий процес);

5-й етап - реалізація, яка охоплює зберігання продукції на складах підприємства; транспортування; монтаж продукції у споживача; налагодження продукції; передачу в експлуатацію;

6-й етап - експлуатація, яка включає систему сервісного обслуговування, ремонту, модернізації, постачання матеріально-технічних ресурсів;

7-й етап - утилізація, що обов'язково розглядається на етапі проектування, особливо для шкідливих продуктів.

## **2.2. Система створення та освоєння нової продукції**

*Система створення та освоєння нової продукції (СОНП)* – це система створення та освоєння нової продукції, яка складається з взаємопов'язаних блоків (рис. 2.2).

Блок 1. Виконання науково-дослідних робіт (НДР) (фундаментальних, пошукових, прикладних), коли проходять усесторонню оцінку нові ідеї. В процесі реалізації цього етапу виникають і проходять всебічну оцінку нові ідеї, що деколи реалізуються у вигляді відкриттів і винаходів. Теоретичні передбачення і теорії проходять експериментальну оцінку.

Блок 2. Розробка технічного завдання, яке відображає:

- а) ціль і призначення розробки;
- б) основні джерела (патенти, авторські свідоцтва на винаходи, патенти);
- в) технічні вимоги до конструкції;
- г) економічні показники;
- д) стадії та етапи виконання з вказаним терміном їх виконання;
- е) порядок контролю та прийняття конструкції.

Блок 3. Проектно – конструкторські роботи (ПКР). В процесі проектно–конструкторських робіт у проектувану продукцію закладаються її найважливіші характеристики: технологічний рівень і якість, економічні показники. В ринкових умовах перед ПКР ставлять такі завдання: досягнення високого науково – технічного рівня розробки, мінімум витрат на ПКР, скорочення циклу розробки при заданих вимогах до якості проектуваної продукції або максимально висока якість продукції при відомих витратах на виконання ПКР.

Стадії розробки конструкторської документації на вироби включає розробку: технічного завдання (ТЗ) (погодження та затвердження ТЗ); технічної пропозиції (підбір матеріалів, розробка технічної пропозиції за формами аналізу ТЗ); ескізного проекту (ЕП) (його розробка і виготовлення, випробування макетів, розгляд та затвердження ЕП); технічного проекту (його розробка і виготовлення, випробування макетів, розгляд та затвердження технічного проекту); робочої документації.

Блок 4. Технологічна підготовка виробництва і освоєння виробництва (розробка технологічних процесів (ТП) виготовлення і складання виробів, проектування і виготовлення оснастки, відладка запроектованих технологій, відпрацювання виробу на технологічність, розробка і впровадження організаційних заходів з метою швидкого впровадження виробу у виробництво).

Блок 5. Виробництво. Охоплює тривалий проміжок часу, під час якого виконується модернізація з метою покращання експлуатації виробу і з ціллю відтермінування морального старіння.

Блок 6. Реалізація, зберігання, транспортування.

Блок 7. Експлуатація.

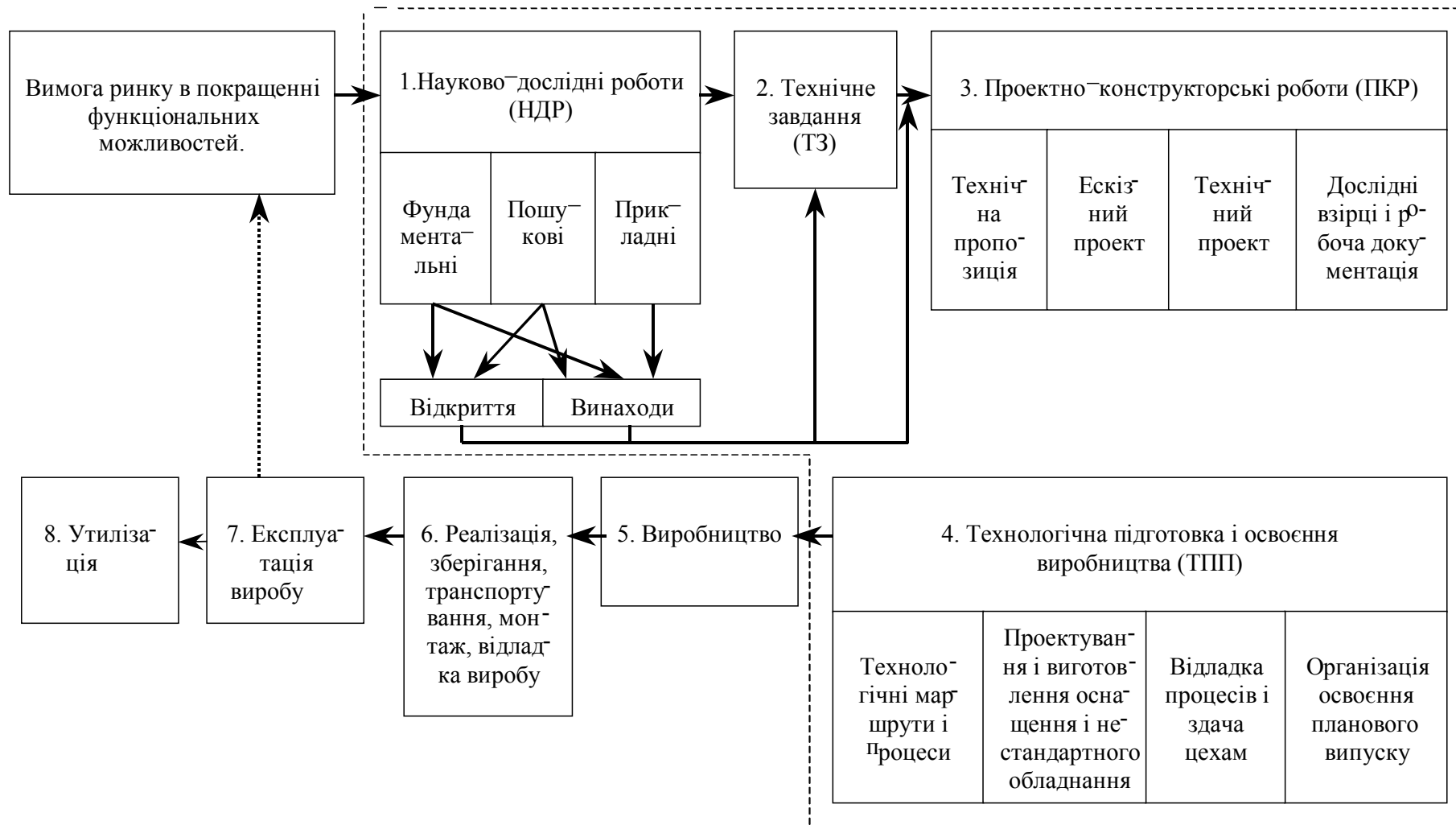


Рис. 2.2 – Система створення та освоєння нової продукції

## Блок 8. Утилізація.

В системі СОНП 30...50% у випуску нового виробу займають блоки 1–4. Досить часто виріб ще до появи на ринку є морально застарілим. В нашій державі цей час становить 5 і більше років. В США – 3–4 роки. В Японії цей термін менший. Вчасна розробка, виробництво і впровадження товару на ринок дає змогу багатьом розвинутим фірмам утримувати свої позиції на світовому ринку.

### **2.3. Заходи по покращенню системи створення та освоєння нової продукції**

В умовах конкуренції товарна політика підприємства повинна бути направлена в майбутнє і враховувати, що всі товари не залежно від успіху з часом відходять з ринку і необхідно вести підготовку до випуску нової продукції. Новий товар в цьому змісті розуміють як модифікацію чи нововведення. Щоб товар завоював ринок він повинен мати бажані для споживача критерії, бути унікальними, а споживачі повинні мати інформацію про його характеристику.

Відомо, що перші етапи системи СОНП є досить тривалі і трудомісткі. Вартість виконання науково-дослідних робіт, розробки технічного завдання та проектно – конструкторських робіт в середньому становить 5-10% від сумарних витрат життєвого циклу виробу. Проте вплив цих етапів на рівень сумарних витрат за життєвий цикл максимальний (до 60-80% усіх затрат життєвого циклу формується на цих етапах). Помилка «ціною» в 1% при виконанні НДР викликає перевитрати на 10% у ПКР, 100% у виробництві і 1000% в експлуатації.

Заходи по покращенню СОНП є наступні:

- використання автоматизованого проектування;
- вдосконалення організації форм СОНП (паралельність робіт по етапах);
- використання уніфікації, стандартизації в проектно – конструкторських і технологічних рішеннях; комплексний аналіз технологічних робіт (організація, автоматизація, інформаційне обслуговування);
- вартісний аналіз;
- багатоваріантність;
- моделювання процесів СОНП з метою визначення послідовності робіт і скорочення тривалості розробки і впровадження виробу.

### **2.4. Зарубіжний досвід розробки і освоєння нових виробів**

Якщо розглядати ідею, то лише 1 з 1750 ідей в розвинутих країнах завершується повністю успішним товаром чи сервісом і лише 1 з 25 представлених на ринок товарів є повністю успішним. Загальноприйнятий в ринкових умовах процес розробки продукту зображено на рисунку 2.3.

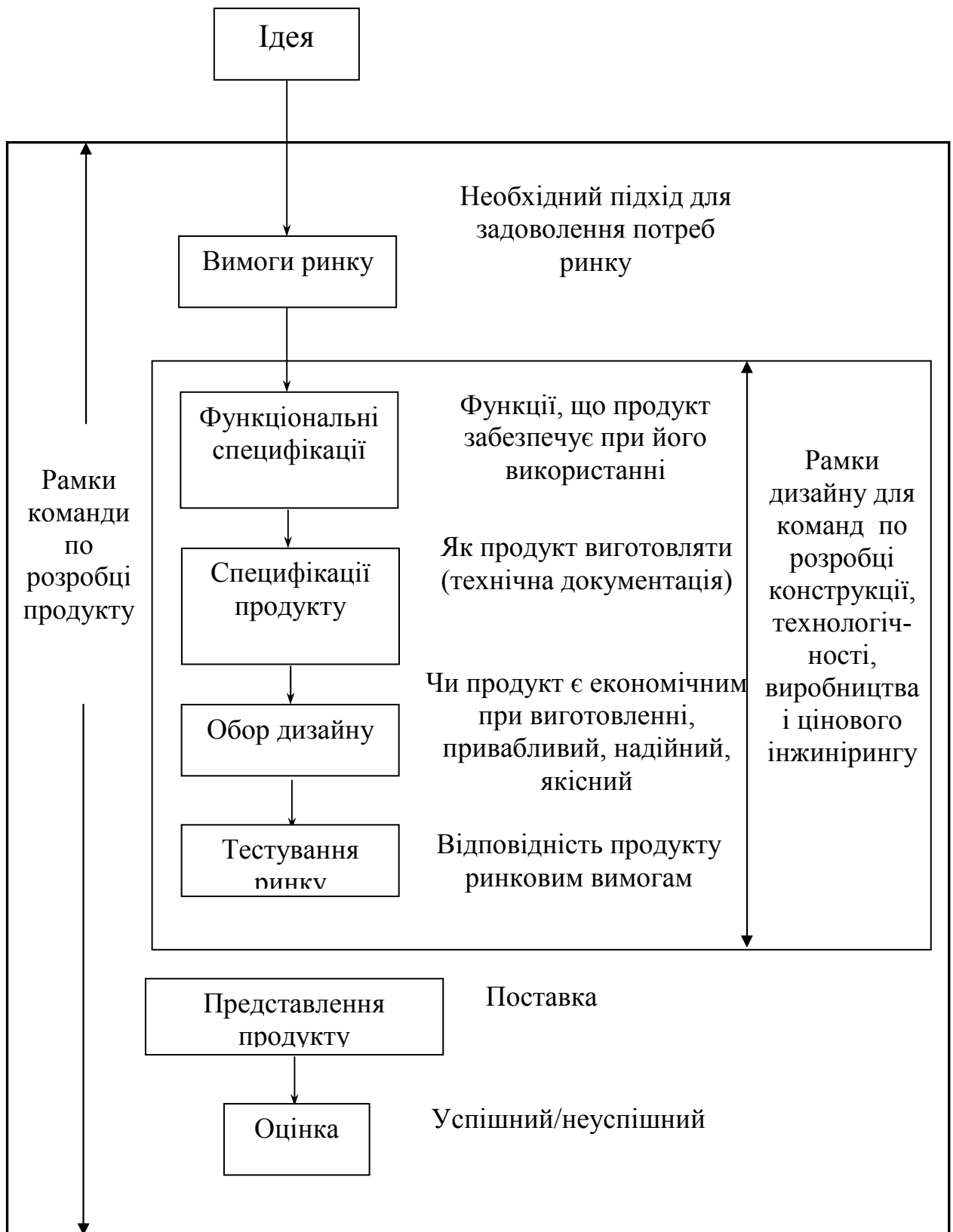


Рис. 2.3 - Стратегія розробки продукту

На стадії вивчення потреб ринку проводять відповідні маркетингові дослідження з метою визначення, чи попит на продукт дійсно існує і які характеристики виробу потрібні ринку. Технологічні поштовхи часто приводять до появи нових продуктів тоді, коли вимоги ринку не визначені. В такому випадку основний нахил робиться на технічну можливість створити новий продукт чи на нові можливості уже існуючого. Як правило, для задоволення потреб ринку компанії йдуть двома шляхами: модернізація існуючих товарів та створення суттєво нових продуктів.

Для задоволення вимог ринку західні фірми розглядають і оцінюють відносну вагу наступних критеріїв проектування виробу: вартість; економічність експлуатації; якість, в т. ч. міцність, термін служби, надійність в експлуатації; потужність; вимоги до обслуговування, його простоту; універсальність використання; безпека експлуатації; елементи розкошу та інше. При проведенні конструкторських робіт проводиться вибір в таких сферах: розмір та форма виробу; матеріали; співвідношення стандартних та специфічних елементів; додаткові компоненти для покращення дизайну, підвищення надійності; елементи безпеки та інше.

Одними з основних характеристик нового виробу є якість і надійність. Основними вимогами до якості нового товару є: забезпечення високого технічного рівня на усіх стадіях розробки; перевірка виробу на патентоспроможність та патентну чистоту; забезпечення високих ергономічних характеристик; врахування естетичних вимог; конструктивна наслідуваність тощо. Тому при розробці нових виробів проводять їх вартісний інжиніринг. *Ціновий (вартісний) інжиніринг* – це пошук можливого скорочення витрат на виготовлення виробу, при яких не проходить зниження цінності продукту, який застосовується до стадій розробки нового виробу. Групи по розробці товару і цінового інжинірингу працюють над наступними проблемами: зменшення складності товару; збільшення частки уніфікованих частин; покращення функціональних аспектів виробу; покращення дизайну; покращення безпеки; зменшення витрат на утримання і обслуговування; створення якісної та надійної конструкції. Економічна оцінка конструкції виробу передбачає: зменшення собівартості виробу; скорочення витрат на експлуатацію; підвищення експлуатаційної готовності; зменшення габаритів і ваги; простоту обслуговування тощо.

На якість виробу найбільший вплив мають наступні аспекти: відповідність обладнання (технологій) підприємства забезпечити запроєктовану якість при виготовленні і складанні компонентів; кількість компонентів. Таким чином, проектувати виріб потрібно так, щоб він мав мінімум компонентів (деталей) і вимагав мінімально можливе число стадій технологічного процесу, допуски на виготовлення деталей мусять задовольняти можливості обладнання, а всі покупні комплектуючі повинні закуповуватись у відповідності до специфікації і проходити якісний контроль. Чим нижча частка оригінальних деталей і складальних одиниць в складі виробу, тим легше його виготовляти. Наприклад Тойота, Нісан, Боїнг використовують у своїх виробках більше 75% купованих елементів. Так для виготовлення одного літака «Боїнг» потрібно 6

мільйонів запчастин, а тому впроваджувати процеси виготовлення їх на власних виробничих площах недоцільно, значно легше їх закупити в інших виробників.

Структура розробки товару представлена на рисунку 2.3 є загальноприйнятою, але для більш ефективної діяльності доцільно створювати команди розробки технологічності і команди цінового інжинірингу, що отримали широке застосування в Японії. Японський підхід до команди – це не поділ організації на відділи розробки і досліджень, створення обладнання, виробництва та інше. Для японського стилю характерний груповий підхід і роботу в команді об'єднують в одній організації. В таблиці 2.1 показано різницю в розробці автомобілів розвинутих країн світу.

Таблиця 2.1 - Різниця в розробці автомобілів в розвинутих країнах світу

Показники	Японські виробники	Європейські виробники	Американські виробники
Середня кількість інженерних розробок на нову машину, млн.	1,7	2,9	3,1
Середній час розробки нової машини, міс.	46,2	57,3	60,4
Число зайнятих в команді проєктантів, чол.	485	904	903
Число типів конструкцій на нову машину	2,3	2,7	1,7
Середня доля уніфікованих частин, %	18	28	38
Час з початку виробництва до першої продажі, міс.	1	2	4
Повернення до нормальної продуктивності після випуску першої машини, міс.	4	12	5

## РОЗДІЛ II. УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНОЮ ТВОРЧІСТЮ ТА ОРГАНІЗАЦІЮ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

### ТЕМА 3. ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНОЮ ТВОРЧІСТЮ

#### 3.1. Основи пошуку і рішення творчих технічних задач

Під *технічною творчістю* розуміють діяльність направлену на розвиток об'єктів техніки на рівні винаходів та раціоналізаторських пропозицій.

Під терміном *технічний об'єкт* розуміють сукупність зв'язаних між собою технічних пристроїв, окремі технічні пристрої, вузли, деталі, матеріали, тобто все те, на що людина може безпосередньо впливати, висуваючи і впроваджуючи нові технічні пропозиції. Під *елементами* розуміють складові частини, які входять у технічний об'єкт, який вивчається. При цьому окремий елемент може розглядатись як незалежний технічний об'єкт.

Взаємозв'язані елементи будь-якого технічного об'єкту завдяки новим технічним ідеям розвиваються не ізольовано а, а у нерозривному зв'язку з іншими технічними об'єктами, а також з об'єктами природного середовища. Всі технічні об'єкти своїми технічними рішеннями через розробників впливають на технічні рішення інших об'єктів і самі зазнають на собі їх зворотну дію. Тому пошук технічних завдань і їх розв'язок повинні супроводжуватись вивченням не лише вибраного технічного об'єкту і його елементів з іншими об'єктами як всередині досліджуваної галузі техніки, так і за її межами.

Основними *джерелами розвитку будь-яких технічних об'єктів* є економічні, політичні і соціальні інтереси, які визначають деякі рушійні фактори, які впливають з діяльності людини або групи людей. До таких факторів належать: підвищення продуктивності праці, економія енергоресурсів, підвищення надійності виробів, покращення якості продукції, що випускається, зниження собівартості, полегшення умов праці, забезпечення збереженості оточуючого середовища.

При вдосконаленні існуючого об'єкту або створенні нового розробник стикається з технічними протиріччями. Наприклад: спроба покращити які-небудь параметри шляхом зміни вагових характеристик і надійності зазвичай призводить до погіршення міцнісних характеристик і відповідно збільшенню вартості.

Протиріччя по відношенню до технічних об'єктів бувають внутрішні і зовнішні. *Внутрішні технічні протиріччя* - це діалектична взаємодія, боротьба протилежних боків даного технічного об'єкту у зв'язку з невідповідністю характеристик елементу функціям технічного об'єкту, невідповідністю системи зв'язку елементів всередині технічного об'єкту і ін.

*Зовнішні технічні протиріччя* - це протирічні відношення даного технічного об'єкту з іншими самостійними і технічними об'єктами, які працюють в тому самому технологічному ланцюгу всередині галузі або поза нею і не мають між собою жорсткого зв'язку, а також протирічні відношення об'єкта з оточуючим середовищем.



Всі технічні об'єкти незалежно від їх складності, мають не одне, а декілька внутрішніх і зовнішніх технічних протиріч, які тісно пов'язані один з одним. Реальний процес технічної творчості полягає у розкритті технічних протиріч, у розумінні їх теоретичного і практичного змісту, встановленні умов і причин їх виникнення, а пізніше в пошуку і розробці методів для їх розв'язку. При розв'язку технічних завдань необхідно розділяти технічні протиріччя на головні і допоміжні. Починати розв'язок завдання необхідно з розв'язку головних технічних протиріч.

Розвиток технічних об'єктів проходить шляхом кількісних та якісних змін. Перехід кількісних змін в якісні здійснюється зазвичай у вигляді стрибка, який виникає у результаті впровадження нового технічного рішення на рівні винаходу. За ступеню складності технічні задачі можна розділити на п'ять рівнів.

Якщо в результаті впровадження нового технічного рішення проходить корінна зміна існуючого об'єкту чи з'являється зовсім новий об'єкт, то такі рішення називають піонерськими (від слова перший), а технічну задачу будуть відносити до V рівня складності. При їх розв'язку і впровадженні виникають суттєві зміни в структурних схемах технічних об'єктів, в організації наукових досліджень в промисловому виробництві. Приклад: лазери, електрогідравлічний ефект, ефект пов'язаний з утворенням ударних хвиль в рідині при електричному розряді (електрогідравлічна штамповка і розвальцування труб, дробіння і руйнування гірських порід).

При збереженні принципу роботи об'єкту та корінній зміні одного чи декількох його основних елементів буде вирішуватись задача IV рівня. В цьому випадку зміни реалізують шляхом впровадження нового технічного рішення, пов'язаного з корінною зміною одного або декількох основних елементів об'єкта. Приклад: очищення виливок від формувальної суміші за допомогою електрогідравлічного методу.

Якісні перетворення, які змінюють основу технічного об'єкту в результаті зміни форми зв'язків і взаємодії основних і допоміжних елементів, складають основу технічних задач III рівня складності. Наприклад неперервна розливка сталі (синхронізація установки розряд з рухом конвеєрної лінії).

Задачі II рівня складності направлені на зміну розміщення основних і допоміжних елементів шляхом виключення чи добавлення нових елементів, їх суміщення чи розділення, які направлені на підвищення надійності пристрою, зменшення маси і габаритних розмірів, покращення умов праці і експлуатації. Наприклад: електрогідравлічну установку для очищення відливок запропоновано комплектувати окремим генератором струму, який за умовами експлуатації може бути винесений за межі установки.

Можна покращити технічний об'єкт шляхом зміни геометричної форми чи співвідношення основних розмірів. Такі технічні задачі відносять до I рівня складності. Відповідні рішення направлені головним чином на покращення окремих технічних і економічних характеристик об'єкту – зменшення ваги і габаритних розмірів, створення додаткових зручностей в експлуатації, зниження вартості тощо. Примітка: Пропозиції, пов'язані зі зміною

зовнішнього вигляду об'єкту (форми поверхні, кольору тощо) не відносяться до технічних.

В процесі розробки нових технічних рішень потрібно долати різні перешкоди, які заважають розробникам.

1. *Складність оцінки суспільної потреби у створюваному технічному об'єкті, коли об'єкт для оточуючих здається неперспективним.* Наприклад: після створення і впровадження телефону США англійські газети ще довго доводили безкорисність від впровадження телефонного зв'язку в Англії.

2. *Сліпе поклоніння перед авторитетами та думками засобів масової інформації.* Наприклад: перед випробуванням першого паровозу англійські газети писали, що неможливо створити транспорт, який би рухався в два рази скоріше поштової карети.

3. *Невміння змінити область пошуків - розглянути більш складний технічний об'єкт чи його елементи (необхідно ширше глянути на проблему).* Наприклад: при механізації збирання стружки в кінці зміни біля верстату розробники думають про використання електромагнітів, механічних віників і інше; тобто звертають свою увагу до досліджуваного об'єкту – стружки, хоча можна розглянути більш складний об'єкт – різець або верстат. Можна створити пристрій, який би направляв стружку у бункер, або впровадити виготовлення деталей при використанні безвідходної технології (лазерна різка, лиття під тиском тощо).

4. *Прив'язаність до старих тенденцій розвитку різних форм технічного об'єкту.* При виникненні технічних протиріч, обумовлених розвитком інших технічних об'єктів, можуть змінюватись тенденції в розвитку форм зв'язку, форм розміщення і геометричних форм елементів досліджуваного об'єкту. Наприклад: на перших порах реактивні двигуни на літаках ставили на місце пропелерів на крилах і потрібно було немало часу щоб на окремих типах літаків він зайняв найвигідніше місце - в хвостовій частині. Крім того, усі ви знаєте який вигляд має болт із звичайною шестигранною головкою. Здавалось більш оптимальне рішення не знайти. І жоден винахідник не здогадався зробити головку болта еліпсою. А запропонувала і розрахунками довела перевагу такої головки тільки ЕОМ.

5. *Зловживання технічними термінами при постановці задачі (формулюванні технічного завдання) і поклоніння перед ними.* Це націлює розробника на вибір слабкого технічного рішення або ускладнює його. Наприклад формулювання теми: розробка трьохроlikової машини для гнуття спіралей шнеків звужує область і не досягає мети.

Поради. Багато з вас будуть намагатись самі вирішувати свої проблеми в тому числі технічні і намагатимуться працювати без опіки. Тому ви повинні бути готовими до роботи за договорами чи контрактами, основу яких в технічній сфері складає *технічне завдання на розробку*.

Технічне завдання повинно включати такі розділи:

1. *Назва.* Як правило вона повинна бути абстрактною: пристрій..., спосіб..., щоб не нав'язувалось слабе технічне рішення. Більш складний технічний об'єкт і його основні елементи, які в процесі розробки не

змінюються, необхідно описувати детально, з вказанням технічних характеристик, назв тощо.

2. *Мета і призначення розробки.* Тут не повинні обмежуватись можливості розробки.

3. *Джерела розробки.* Аналіз інформації про те, що вже зроблено.

4. *Технічні вимоги.* Поряд із безпосередніми технічними вимогами, які забезпечують технічне призначення, необхідно обумовлювати такі вимоги як надійність роботи, економічність, матеріалоємність, технологічність.

5. *Економічні показники.* Дуже часто виключають із технічного завдання, особливо при розробці простих об'єктів, хоча вони є одними із основних розділів технічного завдання.

Ніколи не можна підписувати технічне завдання яке ви не зможете реалізувати.

Створити технічне рішення, яке легко впроваджується, можна лише тоді, коли творче завдання ставиться виходячи з існуючої або прогнозованої суспільної потреби, а практична розробка нового технічного об'єкта здійснюється у відповідності з діючими стандартами на складання технічного завдання.

### **3.2. Методи активізації пошуку нових технічних рішень**

*Мозковий штурм.* Американський винахідник А. Осборн запропонував методику рішення творчих технічних задач, яка названа мозковим штурмом.

Вважається, що є різні категорії людей. Одні добре генерують ідеї, але погано їх аналізують, а другі навпаки. Для пошуку рішень комплектують дві групи по 6-12 чоловік із представників тільки першої і другої категорії відповідно. Учасники “мозкового штурму” повинні мати різномірний досвід роботи і кваліфікацію, мати інтерес до завдання, яке вирішується. Сеанс проводить спочатку перша група. Ведучий формулює задачу, а учасники пропонують різні технічні (реальні, фантастичні, серйозні та жартівливі) рішення. Виступ 1 хв. Сеанс 30 - 40 хв. Доводити запропоновані рішення не вимагається. Критика забороняється.

Отримані рішення записуються і піддаються аналізу учасниками II груп. Значна частина ідей відкидається, а кращі передаються на розробку. Про прийняття рішення повідомляють її автора, який в подальшому приймає участь в розробці і, у випадку досягнення позитивного результату, стає автором або співавтором винаходу.

Існують наступні модифікації мозкового штурму:

*Зворотній мозковий штурм.* При ньому виконується пошук недоліків ідеї чи процесу. Це дозволяє сформулювати нові завдання по вдосконаленню досліджуваного об'єкту. Попередню оцінку зауважень здійснюють самі учасники обговорення, а потім передають спеціалістам. З переліку відкидаються лише помилкові твердження.

*Письмовий “мозковий штурм”* відбувається наступним чином. У письмовому вигляді формулюється творче завдання і мета завдання і

розсилається учасникам. При вдало розроблених питаннях одержується багато цікавих ідей.

*Індивідуальний “мозковий штурм”* зміст якого полягає в тому, що розробник сам генерує ідеї і інколи дає їм оцінку. Тривалість неперервної генерації ідей не повинна перевищувати 15 хв. Кінцеву оцінку результату “штурму” доцільно доручити іншому розробнику. Якщо автор сам здійснює оцінку, то він повинен приступити до неї через 3-5 днів.

*Конференція ідей.* Була запроваджена в колишній ГДР. У такому штурмі обов’язково приймали участь вчені, інженери і робітники. Кількість учасників 4 – 12 чоловік (не більше). Тривалість конференції 20 хв. Першими повинні виступати молодші співробітники. Критика в процесі конференції недопустима. Технічні ідеї записують і передають спеціалістам, критика яких повинна бути конструктивною і доброзичливою. Не використані ідеї заносять в каталог.

Метод “мозгового штурму” надзвичайно простий і не вимагає великих витрат. Його доцільно використовувати при розв’язку як технічних, так і організаційних творчих задач.

*Метод контрольних питань.* Базується на використанні спеціально складених питань у формі монологу винахідника до себе, або діалогу в процесі колективного пошуку творчих технічних задач.

У списку контрольних питань А. Осборна є такі:

1. Яке нове використання технічному об’єкту можна запропонувати? Чи можливі нові способи використання?
2. Чи можна розв’язати задачу шляхом спрощення, скорочення пристосувань? Що нагадує вам даний технічний об’єкт?
3. Які можливі модифікації?
4. Що можна збільшити? Що можна приєднати?
5. Що можна зменшити? Що можна замінити, ущільнити, стиснути, прискорити, відділити, подрібнити?
6. Які елементи можна замінити, без яких машина могла б працювати?
7. Що можна перетворити?
8. Що можна повернути навпаки?
9. Які нові комбінації елементів технічного об’єкту можливі?

У списку питань англійця Т. Ейлоарта є такі:

1. Перелічити всі властивості нового технічного рішення.
2. Чітко сформулювати завдання. Визначити основні і другорядні.
3. Перелічити недоліки відомих рішень.
4. Накидати фантастичні, біологічні, економічні та інші аналогії.
5. Побудувати математичні, механічні, гідравлічні, електричні моделі.
6. Спробувати використати різні види матеріалу і енергії: газ, рідина, тверде тіло, піну, пасту; теплоту магнітного поля, магнітну енергію, світло, силу удару і ін.
7. Взяти думку зовсім сторонніх людей.
8. Влаштувати сумбурне групове вислуховування ідей без критики.
9. Спати з проблемою, ходити на роботу, гуляти, їсти, грати в теніс.

10. Ходити серед речей, які стимулюють (звалища лому, технічні музеї), пробігати журнали і комікси.

11. Накидати таблицю цін, значень величин, переміщень.

12. У думці залізити всередину об'єкту.

13. Визначити альтернативні проблеми і системи.

14. Визначити загальноприйнятні граничні умови і причини їх встановлення і ін.

Ефективність розв'язку творчих технічних задач з допомогою контрольних питань залежить від того, наскільки повно ці питання враховують загальні рекомендації, які витікають з основних законів і категорій матеріалістичної діалектики.

*Морфологічний аналіз.* Запропонований швейцарським астрономом Ф. Цвіккі. Згідно з ним виконуються такі послідовні дії:

- формулюється мета технічної задачі;
- фіксуються можливі варіанти виконання окремих функціональних вузлів або дій розглядуваного об'єкту і його елементів;
- усі без виключення варіанти аналізуються;
- один чи декілька кращих відбирається для практичного впровадження.

Будується у вигляді багатомірних таблиць в яких осями служать основні варіанти. Наприклад можливі елементи створення зусилля: пневматика, механіка, гідравліка, магнітні, електромагнітні.

Метод морфологічного аналізу особливо ефективний при постановці нових творчих завдань, визначенні можливості і ефективності впровадження нових рішень для раніше розв'язаних технічних завдань.

*Синектика.* Метод запропонований американським дослідником У. Гордоном. Слово синектика в перекладі з грецького означає "суміщення різнорідних елементів". В його основу покладений вдосконалений метод "мозкового штурму". Суть методу полягає в свідомому бажанні учасників пошуку поглянути на задачу з деякої іншої точки зору і тим самим усунути психологічні перешкоди на шляху пошуку оригінальних технічних рішень. Основне правило розробника (синектора) – ніколи не йти відомим шляхом, не використовувати відомих шаблонів і таким чином долати психологічні перешкоди.

Кожен синектор повинен володіти шістьма якостями:

- вміти абстрагуватись від звичайного судження, думкою відволікатися від обстежуваного об'єкту, виділити сутність завдання і боротись з звичним ходом мислення;
- мати схильність до вільних роздумів, вміти вільно працювати, доходючи до рівня фантазії;
- вміти затримувати подальший розвиток знайдених ідей і вірити в те, що попереду з'являться кращі ідеї;
- доброзичливо сприймати чужі ідеї навіть в тих випадках, коли вони нечітко сформульовані;
- володіти цілеспрямованістю і твердою вірою в успішне розв'язання задачі, бути впевненим у власних винахідницьких здібностях і здібності колеги;

- знаходити у звичайному незвичайне і, навпаки вміти убачати у звичайних предметах і явищах дещо особливе, використовувати це особливе в якості вихідного пункту для розв'язку творчої уяви.

Синектор повинен широко використовувати різні види аналогій.

*Пряма аналогія.* Технічний об'єкт співставляється з більш або менш схожими об'єктами з інших галузей техніки або живої природи. Наприклад: літак порівнюють з птахом, потік електронів – з швидким бігом великої групи людей і ін.

*Особиста аналогія.* Розробник уживається в образ об'єкта, який вдосконалюється, робить спробу злитися з ним воєдино і проникнути в механізм його роботи.

*Символічна аналогія.* Іноді використовується узагальнена, абстрактна подібність. Наприклад: при розробці космічного човна для подорожі за межі Сонячної системи його абстрактною аналогією може бути світловий імпульс, який посланий туди ж. Таке співставлення веде до думки про фотонну ракету тощо.

*Фантастична аналогія.* В пристрій, який розв'язує завдання, розробник думкою вводить які-небудь фантастичні істоти, які виконують те, що вимагається по умовам завдання, або використовує при розв'язку будь-які фантастичні засоби (килим-літак, чоботи-скороходи, чарівні сили і інше).

На практиці вказані види аналогій не зустрічаються у чистому вигляді, вони переплітаються одна з одною.

Синектика відноситься до найбільш ефективних методів пошуку технічних ідей.

*Метод чорного ящика.* В цьому методі доступні вхідні та вихідні величини, а внутрішня будова невідома. Суть методу полягає в тому, що розробник при розв'язку задачі відмовляється від спроб прямого визначення внутрішньої структури об'єкту, а висновки про поведінку об'єкту одержує шляхом аналізу причинно-наслідкового зв'язку вхідних і вихідних величин. Внутрішні зв'язки компонуються із різних компонентів можливими способами. Метод набув поширення в електронній техніці.

*Алгоритм рішення винахідницьких задач (АРВЗ).* Засновником вважається Г.С. Альтшуллер. Представляє собою впорядковану послідовність дій, виконання яких може призвести до розв'язку завдання.

Стратегія полягає в тому що:

- формулюють вихідну винахідницьку задачу в загальному вигляді;
- обробляють і уточнюють умови задачі, з метою додання психологічних перешкод і врахування технічних розв'язків в даній і інших галузях;
- викладають умову задачі, яка полягає в описі елементів технічної системи і небажаного ефекту, який виробляє один з елементів;
- формулюють інженерно-конструкторські рішення (ІКР), в напрямку якого в подальшому іде процес розв'язку задач.

При порівнянні ІКР з реальним технічним об'єктом виявляють технічні протиріччя, а потім їх причину - фізичні протиріччя. Для усунення цих

протирич запропоновані 40 принципів рішення, стандарти технічних розв'язків, таблиці використання фізичних явищ і ефектів. Принципи розв'язку мають назви, які легко запам'ятовуються. Для розв'язку ряду завдань складені таблиці прийомів долання технічних протирич, які виявляють зв'язки типових технічних протирич з принципами їх усунення. Якщо за допомогою таблиці не вдається знайти бажаний розв'язок, то пропонується використовувати фізичний ефект або явище.

При постановці завдання необхідно: сформулювати кінцеву мету розв'язку; перевірити можливість розв'язку обхідних завдань; оцінити, розв'язок якого завдання доцільніший – попередній чи обхідний; конкретизувати кількісні показники, які вимагаються, і внести в них виправлення на час розробки і впровадження; врахувати особливості впровадження і масштаби використання.

При визначенні ІКР методика рекомендує виконати послідовні кроки по встановленню певної інформації у такій формі:

1. Що робить об'єкт?
2. Як робить?
3. Коли робить?
4. При яких умовах (обмеженнях, вимогах тощо).

Після формулювання ІКР рекомендується зробити два малюнки: “було” і “стало”.

АРВЗ придатний для великого кола завдань, розв'язок яких досягається головним чином шляхом зміни формоутворюючих ознак. Метод ефективний, якщо розробник може представити і реалізувати ІКР.

*Метод “635”.* Метод передбачає участь 6-и учасників, які протягом 5-и хвилин висувають і записують в своїх картках по 3 ідеї вирішення проблеми. Карточки передаються іншим учасникам (сусідам), які оцінюють ці ідеї і дописують свої. Процес повторюється до тих пір, поки всі учасники не оброблять усі картки, в результаті чого буде отримано  $6 * 3 * 6 = 108$  пропозицій.

*Метод “вільних асоціацій”.* Метод враховує особливості мозгу людини, пов'язану з виробленням ідей при виникненні асоціативних зв'язків, і передбачає генерацію ідей в залежності від встановленого слова або поняття, яке є базою для асоціації.

*Метод інверсії.* Метод базується на пошуку рішень в зворотньому напрямку (кардинально протилежний вихід із ситуації та відхід від стандартного рішення). Метод пропонує при розробці рішення ламати парадигму мислення та здійснювати його пошук нетрадиційними способами.

*Метод комісії.* Суть методу полягає у відкритій дискусії по обговоренню проблеми та пошуку рішення (збори, засідання). Колективна думка виявляється в ході відкритого чи таємного голосування або за спільною згодою в процесі дискусії.

Перевага – зростання інформативності учасників в ході дискусії.

Недолік – відсутність анонімності; часто дискусія перетворюється у полемічність найбільш активних чи впливових учасників; небажання учасників відступати від своїх ідей, конфронтація між учасниками.

*Метод експертизи по методу суду.* Він характеризується подібністю до судових засідань. Склад експертів ділиться на 2-і групи, одна з яких захищає альтернативи, інша – вишукує негативні сторони рішень. Третя сторона (як правило керівник) є регулятором ходу процесу та приймає кінцеве рішення.

*Метод очікування рішень.* Метод базується на використанні підсвідомості. За цим методом, якщо при аналізі та продумуванні проблеми не знаходиться рішення, то необхідно розслабитись і переключитись на виконання інших задач. Якщо рішення є, то запрограмована підсвідомість через деякий час «видасть» рішення у свідомість. Рішення необхідно відразу зафіксувати, інакше воно швидко «зітреться» у свідомості.

### **3.3. Методи розв'язку творчих задач**

*Творчі технічні задачі.*

Практично будь-який технічний об'єкт забезпечує виконання деяких перетворюючих функцій в структурній схемі більш складного об'єкту. Наприклад, захисний пристрій в технічному об'єкті “електричний привід верстату” вимикає ланцюг живлення електродвигуна (вхід) і зупиняє верстат (вихід), біметалічна пластина в технічному об'єкті “теплове реле” перетворює теплоту (вхід) в механічне переміщення контактів (вихід) і інше.

Прийнявши до уваги названу особливість, технічний розв'язок любого об'єкту можна представити трьома взаємозв'язаними компонентами. Для створення технічного об'єкту повинні бути задані всі три компоненти: а - формуючий вхідний параметр; б - перетворюючий вхід в бажаний вихід; в - компонент, який визначає призначення виходу. Різновиди творчих технічних задач представлено в таблиці 3.1.

В залежності від ступеня проявлення технічних протиріч запропоновані сім класів творчих технічних завдань, які можна умовно поділити на дві основні групи:

1. Задачі, постановка яких обумовлена виявленими суспільними потребами. В цьому випадку розв'язки можуть бути націлені на розробку принципово нових і покращення існуючих технічних об'єктів.

2. Задачі, постановка яких визначається головним чином особистою ініціативою розробника, пов'язану з такими основними мотивами, як потреба у самовираженні і матеріальна зацікавленість. В цьому випадку творчі зусилля можуть бути направлені: на використання в інших галузях техніки ідей технічних розв'язків, які створені в галузі техніки розробника; використання ідей технічних розв'язків з іншої галузі техніки для розвитку технічних об'єктів в галузі техніки розробника; використання нових матеріалів і пристроїв; практичне використання нових відкриттів або відомих фізичних ефектів і явищ.

*Технічні ідеї піонерських винаходів.*

В таблиці 3.2 наведені технічні ідеї ряду винаходів, які поклали початок розвитку великої кількості різноманітних об'єктів техніки. Сформулювавши



суть цих винаходів, розробник може знайти їй нове використання в технічних розв'язках.

Таблиця 3.1 - Різновиди творчих технічних задач

Класи задач	Невідомі компоненти	Умови задач	Приклади
1	-	Покращити характеристики відомого технічного об'єкту або розширити область його використання	Виходячи з принципового технічного розв'язку електричного вентилятора, розробити кишеньковий вентилятор з автономним джерелом живлення
2	Б	Знайти технічний розв'язок для перетворення входу в бажаний вихід	Створити новий технічний розв'язок швидкодіючого захисту, яка розмикає електричне коло у відомому об'єкті при появі перегріву в колі
3	В	Встановити нове призначення або новий кінцевий результат виходу	Запропонувати нове технічне застосування імпульсним магнітним силам
4	А	Знайти новий технічний розв'язок, який формує вхідний параметр перетворюючого технічного розв'язку	Одержати новий економічний вид палива для конкретного двигуна при заданій галузі використання.
5	А, В	Знайти нові технічні розв'язки, які стосуються застосування виходу і формування входу. Вхід, вихід і технічні засоби перетворюючого розв'язку задані новим фізичним ефектом, "керованим" матеріалом або готовим пристроєм	Використати п'єзокераміку для створення нових технічних об'єктів
6	Б, В	Одержати технічний розв'язок перетворюючого пристрою, вихід якого невідомий, і знайти технічні застосування цьому виходу	Знайти застосування вихлопним газам двигуна внутрішнього згорання
7	А, Б	Знайти технічні розв'язки входу, визначити вхідні параметри і одержати технічні розв'язки перетворюючого пристрою так, щоб на вході з'явився бажаний (потрібний) технічний розв'язок	Запропонувати спосіб одержання штучних алмазів

Таблиця 3.2 - Технічні ідеї і їх реалізація

Технічний розв'язок	Вхід	Вихід
1. Індукційна імпульсна силова взаємодія	Імпульсний струм індуктора	Силова взаємодія електропровідного матеріалу з магнітним полем індуктора (відштовхування)
2. Електродинамічна силова взаємодія	Струми в паралельних провідниках (однаковий або різний напрямки)	Силова взаємодія провідників (притягування і відштовхування)
3. Індуктивний нагрів	Струм високої частоти в індукторі	Нагрів електропровідного матеріалу, пов'язаного з магнітним полем індуктора.
4. Електромагнітна силова взаємодія	Струм котушки електромагніту	Силова взаємодія феромагнітних матеріалів (притягування)
5. Використання поляризованих магнітних систем, які поєднують постійний магніт і електромагніт	Зміна напрямку струму в котушці електромагніту	Зусилля або послаблення результуючого тягового зусилля електромагніту
6. Використання фазових переходів	Перехід води із рідкого стану в тверде	Виникнення тиску води на стінки посудини за рахунок об'ємного розширення і ін.
7. Використання попередніх засобів захисту або сигналізації	Внесення в об'єкт додаткового елемента	Створення захисту або сигналізації в аварійних режимах об'єкта
8. Вплив ультразвуку на різноманітні об'єкти	Ультразвукові коливання абразивних порошоків, деталей, виробів	Розмірна обробка твердих матеріалів, очищення деталей від забруднення, визначення дефектів у виробах і інше
9. Дія радіації на речовину	Опромінення різноманітних матеріалів	Зміна властивостей матеріалів (збільшення модуля пружності, границі текучості, електричної провідності і інше)
10. Електрохімічне осадження металу.	Постійний струм в системі електрод-електроліт-деталь	Осадження будь-якого металу або сплаву на заздалегідь підготовлену форму для одержання деталі.
11. Вибухова силова дія	Направлений вибух твердих рідких і газоподібних речовин	Силова взаємодія вибухової хвилі з виробами

“Керовані матеріали”.

“Керовані матеріали” - речовини, властивостями яких можна варіювати, змінюючи поляризацію, енергетичний стан атомів та інше. Деякі можливості керованих матеріалів наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Можливості «керованих матеріалів»

«Керовані матеріали»	Вхід	Вихід
Біметали (пластинки, дріт тощо)	Зміна температури	Пружна деформація (прогин, кручення і ін.)
Постійні магнітні (метали, ферити, полімери)	Одноразове намагнічування	Притягування феромагнітних матеріалів, створення постійних магнітних полів
Тонкі напівпровідникові плівки (АФН-плівки)	Освітлення	Електрична поляризація
Оптичне скловолокно	Світловий сигнал	Передача світлового сигналу по світлопроводу подібне електричному струму по дротах
Рідкі кристали	Електричний струм, намагнічування, механічні напруження, нагрівання	Зміна оптичних властивостей (поворот площини поляризації)
Намагнічуючі рідини	Намагнічування	Електродинамічна взаємодія
Піроелектрики	Нагрівання	Зміна електричної поляризації
Пірофарні матеріали	Удар або тертя	Самозаймання
Пористі матеріали	Композиція твердих або еластичних речовин і повітря	Здатність пропускати або поглинати і зберігати рідини і газу

У практиці рішення технічних задач, пов'язаних із зміною формоутворюючих ознак, розробник користується схемно-конструктивними прийомами, які в залежності від змін основних ознак об'єкту можуть забезпечувати позитивний ефект при чергуванні взаємно протилежних формоутворюючих дій.

Причиною переходу від об'єднання до розділення і навпаки, є комплекс внутрішніх і зовнішніх технічних протиріч, який постійно змінюється, обумовлений розвитком досліджуваного технічного об'єкту, а також розвитком об'єктів інших галузей техніки. Як правило, технічні протиріччя, які заважають покращенню параметрів (підвищенню ККД, зменшенню пожежонебезпеки і вартості обслуговування), примушують розробників розвивати технічний

об'єкт в сторону його об'єднання, а потім, по мірі зникнення перелічених протиріч, розвиток технічного об'єкту може йти по шляху розділення.

Таким чином, зникнення технічних протиріч часто проходить шляхом своєчасного вибору якого-небудь із взаємно протилежних рішень. Наприклад, використовується укрупнення або дроблення, розширення або звуження, натяг або послаблення, неперервність або дискретність дії і т.д.

*Розв'язок завдань в процесі розробки нових об'єктів.*

Дану різновидність технічних задач розробник вирішує в плановому порядку на основі попередньо складеного укрупненого технічного завдання. Вхідні і вихідні компоненти об'єкту відомі. Задача зводиться до пошуку нових перетворюючих технічних рішень.

На рис. 3.1 представлена рекомендована послідовність дій розробника.

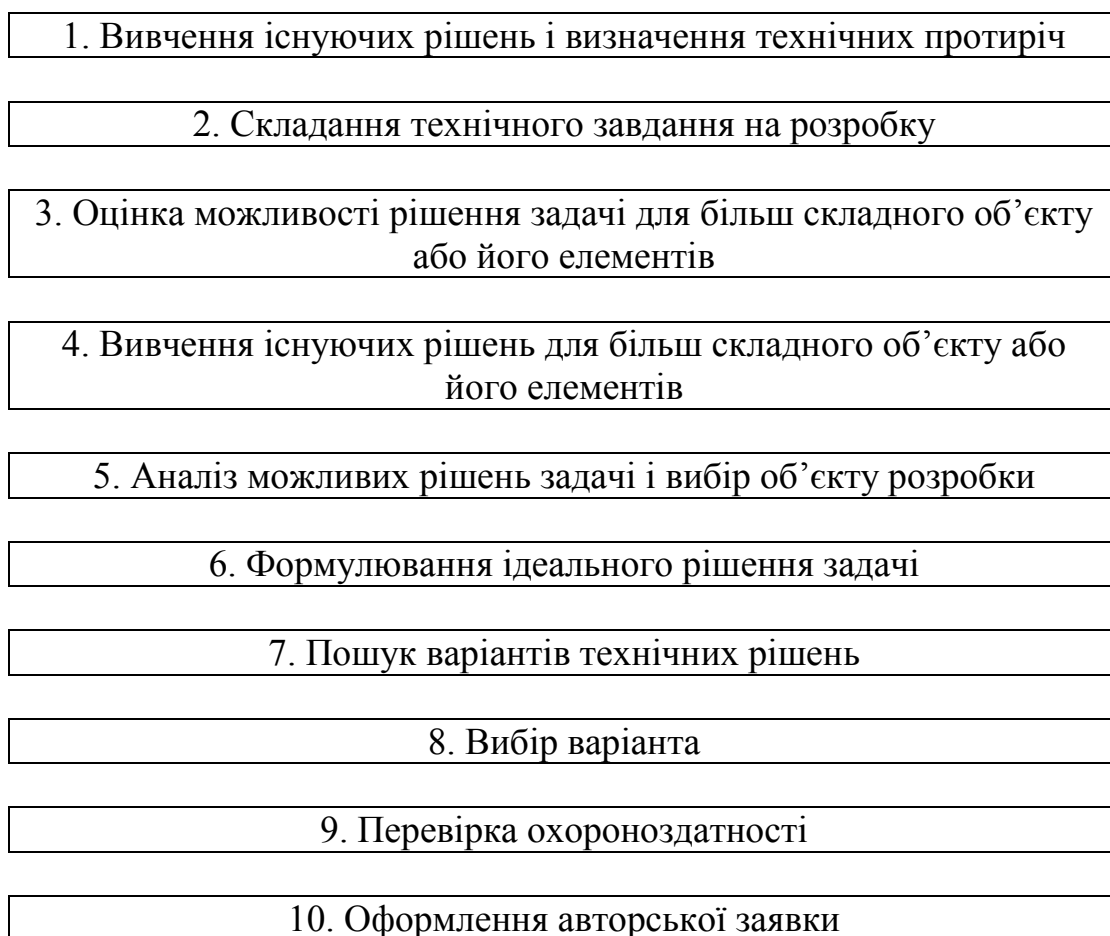


Рис. 3.1 – Рекомендована послідовність дій розробника

Більшість технічних ідей, запропонованих в одній області техніки, може знайти поширення в інших областях. Вирішивши творчу технічну задачу любого рівня складності, розробник повинен подумати про можливість використання запропонованих ідей для розвитку об'єктів в іншій галузі техніки (рис. 3.2).

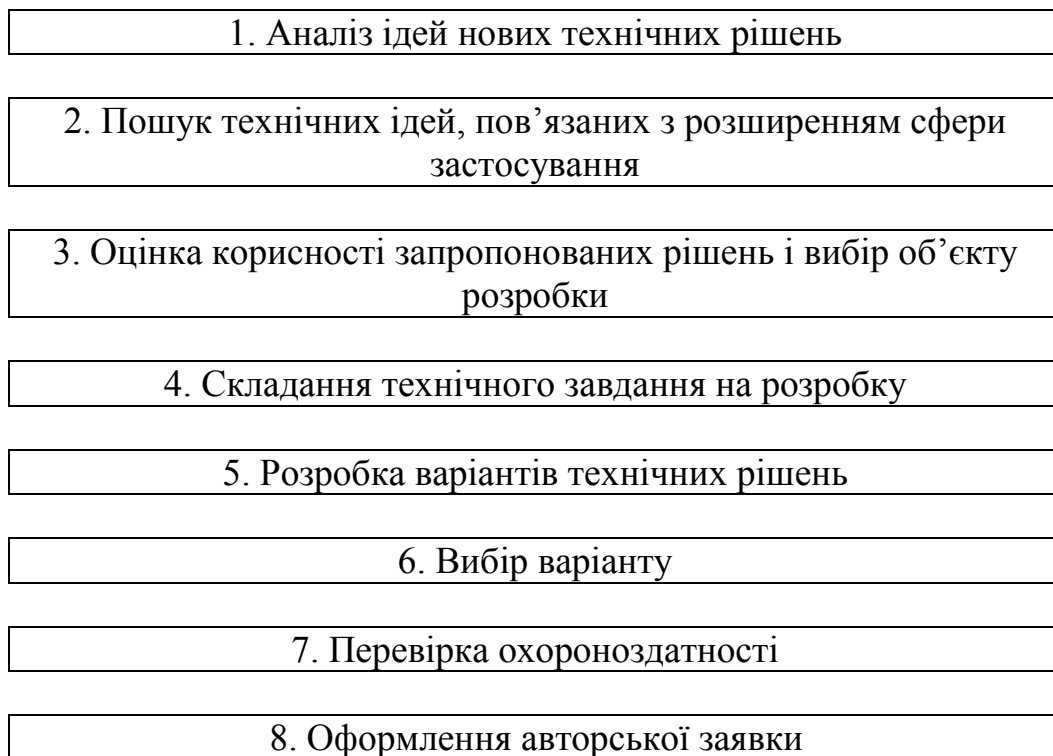


Рис. 3.2 – Рекомендована послідовність дій розробника по подумуванні можливості використання запропонованих ідей в іншій галузі техніки

При цьому необхідно дотримуватись наступних рекомендацій:

1. Провести аналіз ідеї розв'язку і її застосування у виконаному технічному об'єкті.

2. Виконати пошук нового застосування раніше отриманого рішення. Пошук технічних ідей, пов'язаних з розширенням сфери застосування, необхідно проводити в напрямку від відомого виходу до невідомого об'єкту споживання. Тут важливо так поставити питання про застосування, щоб воно відображало суть виходу. Уважно вивчаючи інші галузі техніки і консультуючись із спеціалістами в цих областях розробник може сам або в співавторстві зробити не одну цінну технічну пропозицію по практичному використанню технічних ідей, взятих із своєї області техніки. На даній стадії гарні результати приносить письмовий «мозковий штурм». Пошук, пов'язаний із застосуванням ідей піонерських винаходів, як правило, дає велику кількість нових технічних рішень. Необхідно сформулювати суть піонерського винаходу, далі знайти можливе нове проявлення цієї суті, а потім від проявлення перейти до можливого нового практичного використання.

3. В процесі вивчення технічних об'єктів з іншої галузі техніки встановлюється корисність нових запропонованих технічних рішень і робиться висновок про доцільність їх розробки. Як уже відмічалось, оцінку корисності технічних рішень бажано проводити за участю спеціалістів в тій галузі техніки, де пропонується впровадження цих пропозицій.

4. У зв'язку з тим, що ідею технічного рішення і вибір технічних засобів для її здійснення в даному випадку шукати не треба, побудова технічного завдання на розробку об'єкту дещо спрощується. Основна мета технічного завдання зводиться до представлення розробнику необхідних даних для створення схемно-конструктивної компоновки нового об'єкту. Останній повинен поєднувати в розв'язку привнесену готову ідею, задум здійснення ідеї, новий задум об'єкту і елементи попереднього об'єкту.

5. При розробці технічного рішення важливо правильно встановити формоутворюючі ознаки нового об'єкту. Попередній технічний об'єкт обов'язково треба перетворити у відповідності з новою технічною ідеєю. Для активізації пошуку формоутворюючих рішень можуть використовуватись, наприклад, контрольні питання А. Осборна. Треба відмітити, що формоутворюючі рішення також часто служать джерелом нових охороноздатних технічних пропозицій.

### **3.4. Використання ідей “чужих” технічних рішень для розвитку технічних об'єктів в області техніки розробника**

Методика розв'язку даної різновидності завдань схожа до попередньої. Отже, усі зауваження загального порядку викладені вище відносяться і до даного випадку. Однак послідовність розв'язку в першій її частині (рис. 3.3) дещо відрізняється від послідовності для попереднього завдання (див. рис. 3.2).

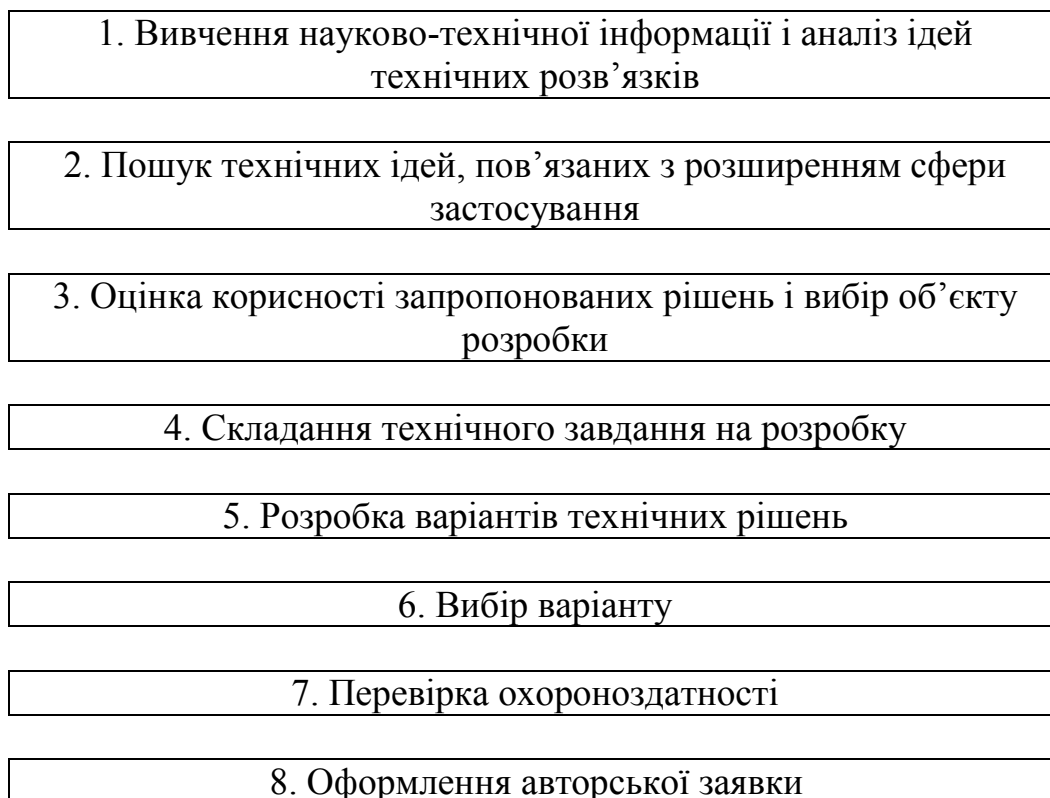


Рис. 3.3 - Методика розв'язку різновидності завдань на базі використання ідей “чужих” технічних рішень

Основною перешкодою на шляху впровадження нової технічної пропозиції є низькі, а в ряді випадків від'ємні економічні показники. Але в процесі розвитку техніки ці перешкоди іноді зникають; в результаті з'являються необхідні умови для повернення до раніше запропонованих технічних рішень.

### **3.5. Використання нових матеріалів і пристроїв**

При появі нових матеріалів і пристроїв розробнику необхідно вивчати і використовувати їх перетворюючі властивості для подальшого розвитку технічних об'єктів. Задача зводиться до пошуку вхідних і вихідних компонентів, оскільки перетворюючий компонент відомий. На рис. 3.4 представлено послідовність розв'язку задач з використання нових оригінальних матеріалів і пристроїв.

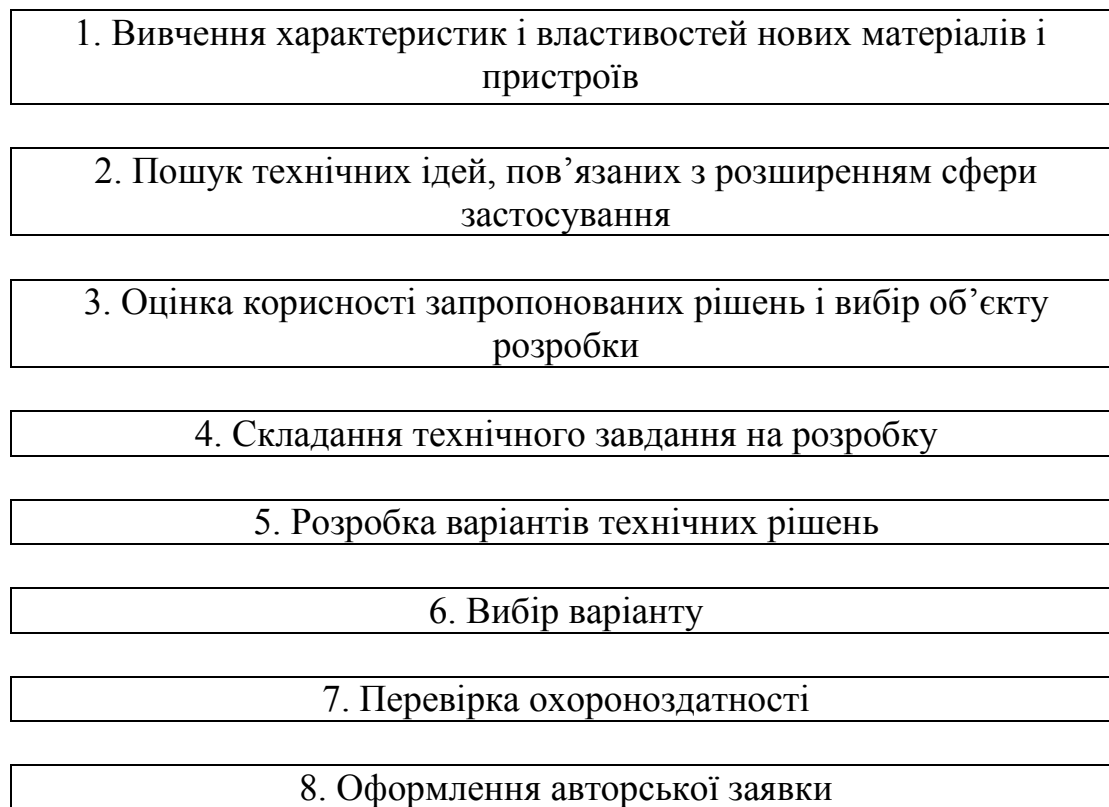


Рис. 3.4 - Послідовність розв'язку задач з використання нових оригінальних матеріалів і пристроїв

## ТЕМА 4. ОСНОВИ ПАТЕНТОЗНАВСТВА

### 4.1. Зародження авторського права і правова охорона результатів творчої діяльності

Об'єктивні основи виникнення авторського і винахідницького права нерозривно пов'язані з творчою діяльністю людства. Віхами в історії розвитку матеріальної культури людства були, є і будуть “великі” винаходи і відкриття на різних етапах суспільного розвитку, незалежно від того, є вони результатом розуму однієї людини, чи створені в результаті колективного досвіду, або прийшли із темряви віків, будучи продуктом тисячолітнього накопичення знань поколіннями людей.

Відкриття і застосування вогню, винайдення лука і стріл, сокири, пороху та книгодрукування, компаса і колеса, відкриття пару і електрики, освоєння атомної енергії та космосу – цей ланцюг винаходів є супутником не тільки розвитку матеріальних засобів дії на природу, але і еволюції суспільних відносин.

Для творчої діяльності існують об'єктивні та суб'єктивні основи. Прагнення інженера виготовити більш досконалу машину, вченого – вирішити наукову проблему, письменника та художника – створити твір мистецтва – все це проява творчої цілеспрямованості, яка притаманна людині.

Одночасно з початком свідомої діяльності в людини виникло бажання зберегти і закріпити за собою переваги та вигоди, які вона отримує в результаті дії на природу чи створення художніх творів.

Так, вже на зорі людства ретельно оберігався і передавався з роду в рід секрет добування вогню, в великій таємниці тримали єгипетські жреці вміння передбачувати затемнення сонця і місяця.

Надалі збереження таємниці секретів виробництва, наприклад, таємниці виготовлення венеціанського скла, багатьох фарб, вироблення деяких видів сталі, давало їх творцям певні переваги і до 16 – 17 ст. було по суті єдиним засобом їх охорони.

Промислова революція 16 - 17 ст. прискорила становлення капіталізму в країнах Європи. На мануфактурах, всяка технічна новина швидко ставала предметом розголошення і кожен інший підприємець мав право її застосувати на своєму виробництві, так як робітник не був зобов'язаний оберігати секрети виробництва.

Власники капіталістичного виробництва добре розуміли і оцінювали можливості збагачення в результаті розвитку техніки і змогли примусити державну владу ввести в законодавчому порядку охорону їх майнових інтересів, які виникали в зв'язку із створенням та застосуванням технічних новинок.

Таким були об'єктивні причини, що привели до появи правового інституту винахідницького та авторського права, яке в наш час набуло значення фактора не тільки економічного, але й політичного.

*Найстаріший з привілеїв, що дійшов до наших часів належить правителю з Месопотамії (поч. 17 ст. до н.е.). Ця грамота давала йому право на володіння*



великою земельною ділянкою. Гарантувався захист цієї власності: “хай він буде під магічним захистом і ніхто не повинен відібрати в нього поле...”

*В Афінах існувало поняття літературної власності, але ніяких законів про права авторів і видавців не було.*

*Тільки в 15-17 ст. в Європі з'являються закони, що охороняли права творчості.*

Охорона прав винахідництва почалася вперше в Венеціанській республіці. 19 березня 1474 р. там був прийнятий закон про монопольне право автора на використання свого винаходу на протязі 10 років.

1440 р. Гутенберг випустив першу друковану книгу, в якій оголошує про винайдення книгодрукування.

Після цього виникли передумови появи прав видавців як охорони їх майнових інтересів.

Перші привілеї захисту прав видавців були видані в Венеції в 1491р.

Вперше в історії авторського права в 1667 р. в Англії була укладена угода про виплату авторського гонорару за публікацію літературного твору, яка підтверджувала право автора на одержання грошової винагороди за свою інтелектуальну працю.

В 1694 р. вперше серед німецьких держав Саксонія прийняла закон про охорону авторського права.

В 1791 та 1793 рр. Франція прийняла Декрети, які встановлювали право на використання твору і виключне право автора на відтворення своєї літературної праці.

22 квітня 1828 р. в Росії вийшов Статут про цензуру, де було викладено закон про авторське право в галузі книговидавництва, в 1845 р. – закон про захист прав композиторів.

*В кінці 19 ст. в світовому співтоваристві склалися певні поняття про право на винаходи та його охорону. Формально вони були зафіксовані в Паризькій Конвенції 1883 р., яку підписали 11 держав і які утворили міжнародний союз по охороні промислової власності.*

В Росії 17 червня Олександр I підписує Маніфест “Про привілеї на різні винаходи і відкриття” в якому передбачувалася явочна система видачі патента, тобто коли новизна не перевірялася. 25 листопада 1833 р. вийшов указ в якому явочна система замінювалась перевірковою з проведенням експертизи винаходу.

30 червня 1919 р. РНК затверджує положення “Про винаходи”, 2 вересня 1924 р. – постанову “Про патенти на винаходи”, якою вводиться патентна форма охорони винаходів. 1928 р. – вийшов перший загальносоюзний закон про авторське право – Постанова ВЦВК і РНК СРСР.

1957 р. – початок державної реєстрації наукових відкриттів. 20 червня в реєстр внесено відкриття № 1.

В 1965 р. СРСР приєднався до Паризької конвенції.

В Україні в 1992 р. було прийнято “Тимчасове положення про правову охорону об'єктів промислової власності та раціоналізаторських пропозицій в Україні”. На даний час правове регулювання у сфері охорони результатів

творчої діяльності та авторського права в Україні забезпечують Закон України «Про авторське право і суміжні права» [35], Закон України «Про наукову і науково-технічну діяльність» [37], Закон України «Про охорону прав на винаходи та корисні моделі» [38], Закон України «Про охорону прав на промислові зразки» [39].

#### **4.2. Основні положення винахідницької роботи**

*В процесі розв'язку всіх різновидностей технічних завдань передостанньою стадією є перевірка охороноздатності. Виявити винахід – це означає з всього об'єму технічних розв'язків, одержаних в результаті науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, проектних розробок, аналізу раціоналізаторських пропозицій, які підготовлені до опублікування робіт (статті, книги, доповіді і ін.), виділити охороноздатні, тобто, ті які володіють суттєвими відмінностями, новизною, позитивним ефектом і прогресивністю. Відомим способом виявлення винаходів, є спосіб, який полягає у порівняльному аналізі запропонованого технічного розв'язку з найбільш близьким відомим технічним рішенням (прототипом). Цим способом рекомендується користуватись на завершальній стадії через його велику трудоемкість. Попередній відбір пропонованих пропозицій доцільно здійснювати більш простими способами, які не вимагають великих витрат часу.*

*Кінцевий відбір охороноздатних технічних розв'язків, необхідно здійснювати шляхом співставлення з відомими аналогічними розв'язками. Пошук аналогів здійснюється по всім доступним інформаційним джерелам не менше ніж за 50 років. Якщо запропонований винахід відноситься до галузей техніки, які нещодавно виникли, то в якості вихідного приймається момент появи першої інформації.*

*До об'єктів промислової власності належать винаходи, промислові зразки, товарні знаки і знаки обслуговування. На винаходи та промислові зразки видаються патенти; на товарні знаки та знаки обслуговування – свідоцтва, видані Держпатентом України, на раціоналізаторські пропозиції видаються посвідчення, видані підприємством загального зразку. Право на об'єкти промислової власності та раціоналізаторські пропозиції охороняються державою.*

*Відкриттям признається встановлення невідомих раніше об'єктивно існуючих закономірностей, явищ і властивостей матеріального світу, що вносять корінні зміни в рівень пізнання.*

*Об'єктом відкриття є явище, властивість, закономірність.*

*Явище – це форма прояву сутності об'єкта матеріального світу (природи).*

*Властивість – це якісне створення об'єкта матеріального світу.*

*Закономірність – суттєвий, стійкий зв'язок між явищем чи властивостями матеріального світу.*

*Відкриття – це досягнення світового масштабу, ним не визнаються, наприклад, відкриття корисних копалин та в області суспільних наук, географічні і археологічні відкриття.*

Важливою сферою діяльності інженерно-технічних та конструкторських працівників є *винахідницька та раціоналізаторська робота*. Результатом такої роботи є створення нових технологій, машин, обладнання та вдосконалення існуючої техніки та виробничих процесів – тобто об'єктів промислової власності.

*Відповідно до Положення до об'єктів промислової власності належать:*

- винаходи;
- промислові зразки;
- товарні знаки;
- знаки обслуговування.

Правова охорона перших двох об'єктів здійснюється у формі видачі патентів, інші дві – у формі видачі свідоцтв.

*Винаходом* визначається нове, що має суттєві відмінності технічне вирішення задачі в будь якій області господарства, соціально-культурного будівництва чи оборони країни, що дає позитивний ефект та має промислову придатність.

Винахід вирішує задачу в сфері практичної діяльності, обумовлену певною соціальною потребою.

Згідно з Положенням технічне вирішення задачі є винаходом, якщо воно має такі ознаки:

- новизну, тобто якщо воно не є частиною існуючого рівня техніки;
- винахідницький рівень, тобто якщо воно для спеціаліста явно не впливає з існуючого рівня техніки. Рівень техніки визначається за всіма джерелами науково-технічної інформації до дати пріоритету;
- промислову придатність, тобто якщо воно може бути використане у промисловості, сільському господарстві, охороні здоров'я та інших галузях народного господарства.

*Об'єктами винаходу можуть бути:*

- пристрій;
- спосіб;
- речовина;
- штамп мікроорганізму;
- культура клітин, рослин і тварин;
- застосування відомого раніше пристрою, способу, речовини та штампу за новим призначенням, або винахід на застосування.

*Пристрій* - це конструкції та вироби, наприклад, машина для збирання цукрових буряків, дисковий копач є т.д.

*Спосіб* – це процес чи процеси використання дій над матеріальними об'єктами, наприклад, спосіб збирання цукрових буряків, відновлення зношених деталей і т. д.

*Речовина* – це індивідуальні сполуки, композиції, продукти ядерного перетворення, наприклад, фарба, лікарські препарати, металевий сплав і т. д.

*Штамп мікроорганізму* – це чиста культура певного виду мікроорганізмів.

Пристрої бувають двох видів:

1. Пристосування, інструменти, знаряддя, готові вироби;
2. Агрегати, механізми, прилади, електросхеми і ін., вузли яких знаходяться у функціональному зв'язку.

Пристрій характеризується ознаками.

3. Елементи, деталі, вузли, агрегати;
4. Взаємозв'язок елементів; взаєморозміщення елементів;
5. Форма елементів, всього пристрою, чи частини, форма взаємозв'язку;
6. Співвідношення розмірів елементів;
7. Матеріал із якого виконаний елемент, група елементів (пристрій).

Способи бувають наступними:

- спосіб добування, заготовлювання, отримання сировини чи матеріалів;
  - технологічні процеси (сировина – готовий виріб);
  - способи запобігання і захисту від шкідливих впливів, маркування, фасування, дозування, упаковки;
  - способи вимірювання і випробовування;
  - способи монтажу, складання виробів, споруд;
  - способи наладки, керування, регулювання, попередження аварійних ситуацій;
  - знищення і переробка відходів;
  - способи дії на природні процеси, стимулювання росту, селекції;
  - способи профілактики, діагностики, лікування.
- Ознаки способу: а) прийоми, операції; б) послідовність операцій; в) режим проведення операції; г) співвідношення матеріалів; д) використання пристроїв.

Речовини за методом отримання поділяються на:

- механічне змішування (сплави);
- речовини отримані фізико-хімічним перетворенням.

Ознаки речовини отриманих механічним методом:

- інградієнти (компоненти);
- взаєморозміщення компонентів;
- формою окремих компонентів;
- співвідношенням (пропорцією) інградієнтів;
- характеристикою інградієнтів.

Ознаки речовини отриманих хімічним методом:

- якісний (атомний) склад;
- кількісний (кількість атомів);
- хімічний зв'язок;
- взаємне розміщення в молекулі.

Не визнаються винаходами:

- наукові теорії;
- методи організації та управління господарством;
- умовні позначення, розклади, правила;

- методи виконання розумових операцій;
- алгоритми і програми для обчислювальних машин;
- проекти і схеми планування споруд, будинків, територій;
- пропозиції, що стосуються лише зовнішнього вигляду виробів і спрямовані на задоволення естетичних потреб;
- таємні – у порядку встановленому Кабінетом міністрів України.

Право на винахід засвідчується патентом, який визначає авторство та пріоритет винаходу і діє на протязі 20 років.

Для того, щоб отримати патент на винахід, необхідно скласти і оформити певні документи, які в сукупності складають заявку на видачу патенту на винахід.

*Заявка на винахід повинна мати такі документи:*

- заявку на видачу патента;
- опис винаходу;
- формулу винаходу;
- креслення та інші ілюстративні пояснювальні матеріали, які розкривають і доповнюють суть винаходу;
- реферат;
- платіжний документ, який підтверджує сплату мита в установленому розмірі.

Заявка подається до Держпатенту України в трьох примірниках.

Заява про видачу патенту подається у спеціально установленій формі.

*Опис винаходу* має розкривати суть винаходу з повнотою, яка достатня для його здійснення і підтверджувати обсяг правової охорони, визначений формулою винаходу.

Опис має таку структуру:

- назва винаходу;
- клас міжнародної класифікації винаходів (МКВ);
- галузь техніки, до якої належить винахід;
- характеристика аналогів винаходу та його прототипу;
- критика прототипу;
- мета винаходу;
- перелік фігур графічних зображень;
- детальний опис винаходу в статичному стані та процесі роботи.

*Назва винаходу* – це коротке викладення суті об'єкту винаходу, наприклад, робочий орган для викопування коренеплодів, дисковий копач, спосіб вирощування картоплі і т. д.

*Класифікація винаходів* – це спеціальна система упорядкування патентних документів, яка розподіляє технічні рішення за тематичними рубриками з метою оперативного пошуку патентної інформації, що відповідають запиту.

*За домовленістю ряду європейських країн було розроблено Міжнародну класифікацію винаходів (МКВ). Вона складається із 8 розділів:*

- розділ А – задоволення життєвих потреб людини;

- розділ В – різні технологічні процеси;
- розділ С – хімія та металургія;
- розділ D – текстиль та папір;
- розділ Е – будівництво;
- розділ F – прикладна механіка, освітлення і опалення, двигуни і насоси, зброя і боєприпаси;
- розділ G – технічна фізика;
- розділ H - електрика.

Також МКВ має 118 класів та 617 підкласів, які позначаються великими приголосними літерами. Підкласи поділяються на групи, які позначаються як правило непарними цифрами. Групи також розбиваються на підгрупи, які позначаються парними цифрами. Перша підгрупа в кожній групі позначається індексом 00.

*Галузь техніки до якої належить винахід* – це конкретне вказання тієї області використання винаходу, наприклад, винахід відноситься до с.г., конкретно до машин для посіву зернових культур.

*Характеристика аналогів винаходу* – це детальний аналіз відомих і подібних до нього по технічній суті та результату, що досягається при їх використанні об'єктів того ж призначення, як і той, що заявляється. В характеристиці аналогів приводиться критика недоліків, які належать вибраним аналогам.

*Характеристика прототипу* – це опис, аналіз та критика недоліків найбільш близького за своєю технологічною і технічною суттю аналога.

В критиці аналогів і прототипу описуються тільки ті недоліки, які усуваються винаходом.

*Мета винаходу* – це та позитивна дія, при виконанні якої будуть усунені недоліки прототипу, наприклад, з метою усунення втрат коренеплодів і т.д.

*Перелік фігур графічних зображень* – це порядкова нумерація всіх графічних матеріалів, які подаються в винаході, наприклад, фіг.1 і т.д.

*Детальний опис винаходу* – це опис загальної будови винаходу та його принципу роботи.

*Формула винаходу* – коротка, складена за спеціальними правилами і формою словесна характеристика суті технічного рішення винаходу. Вона складається у формі одного речення з певною структурою викладання та визначає обсяг правової охорони, наданої патентом.

*Формула винаходу має таку структуру:*

- назву винаходу;
- обмежувальну частину, яка включає загальні відомі ознаки об'єкта винаходу і прототипу;
- відзначну частину, яка включає нові ознаки, що відрізняють об'єкт винаходу від прототипу і відділяється від обмежувальної частини словами "... який (яка, яке) відрізняється тим, що...";
- мету винаходу, яка записується за словом "... що, з метою", наприклад, "усунення втрат зерна...".

Креслення та інші ілюстративні матеріали подаються у випадку, якщо вони необхідні для розуміння суті викладеного в описі передбачуваного винаходу.

*Реферат* є по суті скорочений виклад змісту винаходу та включає:

- назву винаходу;
- характеристику та галузь техніки, до якої належить передбачуваний винахід; галузь його використання;
- стислу характеристику суті винаходу із зазначенням технічного результату, якого мають досягти.

До *промислового зразка* належить форма, рисунок, розфарбування або їх поєднання, що визначає зовнішній вигляд промислового виробу.

*Патент на промисловий зразок* буває: оригінальним та промислово придатним.

*Оригінальний* – якщо форма, рисунок, розфарбування чи їх поєднання не є явним при їх зоровому сприйнятті. Суттєві ознаки – відмінність зовнішнього вигляду промислового виробу.

*Промислово-придатний* – може бути відтворений промисловим способом у відповідному виробі для впровадження в оборот.

Не надається патент на промисловий зразок, якщо він:

- зумовлений виключно технічною функцією виробу;
- суперечить суспільним інтересам, принципам гуманності і моралі;
- є об'єктом архітектури;
- друкованою продукцією;
- є об'єктом нестійкої форми з рідких, сипких, газоподібних речовин.

*Товарний знак і знак обслуговування* – це позначення, призначені відповідно для відрізнення товарів і послуг, які виробляють чи надають одні фізичні або юридичні особи від однорідних товарів і послуг, які виробляють чи надають інші фізичні чи юридичні особи.

Форма реєстрації товарного знаку може бути: словесною, зображувальною, об'ємною, комбінованою та ін.

Не допускається реєстрація товарних знаків, що:

- не мають роздільної здатності;
- є державні, герби, прапори, емблеми, офіційні назви держав; скорочені або повні найменування міжнародних організацій; офіційні клейма, штампи, нагороди. (Такі позначення можуть бути включені в товарний знак як елементи, що не охороняються, якщо на це є згода відповідного компетентного органу чи власника);
- увійшли до вжитку як позначення товарів певного виду;
- є загальноживаними символами і термінами;
- вказують на вид, якість, кількість, властивість, призначення, цінність товарів, на місце і час виготовлення;
- є неправильними і можуть ввести споживача в оману щодо товару чи виробника;
- суперечать за своїм змістом суспільним інтересам, моралі;

- не можуть бути зареєстровані товарні знаки які мають позначення тотожні або близькі (подібні) настільки, що їх можна сплутати з товарними знаками, раніше зареєстрованими чи заявленими на реєстрацію; чи з товарними знаками інших осіб, що охороняються без реєстрації на підставі міжнародних договорів України; чи з фірмовими найменуваннями, що належать іншим особам, які дістали право на ці найменування раніше за дату надходження заявки щодо однорідних товарів.

*Власником свідоцтва на товарний знак* може бути юридична чи фізична особа, яка займається підприємницькою діяльністю.

*Власником патенту на винахід чи промисловий зразок* – автор (співавтори), спадкоємець, фонд винахідників України, роботодавець і інші фізичні чи юридичні особи.

Згідно з Положенням раціоналізаторською пропозицією визначається *пропозиція*, яка є новою і корисною для підприємства, якому вона подана і передбачає створення або зміну конструкції виробів, технології виробництва, застосування техніки або складу матеріалу.

*Заява на раціоналізаторську пропозицію* з описом її суті подається в письмовій формі підприємству, на якому передбачається її використання. До заяви додаються схеми, креслення, ескізи, якщо це необхідно.

При позитивному рішенні автору видається посвідчення на раціоналізаторську пропозицію.

### **4.3. Патентні дослідження та його етапи**

#### **4.3.1. Основні положення**

Основні положення, порядок проведення та форму звіту про патентні дослідження приведені в Державному стандарті України (ДСТУ 3576-97).

*Патентні дослідження (ПД)* – це системний науковий аналіз властивостей об'єкта господарської діяльності (ОГД) протягом його життєвого циклу, які впливають з правової охорони об'єктів промислової власності (ОПВ). *Об'єкти промислової власності* – це винаходи, корисні моделі, промислові зразки, знаки для товарів і послуг, фірмові найменування та позначення походження чи найменування місця походження товарів. Промислова власність поширюється на промисловість, торгівлю, с.-г. виробництво, продукти промислового чи природного походження. *Об'єкт господарської діяльності* – це юридична особа (підприємство, об'єднання підприємств, установа, а також громадянин, який має статус підприємця). *Мета патентних досліджень* – це визначення патентної ситуації щодо ОГД.

Патентні дослідження виконують на всіх етапах життєвого циклу ОГД та проводять на основі патентної та іншої науково-технічної інформації. Патентні дослідження на кожному етапі проводять з урахуванням результатів ПД попереднього етапу, а також з урахуванням нових джерел інформації, що стали відомі на момент початку цього етапу.

Проведення ПД передбачають у договірній або планово-технічній документації на виконання НДР і КДР, вихідних вимогах замовника, технічних та тактико-технічних завданнях.



#### **4.3.2. Види робіт під час проведення патентних досліджень**

Під час проведення ПД виконують такі види робіт:

- визначення патентоспроможності ОГД;
- визначення ситуації щодо використання прав на ОПВ;
- виявлення порушень прав власних чинних охоронних документів та заявників на ОПВ.

*Патентоспроможність* – це властивість, якої набуває ОГД чи його складові частини в разі відповідності умовам надання правової охорони винаходу, промислового зразку та іншим ОПВ згідно з чинним законодавством.

*Визначення патентоспроможності* ОГД здійснюється на основі досліджень патентної та науково-технічної інформації.

Визначення ситуації щодо використання прав на ОПВ здійснюють на основі результатів статистичної обробки патентної документації, яка стосується ОГД та аналізу можливостей застосування в ОГД відомих ОПВ.

Виявлення порушень прав власників чинних охоронних документів та заявників на ОПВ здійснюють на основі досліджень патентної документації, що стосується ОГД та результатів порівняльного аналізу ОПВ та ОГД.

#### **4.3.3. Порядок проведення патентних досліджень**

*Проведення ПД* має такі основні етапи:

- розробка завдання на проведення ПД;
- розробка регламенту пошуку інформації на проведення ПД щодо ОГД і його складових частин;
- пошук, обробка інформації та оформлення довідки про пошук;
- систематизація та аналіз інформації;
- оформлення звіту про ПД.

Завдання на проведення ПД включає такі розділи:

- найменування та шифр теми НДР;
- етап ПД;
- мета ПД;
- види робіт під час проведення ПД та виконавці;

Останній розділ оформлюється в вигляді таблиці, в якій приводять перелік видів робіт, підрозділи-виконавці, відповідальні виконавці, строки виконання робіт та форму звітнього документу.

Регламент пошуку має такі структурні елементи та оформлюється в вигляді таблиці:

- визначення предмета пошуку, тобто ОГД;
- зазначення мети пошуку інформації;
- визначення держав пошуку інформації;
- визначення класифікаційних індексів пошуку;
- визначення ретроспективності пошуку;
- вибір джерел інформації.

Довідка про пошук включає в себе джерела інформації, які використанні під час проведення пошуку і оформлюється в вигляді таблиці, де приводяться такі дані:

- предмет пошуку;
- держава пошуку;
- класифікаційні індекси;
- інформаційна база, використана під час пошуку;
- бібліографічні дані першого та останнього за хронологією джерела патентної та іншої науково-технічної інформації.

Усі оформлені результати етапів проведення ПД підписуються керівником підрозділу-виконавця робіт та керівником патентного підрозділу.

#### **4.3.4. Порядок оформлення і викладення звіту про патентні дослідження**

Звіт про ПД вміщує такі структурні елементи:

- титульний лист;
- загальні відомості про об'єкт дослідження;
- список виконавців;
- зміст, тобто перелік документів;
- основну частину;
- додатки.

Загальні відомості про об'єкт дослідження містять:

- найменування суб'єкта господарської діяльності;
- дату початку та дату закінчення розробки (рік, місяць);
- призначення, галузь використання та стислий опис ОГД.

Загальні відомості можуть бути доповнені іншою необхідною інформацією.

Основна частина звіту містить такі розділи:

- визначення патентоспроможності;
- визначення ситуації щодо використання прав на ОПВ;
- виявлення порушення прав власників чинних
- охоронних документів та заявників на ОПВ.

Зміст та обсяг основної частини обумовлюється завданням на проведення ПД. У тому випадку, коли ПД проводять щодо декількох ОПВ, форми основної частини звіту заповнюють на кожний ОПВ окремо. Наприкінці кожного розділу основної частини звіту наводять висновки та рекомендації. Основну частину звіту закінчують узагальненими висновками за результатами ПД. До основної частини звіту додають:

- завдання на проведення ПД;
- регламент пошуку;
- довідку про пошук.

Титульний лист звіту про ПД підписується керівником підрозділу виконавця.

## ТЕМА 5. ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 5.1. Загальні поняття про науку та систему наукових закладів в Україні

*Наука* – це сфера дослідницької діяльності окремої частини суспільства, яка направлена на одержання нових знань про оточуючу нас природу, саме суспільство, мислення та взаємовідносини між ними, що утворюють в сукупності наукову картину світу.

*Наука*, як окрема галузь діяльності людини, виникла в результаті відокремлення розумової діяльності від фізичної та перетворення пізнавальних процесів в специфічний рід занять особливої елітарної групи людей.

Спочатку знання носили практичний характер і значна кількість такого роду знань була накопичена в країнах Стародавнього Сходу – Єгипті, Вавилоні, Індії, Китаї.

Вони склали важливу передумову майбутньої науки.

Для виникнення науки були необхідні певні соціальні умови:

1 – досить високий відносний рівень розвитку виробництва і суспільних відносин;

2 – можливості поділу суспільних занять на розумову і фізичну працю;

3 – появи можливості систематично, без завдання шкоди основному фізичному виробництву, займатися науковою роботою окремої групи людей.

Ці умови склалися в Стародавній Греції до 6 ст. н.е., де наука дала перші описи закономірності функціонування природи, суспільства і мислення, які заклали основи доказового способу викладення матеріалу, що склало найголовнішу рису проведення наукових досліджень – геометрія Евкліда, механіка Архімеда, астрономія Птолемея.

В епоху середньовіччя великий вклад в розвиток науки внесли вчені Арабського Сходу та Середньої Азії (Ібн Сіна, Бурунді, Ібн Рушд), які зуміли зберегти і розвинути старогрецьку теорію та збагатили її новими прогресивними теоріями в ряді нових областей знань.

Наука, в сучасному її розумінні, почала формуватися в нові часи з 16-17 ст. під впливом потреб капіталістичного виробництва, що розвивалося швидкими темпами.

Цьому сприяли дві важливі обставини:

- по-перше, в епоху Відродження було підірвано панування релігійного мислення – наука почала перетворюватися в самостійний фактор духовного життя;

- по-друге, поряд з викладенням теоретичних передбачень, для їх перевірки наука бере на озброєння проведення експерименту, який стає ведучим методом наукових досліджень.

Це глибоке перетворення науки в 16-17 ст. було першою науковою революцією. На основі теорій наукових досліджень Галілея, Кеплера, Декарта, Ньютона і т.д. виникає теорія механічної картина світу, а основні її положення і зараз є основою подальших наукових робіт.

*В 20 ст. наука стає безпосередньо продуктивною силою суспільства, зростає і поглиблюється її зв'язок з усіма сферами суспільного життя. На стиках традиційних класичних наук виникають нові, які швидко розвиваються і стають в один ряд з класичними, а в деяких сферах займають головні позиції – біохімія, біофізика, електроніка, атомна фізика, обчислювальна техніка і т.д.*

Особливо великі темпи розвитку характерні для тих наукових напрямків, які забезпечують відкриття крупних комплексних проблем сучасності – відкриття нових джерел енергії, матеріалів, керування великими системами, космічні дослідження, комп'ютерні засоби накопичення і передачі інформації і т.д.

*За своїм направленням науки прийнято розділяти на фундаментальні і прикладні.*

*Фундаментальні науки вивчають закони функціонування природи, суспільства, мислення. Їх задачею є пізнання і обґрунтування законів, які керують поведінкою базисних структур взаємовідносин навколишнього світу.*

Ці закони вивчають в так званому “чистому вигляді”, тобто не конкретизуючи сферу їх можливого використання. До фундаментальних наук відносять математичні і природничі науки – фізика, хімія, механіка, біологія і т.д.

*Мета прикладних наук – застосування результатів фундаментальних наук не тільки для пізнавального характеру, але й для вирішення соціально-практичних проблем.*

Тому тут критерієм успіху є не тільки досягнення істини, але й міра задоволення соціального замовлення. До прикладних наук відносять всі технічні науки і т.д.

Фундаментальні науки випереджають в своєму розвитку прикладні, вони створюють для них теоретичну основу проведення наукових досліджень.

*Система наукових закладів в Україні.*

Будь-яка система наукових закладів в будь якій державі світу має свою певну ієрархічну структуру.

Державне керівництво науковими програмами в Україні здійснює Верховна Рада та Кабінет міністрів, який здійснює загальне керівництво науковими дослідженнями.

*Вищим науковим закладом в Україні є Національна Академія Наук України (НАН), яка безпосередньо підпорядковується КМ.*

НАН України формує структуру і державну тематику проведення наукових фундаментальних робіт та прикладних задач у всіх сферах народного господарства країни.

Загальне керівництво НАН України здійснює Президент НАН, який обирається на Загальних зборах. Загальні збори є вищим керівним органом НАН, на яких обираються її дійсні члени – академіки, член-кореспонденти, іноземні члени.

В своїй структурі НАН має галузеві академії, наприклад, в галузі сільського господарства - Національна академія аграрних наук, в галузі

медицини - Національна академія медичних наук і т.д., які безпосередньо підпорядковуються НАН і звітують перед нею за проведену наукову роботу.

Галузеві академії формують національні наукові програми в конкретній своїй галузі народного господарства, наприклад, НААН формує наукову тематику в галузі сільського господарства.

В структуру галузевих академії входять головні науково-дослідні інститути конкретних напрямків окремої галузі (наприклад, в структуру НААН входить ННЦ "ІМЕСГ", що формує і виконує наукові дослідження в напрямку механізації і автоматизації с.-г.; також науково-дослідні інститути окремих технологічних процесів с.-г. виробництва, наприклад Інститут захисту рослин, Інститут садівництва, а також окремих технологічних операцій виробництва однієї культури, наприклад, Інститут цукрових буряків і т.д.).

У вищих навчальних закладах проводиться наукова робота на основі укладених договорів з організаціями і підприємствами. Для організації і контролю виконання госпдоговорів у вузах створюються науково-дослідні сектори. Наукові роботи проводять викладачі і студенти даного вузу.

Виконанням наукових досліджень займаються також аспіранти і докторанти, підготовка яких проходить в аспірантурах і докторантурах НДІ і вузах. Результатом проведення таких робіт є виконана кандидатська або докторська дисертація, яка захищається на спеціалізованих Вчених радах, які створюються ВАК України.

Наукова робота над дисертацією може бути виконана і поза межами аспірантури чи докторантури на правах здобувача.

## **5.2. Наукові дослідження та загальна схема їх проведення**

*Наукове дослідження (НД)* – це комплекс логічних (теоретичних) побудов та експериментальних операцій, які виконуються по відношенню до об'єкта (процесу) дослідження з метою визначення його властивостей та закономірностей їх зміни для пізнавального та практичного застосування.

Під *науковим дослідженням* розуміють процес вироблення наукових знань як один з видів пізнавальної діяльності. Наукове дослідження характеризується об'єктивністю, відтворюваністю, доведеністю, точністю. Розрізняють два взаємопов'язаних рівня наукового дослідження: *емпіричний* і *теоретичний*.

*На емпіричному рівні* за допомогою спостережень і експериментів встановлюються нові факти, які дозволяють визначити якісні і кількісні характеристики досліджуваних об'єктів і явищ.

*На теоретичному рівні* визначають і формулюють загальні для певної галузі закономірності, які дозволяють пояснити раніше виявлені факти і емпіричні закони, а також передбачити майбутні події і факти, тобто створюються теорії.

*Мета наукового дослідження* – всебічне та всеохоплююче достовірне вивчення об'єкта, процесу чи явища, їх структури, відношень і зв'язків на основі розроблених в науці принципів і методів пізнання, а також одержання і

впровадження у виробництво (практику) корисних для суспільства отриманих результатів.

Загальна схема проведення НД представлена на рис. 5.1.

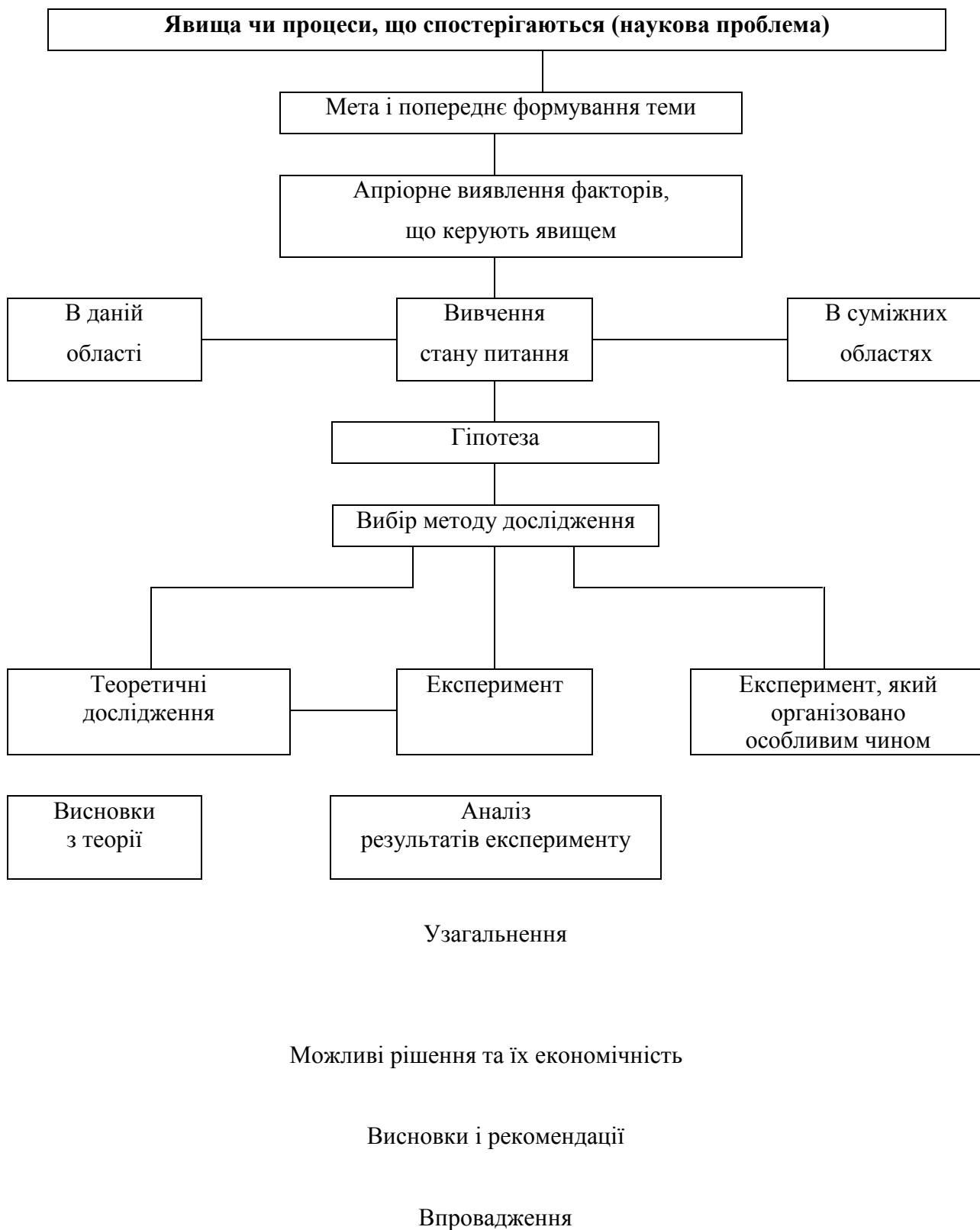


Рис. 5.1 - Загальна схема проведення наукових досліджень

*Теорія* – це система достовірних знань, яка описує, пояснює і передбачає явища у визначеній предметній галузі. На теоретичному рівні дослідження одержують відповіді на питання про те, як проходить процес і чому він проходить саме так.

*Мета теоретичних досліджень* – виділення в процесі синтезу знань суттєвих зв'язків між досліджуваним об'єктом і навколишнім середовищем, пояснення і узагальнення результатів емпіричних досліджень.

*Задачі теоретичних досліджень:*

1. Узагальнення результатів дослідження.
2. Знаходження загальних закономірностей шляхом обробки, інтерпретації дослідних даних.
3. Розширення результатів досліджень на ряд подібних об'єктів.
4. Вивчення об'єкту, який недоступний для безпосереднього вивчення.
5. Підвищення надійності експериментального дослідження.

Рішення практичних задач математичними методами здійснюється шляхом:

1. Математичного формулювання задачі.
2. Побудови математичної моделі.
3. Вибору методу дослідження.
4. Аналізу отриманого математичного апарату.

Оскільки результати наукового дослідження не повинні повторювати раніше відкриті факти і закони, процес дослідження необхідно розглядати як функцію мети і часу.

Методологія, як вчення про наукові методи дослідження, є розділом теорії пізнання і базується на визначених філософських концепціях.

Різноманітні закономірності в оточуючій нас дійсності можуть бути представлені в неявному вигляді наступним чином:

$$Y = F(x_1, x_2, x_3, t, a_1, a_2, \dots, a_i, \dots), \quad (5.1)$$

де  $Y$  – характеристика об'єкту дослідження, яка вивчається;

$x_1, x_2, x_3, t$  – координати простору і часу;

$a_1, a_2, \dots, a_i$ , - параметри, які визначають перебіг процесу і залежать від форми матерії, її стану та структури. Кількість таких параметрів нескінченно велика. Параметри можна представити як елементи нескінченної множини  $A$ , тобто  $a_i \subset A$ .

За ступенем впливу на величину  $Y$  параметри  $a_i$  можна умовно розділити на класи – підмножини, які не перетинаються  $B_j \subset A$  ( $j = 1, 2, \dots$ ). Підмножина  $B_1$  об'єднує параметри, які найсуттєвіше впливають на хід процесу - параметри першого рівня; підмножина  $B_2$  містить параметри, які несуттєво сильно впливають на хід процесу і т.д.

Залежність (5.1) можна подати у вигляді:

$$Y = F(x_1, x_2, x_3, t, B_1, B_2, \dots, B_i, \dots), \quad (5.2)$$

*Науковий закон* – це відображення в людській свідомості дійсних закономірностей реального світу. Він завжди має обмежений характер і тому записується так:

$$Y = F_1(x_1, x_2, x_3, t, B_1) \pm \Delta Y_1, \quad (5.3)$$

або:

$$Y = F_2(x_1, x_2, x_3, t, B_1, B_2) \pm \Delta Y_2, \quad (5.4)$$

де  $\Delta Y_l$  - міра нашого незнання (похибка досліду), тобто результат впливу неврахованих параметрів у досліджуваному явищі ( $l = 1, 2, \dots$ ).

Поглиблення знання може здійснюватись шляхом врахування все більшої кількості параметрів з підмножин  $B_3, B_4$  і т.д., але завдяки нескінченості множини  $A$  значення  $\Delta Y$  завжди не дорівнює 0.

Науковий закон (5.3) являє собою конкретну істину, оскільки він визначається цілком конкретним поєднанням параметрів. Приймавши значення  $\Delta Y$  в якості ознаки, можна розділити об'єкти дослідження на дві групи. До першої з них відносяться об'єкти, по відношенню до яких  $\Delta Y$  дуже мала і нею можна нехтувати, тобто розбіжність між значенням величини  $Y$ , яке розраховане відповідно до формули (5.3), і результатом досліду несуттєве. Друга група поєднує об'єкти, при вивченні яких величиною  $\Delta Y$  вже не можна нехтувати. В першій групі об'єктів закон виражається функціональною залежністю, яка дозволяє прослідкувати зв'язок причин і наслідків, а процеси, які проходять в них, називаються *детермінованими*.

Наприклад, до *детермінованих об'єктів* відносяться системи автоматичного керування, які складаються з елементів, кожному значенню вхідних дій яких відповідають цілком визначені значення вихідних змінних, швидкості і прискорення їх зміни. Адекватним математичним апаратом, який описує поведінку цих систем в статичних і динамічних режимах, є алгебраїчні, диференціальні та інтегральні рівняння.

*Якщо значення  $\Delta Y$  суттєве, то науковий закон невизначений.* Віднайти цю невизначеність можливо двома шляхами: виявляти вплив параметрів більш глибокого рівня або відмовитись від детерміністського підходу до досліджуваного об'єкта і спробувати встановити *статистичні* (ймовірні) зв'язки між досліджуваною характеристикою об'єкту та параметрами, які визначають перебіг процесу. В останньому випадку широко використовують математичний апарат теорії ймовірностей.

*За цільовим призначення НД поділяються на три основні групи – фундаментальні, прикладні і наукові розробки.*

*Фундаментальні НД* направлені на:

- відкриття і вивчення нових явищ та законів природи та суспільства, їх взаємовідносин;
- побудову та винаходи нових принципів НД.

Вони ведуться на межі відомого і невідомого, тобто уже відомих та встановлених закономірностей та невідомих припущень (гіпотез).



*Прикладні НД* спрямовані на відкриття способів використання законів природи для створення нових та вдосконалення існуючих засобів і способів людської діяльності. Їх мета – встановити як можна найбільш раціонально використати на практиці наукові знання, одержанні в результаті фундаментальних досліджень.

*Розробка* – процес перетворення уже відомої наукової та науково-технічної інформації, одержаної в результаті проведених фундаментальних та прикладних НД в конкретну форму, придатну для впровадження в виробничу сферу – тобто на створення нових технологій та засобів їх реалізації, а саме нових матеріалів і техніки чи вдосконалення існуючих наукових розробок.

В науково-дослідній роботі розрізняють такі основні етапи:

- наукові напрямки;
- проблеми;
- теми;
- питання.

*Науковий напрямок* – це наука чи комплекс наук в області яких ведуться НД, тобто галузеві напрямки – технічний, біологічний, соціальний, фізико-технічний, історичний тощо.

Таким чином, основою наукового напрямку є спеціальна наука чи ряд спеціальних наук, що входять в ту чи іншу наукову галузь.

Крім того це можуть бути і спеціальні методи дослідження та технічні пристрої.

*Наукова проблема* – це сукупність складних теоретичних та практичних задач, вирішення яких стало першою необхідністю на даному етапі розвитку суспільства в результаті загострення об'єктивних протиріч між досягнутим обсягом та рівнем наукових знань і необхідністю вирішення нових наукових та господарських задач.

*Проблема* із грецького означає задачу. Вона може бути глобальною, національною, регіональною, галузевою, що залежить від масштабу поставлених перед НД задач.

*Тема НД* – це складова частина наукової проблеми. В результаті проведених НД по темі одержують відповіді на певне коло наукових питань, які охоплюють частину наукової проблеми.

*Наукове питання* – це конкретні, вузькі наукові задачі, що відносяться до конкретної теми НД.

Вибір напрямку НД, тобто напрямку наукової проблеми, теми НД і постановки наукового питання є відповідальною задачею. Актуальні напрямки і комплексні задачі можуть формуватися в директивних документах керівництва країни або Національної академії наук.

Для конкретного дослідника напрямок НД, як правило, визначається специфікою наукового закладу чи галуззю науки де він працює.

На основі аналізу протиріч досліджуваного напрямку формується наукова проблема і визначаються в загальних рисах очікувані результати НД. Далі розроблюється структура проблеми, визначаються теми та їх актуальність.

Вибору теми передую ретельне вивчення вітчизняного та зарубіжного досвіду по даній та близькій суміжній науковій проблемі методом вивчення науково-технічної інформації.

Вибрана тема НД повинна бути актуальною, тобто важливою, що вимагає найшвидшого вирішення, мати наукову новизну, бути економічно ефективною.

При розробці теоретичних досліджень вимога економічності може замінюватися вимогою значимості, або престижу досліджень в даній сфері.

Дослідження починають з того, що дослідник, спостерігаючи за явищами, наприклад, низька якість оранки, великі втрати урожаю і т.д., намагається вдосконалити вивчені недоліки, тобто той чи інший технологічний процес, робочий орган з метою удосконалення ефективності виробництва або його ланок.

Спираючись на дані спостережень, дослідник формулює тему і мету НД. Метою дослідження може бути поліпшення якості роботи, умов праці, економія палива, матеріалів і т.д.

Після попереднього вибору теми і визначення мети НД приступають до ретельного вивчення науково-технічної інформації з метою уточнення теми і більш детального обґрунтування мети і задач дослідження.

Визначаються та аналізуються відомі дані, методи дослідження вибраного процесу або робочого органу, об'єкти, історія дослідження предмету.

Все це робиться для того, щоб запобігти винайденню уже відомого (наприклад, колеса).

Потрібна інформація вивчається із джерел:

- література – книги, статті, звіти науково-дослідних установ, або загальному – наукові документи та видання;

- практика та особисті спостереження, особисті контакти із спеціалістами в даній сфері науки.

*Науковий документ* – це матеріальний об'єкт, що містить науково-технічну інформацію і призначений для її зберігання та використання.

Розрізняють такі наукові документи:

- текстові (книги, журнали, звіти і т.д.);

- графічні (креслення, схеми і т.д.);

- аудіовізуальні (наукові фільми, звукозаписи і т.д.);

- для машинного читання (база даних на мікрофотоносіях).

Крім того, наукові документи бувають первинні (що містять безпосередні результати НД і розробок, нові наукові відомості і т.д.) та вторинні (що містять результати аналітичної і логічної переробки одного чи декількох первинних документів чи відомостей про них).

Первинні:

- книги (неперіодичні видання з об'ємом більше 48 сторінок);

- брошури (об'ємом від 4 до 48 стор.);

- монографії (в яких проведено всебічне дослідження однієї проблеми чи теми);

- збірники наукових праць;

- реферати;

- підручники і навчальні посібники;
- офіційні видання (від імені державних установ, організацій, що містять матеріали законодавчого, нормативного чи директивного характеру, наприклад, стандарти);

- періодичні видання (найбільш оперативні джерела науково-технічної інформації (НТІ));

- патентна документація;

- документи, що не публікуються (наукові звіти НДІ, дисертації і т.д.).

Вторинні:

- довідкові видання (довідники, словники);

- оглядові видання (концентрована інформація з першоджерелами);

- реферативні видання (збірники, журнали);

- бібліографічні показники (бібліографічний опис видань, що вийшли);

- документи, що не публікуються (регістраційні та інформаційні карти, облікові карти дисертацій і т.д.).

Вся НТІ підлягає прийнятій класифікації – засобом впорядкування документних фондів є бібліотечно – бібліографічні класифікатори. Найбільшого поширення набула *Універсальна десяткова класифікація – УДК*, яка використовується в всіх розвинених країнах світу, в т.ч. і в Україні.

УДК складається із основної та допоміжних таблиць. Основна таблиця містить назви рубрик і відповідні їм класифікаційні індекси, з допомогою яких систематизуються наукові поняття.

Перший ряд поділу основної таблиці УДК має 10 класів: 0 – загальний відділ, наука, організація, розумова діяльність, знаки і символи, документи і публікації; 1 – філософія; 2 – релігія; 3 – економіка; 4 – вільний; 5 – математика, природничі науки; 6 – прикладні науки, медицина, техніка; 7 – мистецтво, фотографія, музика; 8 – мовознавство, філологія, худ. література, літературознавство; 9 – краєзнавство, географія, історія, біографія.

Кожний клас розділяється на 10 розділів, розділ на 10 підрозділів і т. д. Деталізація понять здійснюється за рахунок подовження індексів, наприклад, 5 – математика, 53 – фізика, 63 – сільське господарство.

Після детального вивчення стану питання може уточнюватися тема НД, мета та задачі дослідження, з'ясовуватись можливі шляхи їх вирішення.

При вивченні стану питання дослідник виявляє все те, що уже було вивчено до нього, як вивчено, що було упущено і чому. Після цього обирається предмет дослідження.

*Предмет дослідження* – це структура системи і закономірності взаємодії елементів всередині системи і поза нею, закономірність розвитку, її властивості і т.д. Предметом дослідження може бути кінематика і динаміка машин, технологічний процес і т.д.

Одночасно з предметом дослідження визначають і об'єкт дослідження. *Об'єкт дослідження* – це матеріальна чи ідеальна система, що виконує певні функції, наприклад, агрегат, машина, робочий орган. Він повинен бути перспективним і доступним для проведення дослідження.

Наступний крок дослідника – це постановка питання. *Постановка питання* – це аналіз відомого про передбачуваний предмет дослідження, встановлення причин, що визначають неповноту відомостей про нього та розгляд всього цього з позиції досягнення мети, тобто це узагальнені висновки з відомого про предмет дослідження, в яких обґрунтовано необхідність виконання НД.

Часто «поставити питання», тобто обґрунтувати і конкретизувати предмет дослідження, а потім поставити задачі дослідження набагато важче, ніж їх вирішити.

Далі, після цього етапу, дослідник повинен:

- конкретизувати мету дослідження (підвищення продуктивності, якості роботи і т.д.);

- конкретизувати предмет дослідження:

1) обмежити вибраний предмет від тих, що примикають до нього;

2) обмежити коло об'єктів, що вивчаються.

*Задачі дослідження* – це перелік тих конкретних взаємозв'язків, які треба встановити та розкрити їх теоретичну та практичну суть.

*Вимоги до задач дослідження:*

1. Конкретність.

2. Обмеженість кількості задач.

3. Можливість реалізації одержаних рішень.

При виборі методів дослідження дослідник формулює наукову гіпотезу, яка передуює вибору найбільш загальних методів НД. Перед ним стоїть задача пізнати суть явища, тобто як протікає процес всередині об'єкта дослідження, яка його суть, перевірити правильність цих припущень.

*Гіпотеза* – наукове припущення про суть явища, яка протікає певним чином, про вид кількісного зв'язку між об'єктами, параметрами і їх характеристиками. Часто застосовують термін «робоча гіпотеза».

*Вимоги до гіпотези:*

- узгодженість з усім накопиченим досвідом;
- можливість експериментальної перевірки;
- інформативність гіпотези, або здатність пояснювати коло явищ дійсності;

- простота, або невелика кількість вихідних допущень, використання простих засобів перевірки;

- узгодженість з законами природи, існуючими теоріями;

- логічність.

### **5.3. Основні методи проведення теоретичних та експериментальних досліджень**

*Теоретичні дослідження* – це розробка гіпотези, доведення її до передбачуваних залежностей і, в решті решт, доведення її до математичної моделі.

Для успішного застосування теоретичних методів необхідно володіти знаннями відповідних розділів фундаментальних наук – математики, фізики, механіки і т.д. Теоретичні дослідження базуються на аксіомах, законах, принципах, постулатах та теоремах.

Теоретичні дослідження є етапом абстрактного мислення, вони передбачають ідеалізацію явища, виділення і розгляд головних факторів та взаємодій, виведення загальних закономірностей і нехтуванням другорядним.

При проведенні досліджень використовують ідеалізацію. *Ідеалізація* – це виявлення головного, «основної ланки» і залишення осторонь другорядного, несуттєвого.

*Математична модель* – це система рівнянь, що описує поведінку ідеалізованого об'єкту. Вона зв'язує між собою вхідні параметри об'єкта, наприклад, сили, температуру і т.д. та вихідні показники – переміщення, прискорення, витрати енергії і т.д.

До математичної моделі існують певні вимоги:

- повинна по можливості точно описувати поведінку об'єкту;
- передбачувати нові явища та їх розвиток;
- бути простою, з невеликою кількістю допущень і обмежень;
- бути не громіздкою та зрозумілою.

*Експериментальні дослідження* – це система спеціальних організованих операцій і дій на об'єкт чи процес з метою одержання в природних або штучних умовах інформації про закономірності побудови самого об'єкта чи закономірності протікання самого процесу.

При проведенні експериментальних досліджень отримують чисельні значення досліджуваних параметрів об'єкта чи процесу, послідовно змінюючи вхідні параметри.

Експеримент проводять при допомозі існуючого та розробленого наукового обладнання – приладів та інструментів.

*Метод* – це сукупність прийомів або операцій практичного або теоретичного засвоєння дійсності, які підпорядковані розв'язку конкретної задачі. Фактично розбіжність між методом і теорією носить функціональний характер: формуючись в якості теоретичного результату попередніх досліджень, метод виступає як вихідний пункт і умова майбутніх досліджень.

В процесі наукового дослідження широко використовуються різноманітні методи.

*Порівняння* – це операція мислення, за допомогою якої класифікується, впорядковується і оцінюється зміст дійсності. При порівнянні здійснюють попарне співставлення об'єктів з метою виявлення їх співвідношень, подібних або розбіжних ознак.

*Вимірювання* – це операція, за допомогою якої визначається відношення однієї (вимірюваної) величини до іншої однорідної їй величини, яка приймається за одиницю. Число, яке виражає таке відношення, називається числовим значенням вимірюваної величини.

Відрізняють пряме і непряме вимірювання. При першому з них результат одержують безпосередньо з виміру (*наприклад, вимірювання довжини лінійкою*

тощо). Непрямі вимірювання базуються на використанні відомої залежності між реальним значенням величини та значенням величин, одержаних безпосереднім вимірюванням.

*Індукція* – це вид узагальнення, пов'язаний з передбачуванням результатів спостережень і експериментів на основі даних минулого досвіду. Вона полягає в переході від знання окремих фактів і менш загального знання до більш загального знання. Процес індукції починається з порівняння та аналізу даних спостережень і експериментів.

*Дедукція* – це операція мислення, яка полягає в тому, що нові знання виводяться на основі знань більш загального характеру, одержаних раніше шляхом узагальнення спостережень, дослідів, практичної діяльності, тобто за допомогою індукції. При використанні дедуктивного методу часткові положення виводяться з загальних закономірностей, аксіом і ін.

*Аналіз* – це процедура розкладання предмету або явища на складові частини з метою вивчення. Аналіз має наступні види:

1. Подумки або реальне розкладання цілого на частини. При цьому виявляється структура цілого і визначаються не лише частини, з яких складається ціле, але й відношення між ними.

2. Вивчення загальних властивостей предметів і відношень між ними, коли властивість або відношення розподіляється на складові властивості або відношення. Одні з них піддаються подальшому аналізу, а інші відкидаються. Потім аналізу може піддаватись те, що відкидалось і т.д.

*Синтез* – це поєднання різноманітних елементів, сторін об'єкту в єдине ціле, яке здійснюється як в практичній діяльності, так і в процесі пізнання. Емпіричні дані дослідження того чи іншого об'єкту синтезуються в процесі їх узагальнені.

Будь-який процес утворення понять базується на поєднанні аналізу та синтезу.

*Наукова ідея* – це форма думки, яка являє собою нове пояснення явища. Вона виникає на основі існуючого знання та практики, але відкриває раніше не помічені закономірності.

*Гіпотеза* – це науково обгрунтоване припущення про безпосередньо не досліджуваний факт або про закономірний порядок, який пояснює відому сукупність явищ. На відміну від теорії гіпотеза є формою припустимого, а не достовірного наукового знання.

Для того, щоб бути науковою, гіпотеза повинна:

1) мати змогу бути перевіреною, тобто наслідки виведені з неї шляхом логічної дедукції, повинні піддаватись дослідній перевірці і відповідати результатам досліду;

2) володіти достатньою узагальненістю і передбачуваною силою, тобто пояснювати не лише ті явища, з розгляду яких вона виникла, але й всі пов'язані з ним явища;

3) бути логічною і несуперечливою, оскільки із суперечливої гіпотези можна вивести будь-які наслідки - як задовольняючі, так і не задовольняючі першій вимозі.

*Абстракція* – це метод наукового дослідження, який базується на тому, що під час вивчення деякого об'єкту відволікаються від його несуттєвих в даній ситуації сторін, ознак. Це дозволяє спростити картину досліджуваного явища та розглянути його в “чистому” вигляді. Абстракція пов'язана з представленням про відносну незалежність явищ та їх сторін, що дозволяє відділити суттєві сторони від несуттєвих. При цьому здійснюється заміщення первинного предмету дослідження іншим – еквівалентним, виходячи з умов даної задачі.

Виходячи з різниці цільових характеристик будується класифікація типів абстракції:

1. Ізолююча абстракція проводиться для розкладання й чіткої фіксації досліджуваного явища.

2. Узагальнююча абстракція необхідна для одержання загальної картини явища. На основі однаковості деякої множини предметів, подібних в деякому відношенні, здійснюється побудова абстрактного предмету.

3. Ідеалізація відповідає меті заміщення реальної ситуації ідеалізованою схемою для спрощення досліджуваної ситуації та більш ефективного використання методів і засобів дослідження. Процес ідеалізації – це уявне конструювання понять про об'єкти неіснуючі й нездійснені, але які мають прототипи в реальному світі.

*Узагальнення* – це форма приросту знання шляхом уявного переходу від часткового до загального, якій зазвичай відповідає перехід на більш високу ступінь абстракції.

*Спостереження, дослідження пошукові та основні, методи проведення дослідів.*

В процесі досліджень встановлюється залежність шуканих показників (параметрів) від факторів, які впливають на них. Фактори можуть бути кількісними (температура, вологість, кут нахилу) або якісними (різні матеріали, методи, машини, робочі органи тощо).

Для експериментального дослідження потрібно організувати спостереження за розвитком явища, що вивчається. Спостереження можуть бути *пасивними і активними*.

*Пасивне* – це спостереження без втручання в розвиток явища, тобто реєстрація розвитку події. У деяких випадках спостереження мають позитивну роль, оскільки дозволяють встановити характер перебігу процесу в натуральному (природному) вигляді. Такими є спостереження за процесом природного спрацювання деталей, дослідження по визначенню показників вихідного матеріалу (розмірів насіння і стебел), вивчення умов, за яких розвивається процес (визначення рельєфу, розмірів ділянок).

Головним і найрезультативнішим є *активне спостереження*, тобто спостереження за розвитком процесу (явища) за умови цілеспрямованого втручання. При цьому можливе проведення *пошукових і основних* дослідів.

До *пошукових* (розвідувальних або попередніх) дослідів входять:

- визначення та відбір основних факторів, що вказують на розвиток процесу;
- визначення впливу найважливіших факторів на розвиток процесу;

- перевірка варіантів робочої гіпотези, коли проведення повних досліджень за всіма варіантами неможливе;
- перевірка частини методики проведення дослідів;
- перевірка пристрою стосовно умов проведення дослідів;
- визначення даних, необхідних для підрахунку кількості дослідів.

Пошукові досліді не дають змоги повністю розкрити закономірності розвитку процесу. Вони можуть виконуватись до розробки методики дослідів або робочих гіпотез, у процесі їх розробки або після них.

Пошукові досліді проводять у наперед визначених умовах за окремою методикою. У виборі числа пошукових дослідів виходять з таких міркувань:

а) коли потрібно визначити вплив одного будь-якого фактора на характер розвитку процесу (в бік збільшення або зменшення показника, який характеризує явище, що вивчається), то призначають два досліді – один на початку, другий у кінці діапазону значень фактора, що вивчається;

б) при необхідності визначення кількості факторів, що впливають на розвиток явища, число пошукових дослідів приблизно дорівнює подвоєному числу факторів, які здогадно впливають на процес, тобто за кожним фактором, що вивчається, проводять два досліді: один – коли цей фактор явно присутній, другий – коли відсутній;

в) за потреби перевірити варіант робочої гіпотези вибирають основний фактор гіпотези і проводять декілька дослідів, під час яких змінюють цей фактор і визначають відповідність дослідних кривих щодо кривих, побудованих за робочою гіпотезою.

Існує метод, за яким пошукові досліді перетворюються в самостійне дослідження. Суть його полягає в тому, що результати кожного досліді (або групи дослідів) обробляються, після чого будуються векторні графіки, що характеризують розвиток явища. За аналізом результатів, одержаних по кожному досліді (або їх групі), вибираються умови для виконання наступних дослідів; при цьому ставиться мета, щоб за результатами нових дослідів одержати вектор, який швидше привів би до бажаного результату. Залежно від кількості досліджуваних факторів графік може бути плоским або просторовим. Першу групу дослідів (або досліді) дослідник проводить в поєднанні досліджуваних факторів із логічними міркуваннями.

Пошукові досліді, як і основні проводяться, у повторюваностях. Вони не обов'язково передують основним, тобто не обов'язково починати їх з пошукових експериментів. Точність пошукових дослідів, як правило, не вища від основних, а в ряді випадків і нижча.

*Основні досліді* – це база експериментального дослідження. За їх допомогою передбачається одержати всі шукані закономірності, які характеризують розвиток явища, що досліджується, і дати відповіді на всі запитання, що виникають при розробці робочої гіпотези. Тут важливим є аналіз факторів, які впливають на розвиток явища та правильно розподілити їх на основні (головні) та другорядні (додаткові).

Намагання врахувати всі фактори може ускладнити дослідження. Тому в кожному досліді намагаються вимірювати тільки величини, що характеризують



основні фактори, які мають найсуттєвіший вплив на розвиток явища, що вивчається, а величини, що характеризують додаткові фактори, не вимірюють. *Наприклад, за необхідності вивчення кута нахилу стебел при русі подільників збиральних машин факторами, які впливають на це явище, будуть густина і нерівномірність стеблостою, кут нахилу стебел на корені, жорсткість і висота стебел, наявність бур'янів, їх густина й жорсткість, рельєф ґрунту, висота встановлення подільника, швидкість руху агрегату, коефіцієнт тертя стебла з прутком подільника, кут загострення подільника, кут нахилу подільника до землі та ширина його захоплення. За цих факторів деякі можна вважати додатковими (на вирівняних ґрунтах вплив рельєфу можна не враховувати).*

Слід намагатись зменшити вплив додаткових факторів, тобто нейтралізувати їх, для чого досліди потрібно проводити за таких умов, коли дія додаткових факторів незначна, а показники, що характеризують їх, мали б порівняно сталі значення. Далі перераховуються прийоми, що дозволяють нейтралізувати додаткові фактори.

Метод “чистих дослідів” – намагання створити штучні умови, за яких додаткові фактори не виявляються або настільки незначні, що не змінюють характеру закономірності, яка вивчається. Це досліди, що проводяться в лабораторних умовах. *Так, коли потрібно визначити у “чистому” вигляді закономірності впливу подільника на стебла, можна в ґрунтовий канал (в лабораторії) встановити однорідні тонкі стержні на однаковій відстані один від одного, які будуть імітувати стебла, і, рухаючи по них подільник, визначити поведінку стебел.* Метод “чистих” дослідів дозволяє виявити закономірності, для застосування яких на практиці вимагається проведення кількох таких дослідів за різних штучних умов (тобто на різному вихідному матеріалі), що дасть змогу визначити вплив властивостей вихідного матеріалу або умов проведення дослідів на закономірність, яка вивчається.

*Метод різної зміни змінних факторів* при їх незначній зміні полягає в значній зміні основних факторів, що вивчаються. *Наприклад, коли тяговий опір комбайна визначити на одному й тому самому ґрунті з однаковою вологістю та механічним складом, однаковим рівнем заповнення бункера, але за різних швидкостей руху агрегату, то одержимо залежність тягового опору комбайна від швидкості його руху.*

*Метод контрольних дослідів* - додаткові фактори, що змінюються, діють одночасно на ряд вибраних градацій основних факторів; при цьому результати за однією градацією беруть як контрольні, за ними порівнюють результати, одержані іншими градаціями. *Наприклад, вплив рівня затуплення лап культиватора на повноту зрізання бур'янів на широкорядних посівах у зоні проходу лап встановлюють за шириною культиватора лапи з різним рівнем затуплення. Таким чином, фактори, що змінюються (стан ґрунту і рослин, швидкість руху), які в кожний момент часу можна вважати однаковими, діють одночасно на різні лапи. Після проходу агрегату по полю в зоні кожної лапи встановлюють число зрізаних і не зрізаних рослин, що дає можливість визначити повноту зрізання бур'янів.* Контрольні досліди застосовують також

для порівняння різних технологічних процесів, при порівняльному випробуванні машин і робочих органів.

*Метод різних знаків* – спосіб проведення дослідів, за якого один і той самий фактор спочатку приймає позитивне значення, а потім негативне, або навпаки. В подальшому помилки, що виникають внаслідок впливу цього фактора при обчисленні середнього показника взаємно погашаються. *Наприклад, необхідно визначити тяговий опір будь-якої машини, а дослід проводиться на ділянці, яка має схил. Щоб виключити вплив нахилу ділянки, спочатку проводять динамометрування під час руху агрегату в один бік, а потім при зворотньому русі. Підраховані значення сили опору додають, після чого ділять на два і одержують значення тягового опору на рівному полі.*

Такими є методи нейтралізації дії додаткових факторів. Окрім того, для досягнення необхідної точності всі варіанти дослідів виконуються в кількох повтореннях.

Велике значення має правильне чергування повторюваностей, яке дозволяє досягти найкращого (найоб'єктивнішого) порівняння варіантів досліду. Розміщення повторюваностей може бути суцільне і розкидне. При суцільному розміщенні всі повторення об'єднані територіально, при розкидному – розміщені там, де дозволяє виділена ділянка поля або де важливо їх розмістити.

*Системний підхід і системний аналіз.*

*Система* – сукупність взаємопов'язаних елементів, які утворюють єдине ціле і мають єдине призначення та мету. Важливішими характеристиками будь-якої системи є функція, мета і структура.

Під *функцією системи* розуміють дії системи, які виражаються в зміні можливих її станів.

*Метою системи* називається визначений (заданий ззовні або встановлений самою системою) стан її виходів, тобто деяка підмножина значень функції системи.

*Структура системи* – визначається розміщенням і взаємозв'язком елементів системи при виконанні нею власних функцій. Вона залежить від величини і складності системи. Величина системи характеризується числом її елементів і кількістю зв'язків між ними, а складність – багатоманітністю елементів (людина, технічні засоби, природні компоненти), неоднорідністю їх властивостей і різною якістю зв'язків (прямі, зворотні).

*Системний аналіз* – це сукупність методів, які дозволяють реалізувати системний підхід при дослідженні великих і складних об'єктів. До таких методів відносяться перед усім аналіз і синтез, математичне моделювання й оптимізація з використанням ЕОМ.

#### **5.4. Аналіз результатів досліджень і їх оформлення**

Отримані результати експериментальних досліджень повинні бути оброблені для подальшого їх аналізу.

*Обробка результатів дослідження* проводиться з метою встановлення вірогідності результату та кількісних співвідношень факторів, які впливають на протікання процесів.

*Обробка проводиться для:*

- відсівання (відкидання) отриманих чисельних значень, що різко виділилися;
- визначення закону розподілу випадкової величини для встановлення правомірності застосування статистичних методів обробки;
- визначення адекватності одержаних моделей реальному процесу (об'єкту).

При обробці результатів досліджень застосовуються методи дисперсійного, регресивного та кореляційного аналізу. Способи і шляхи аналізу оброблених результатів експериментальних досліджень різноманітні. Це, передусім, порівняння одержаних значень з теоретичними передумовами (робочою гіпотезою) та встановлення міри подібності між ними, порівняння з іншими аналогічними рішеннями.

Матеріали, які одержують при проведенні науково-технічного дослідження, повинні бути оброблені, систематизовані і занесені у *звіт*. До нього висуваються наступні загалі вимоги: чіткість побудови, логічна послідовність викладення матеріалів; переконливість аргументації; скороченість та точність формулювань, що виключає можливість суб'єктивного і неоднозначного тлумачення; конкретність викладення результатів роботи; доведення висновків і обґрунтування рекомендацій.

Зазвичай використовується наступна структура звіту:

1. Титульний аркуш. На ньому розмішуються: офіційна назва організації - виконавця; назва теми науково - технічного дослідження; посади і прізвища осіб, які підписали і затвердили звіт; місце знаходження організації; рік випуску і деякі інші дані;

2. Список виконавців (прізвища виконавців з зазначенням посади, які перелічуються в алфавітному порядку; та номери розділів, які підготовлені кожним виконавцем або за його участю).

3. Реферат. У ньому коротко описується об'єкт дослідження, мета роботи, методи дослідження, отримання результату. Відображається новизна результатів і рекомендація по їх впровадженню, галузь їх використання, а також очікувана ефективність (корисність) впровадження. Крім того, реферат містить відомості про об'єм звіту, кількість ілюстрацій, таблиць і використаних джерел. В ньому розміщується перелік ключових слів (від 5 до 10), які характеризують зміст звіту. Інформація, що міститься в рефераті, повинна бути достатня для того, щоб зацікавлені особи прийняли рішення про доцільність звернення до первинного документу, тобто до звіту.

4. Заголовок (зміст).

5. Перелік умовних позначень, символів, одиниць і термінів.

6. Вступ. В ньому обґрунтовується актуальність і виконуваність вибраної теми дослідження, наводиться коротка характеристика сучасного стану досліджуваної проблеми і формулюється мета дослідження.

7. Основний зміст звіту. Спочатку зазвичай дається огляд літературних джерел. В огляді, в основному наводять матеріали реферата про стан питання. Особливо детально повинні бути розглянуті суперечні відомості. Звертається увага на нові ідеї і проблеми, а також на можливі підходи до розв'язку поставленого завдання. Огляд завершується обґрунтуванням прийнятої методики і плану дослідження з наукової і економічної точок зору. Далі послідовно викладається хід і результати попередньої розробки дослідження і експериментальної його частини; розглядаються прийняті методики і результати обробки даних експерименту; наводяться дані аналізу і узагальнення теоретичних і експериментальних досліджень, а також детально висвітлюються нові методики, які використовуються при виконанні конкретних етапів дослідження. Розділи, в яких висвітлюється основний зміст дослідження, повинні завершуватись узагальненням одержаних результатів і опис їх можливого використання.

8. Заключення. Тут повинна міститись оцінка результатів дослідження, в тому числі оцінка їх відповідності поставленій меті. Основні висновки роботи повинні бути сформульовані у вигляді невеликої кількості скорочених, чітких і оригінальних пропозицій і тверджень. Необхідно також вказати можливі галузі використання одержаних результатів, визначити шляхи і цілі подальшої роботи або мотивувати недоцільність її продовження, дати оцінку техніко-економічної ефективності використання результатів в роботі або відмітити їх соціальну цінність (наприклад, можливість покращення умов праці). Якщо одержані негативні результати, вони також вказуються в заключенні.

9. Список використаних джерел (дані для відшукування джерел).

10. Додатки. В них включають допоміжні матеріали: великі таблиці, громіздкі математичні рівняння, протоколи і акти випробувань, опис нестандартних засобів вимірювання, інструкції, методики, обчислювальні алгоритми і програми, різноманітні ілюстративні матеріали і інше.

При успішному закінченні науково-технічне дослідження обов'язково містить оригінальні результати, які цікавлять широке коло спеціалістів даної галузі, у зв'язку з цим доцільне опублікування найбільш цікавого матеріалу у вигляді статті або монографії.

В *статті* викладаються результати, одержані по конкретному питанню, який має визначене наукове і практичне значення. Стаття публікується в наукових, науково-технічних і виробничих журналах і збірниках. Об'єм статі, зазвичай, не перевищує 12 сторінок друкованого тексту.

*Монографія* - це наукова праця, присвячена розробці одної теми або обмеженого кола питань, які належать одному або декільком авторам, які дотримуються одної точки зору

Одною з форм наукової продукції є *дисертація* - дослідження, яке представляється на здобуття наукового ступеня і публічно захищається здобувачем на засіданні спеціалізованої ради. *Тема дисертаційної роботи* в повинна бути пов'язана з тематикою роботи якого-небудь науково-дослідного закладу і затверджена вченою радою цього закладу.

## ТЕМА 6. ОРГАНІЗАЦІЯ ПЛАНУВАННЯ ТА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 6.1. Функції експерименту

Для скорочення строків розробки та створення нових або удосконалення існуючих технічних рішень дослідник завжди використовує експеримент.

*Експеримент* – це науково поставлений дослід або дослідження явищ, процесів, що супроводжуються зміною умов, впливів та параметрів.

В даний час дослідження та випробування направлені на створення оптимальної конструкції вузла, робочого органу або машини, визначені оптимального режиму роботи машини, отримані високої продуктивності робочих органів при мінімальних втратах і т.д.

Як правило, всі вони проводяться з використанням однофакторного або двофакторного експерименту, а це при впливі багатьох факторів приводить до необхідності мати великий об'єм експериментальних робіт.

Навіть при використанні прискорених методів випробувань та обробки результатів статистичними методами дослідження продовжуються багато років.

*Науково поставлений експеримент* передбачає дослідження об'єкту чи процесу по спеціальному плану з точним вимірюванням як зовнішніх впливів, так і реакцій об'єкту на ці впливи.

*Теорія планування експерименту дозволяє:*

- завчасно намітити стратегію та тактику дослідження;
- задатися математичною моделлю процесу;
- використовуючи регресійний аналіз, спланувати:
  - а) випробування з мінімальною кількістю дослідів;
  - в) достатньою точністю результатів;
- управляти експериментом.

Експеримент виступає в ролі “пробного каменя” для наукових гіпотез, теорій і т.д. в усіх прикладних дослідженнях.

Конкретна формалізація даних випробувань, використання стандартних способів математичної статистики для оцінки параметрів, дає можливість отримувати в різних місцях ті різними дослідниками адекватні результати.

В експериментальних дослідженнях об'єкт дослідження схематично можна зобразити в вигляді так званого кібернетичного поняття “чорного ящика”, який має відомі  $N$  входи  $X_1, X_2 \dots X_N$  та  $M$  виходи  $Y_1, Y_2 \dots Y_M$ , але не відома його внутрішня будова.

Входами об'єкта дослідження можуть бути зовнішні впливи чи параметри самого об'єкта, тобто так звані вхідні фактори, а вихідними величинами можуть бути стани чи параметри – кількісні чи якісні характеристики об'єкта, тобто відгук чи параметри оптимізації або так звані вихідні фактори.

Наприклад, при дослідженні процесу роботи посівної секції сівалки входами можуть бути розмір та амплітуда висівного диска, а виходами – глибина залягання та якість розподілу насіння вздовж рядка.

*Функції експерименту наступні:*

- відокремлення суттєвих факторів від несуттєвих;
- перевірка вибраних раніше наукових гіпотез, теорій;
- пошук даних для побудови гіпотез, або так званий пошуковий експеримент;
- встановлення кількісних співвідношень між факторами, які визначають явище.

*Класифікація та вимоги до експериментів.*

*Експерименти класифікують за такими критеріями:*

- за способом формування умов проведення;
- за метою дослідження;
- за організацією проведення;
- за структурою об'єктів та явищ, що вивчаються;
- за характером зовнішніх діючих факторів;
- за характером взаємодії засобів експериментального дослідження з об'єктом дослідження;
- за величинами, що контролюються;
- за кількістю факторів, що контролюються.

*За способом формування умов проведення експерименти можуть бути:* природні, штучні.

*За метою дослідження експерименти поділять на:* перетворюючі, пошукові, вирішальні.

*За організацією проведення експерименти класифікують на:* лабораторні, натурні, польові, виробничі.

*За структурою об'єктів та явищ експерименти бувають:* прості, складні.

*За характером зовнішніх діючих факторів:* речові, енергетичні, інформаційні.

*За характером взаємодії засобів експериментальних досліджень з об'єктом дослідження експерименти можуть бути:* звичайні, модельні.

*За характером моделей, які досліджуються в експерименті:* матеріальні, уявні.

*За величинами, які контролюються експерименти поділяють на:* активні, пасивні.

*За кількістю факторів, що контролюються експерименти бувають:* однофакторні, багатофакторні.

*До експерименту повинні бути такі вимоги:*

- відтворюваність експерименту;
- контрольованість;
- вірогідність експерименту.

## 6.2. Загальна організаційна схема експерименту

При проведенні експериментальних досліджень для пошуку оптимального рішення, тобто вибору найбільш результативного поєднання взаємопов'язаних впливів факторів, можна виділити такі основні етапи:

- визначення мети дослідження і на основі цього вибір кількісної характеристики мети – параметра оптимізації (відгуку, вихід “чорного ящика”), а також параметрів впливу на об’єкт дослідження – факторів;
- вивчення та аналіз апріорної (вхідної) інформації про об’єкт, що випробовується;
- розробка гіпотези чи теоретичного положення, які підлягають перевірці, тобто математичної моделі;
- складання програми та методики проведення експерименту;
- підготовка і проведення експерименту;
- обробка результатів експерименту із використанням статистичних методів та регресійного аналізу;
- інтерпретація результатів експерименту;
- висновки.

При визначенні мети дослідження необхідно розрізнявати задачі інтерполяційні, коли необхідно встановити тільки суттєвий зв'язок між параметром оптимізації і вхідними факторами та екстремальні, коли необхідно знайти умови стану об’єкта дослідження, при яких параметр оптимізації досягає екстремального значення – максимуму або мінімуму.

*Програма експерименту* складається із двох частин:

- перелік залежностей, факторів і їх характеристик, які необхідно встановити або перевірити в даному експерименті;
- розрахунок і план обсягу робіт та їх тривалість, потреби в виконавцях, обладнанні, матеріалах і т.п.

В програмі повинна бути дана відповідь на питання: “Що необхідно одержати в результаті проведення експерименту для вирішення поставленої мети та задач дослідження і що для цього потрібно?”

Вихідні дані для розробки програми експерименту – це сформульовані задачі дослідження, наукова гіпотеза та її теоретичні розробки (математична модель).

Перша частина програми включає в себе:

- виявлення основних вхідних факторів і контрольованих параметрів оптимізації;
- обґрунтування меж та інтервалів їх зміни;
- обґрунтування точності вимірювань;
- вибір способів і засобів вимірювань;
- способи фіксації результатів зміни параметрів;
- встановлення порядку проведення дослідів та їх планування;
- перелік робіт, які необхідно виконати із досліджуваним об’єктом та приладами при підготовці до проведення експерименту;
- вибір способів контролю за ходом експерименту;

- способи обробки та аналізу отриманих результатів експерименту.

*Методика експериментальних досліджень* – це сукупність способів і прийомів одержання залежностей та значень параметрів, які задані в програмі експерименту та розрахунків відповідних показників.

*Методика* – це технологія проведення експериментальних досліджень в якій необхідно дати відповідь на питання: “Як виконати окремі пункти програми експериментів?»

*Методика експериментальних досліджень повинна мати:*

- детальний опис процесу проведення експерименту;
- послідовність проведення кожної операції експерименту з врахуванням засобів для його виконання;
- послідовність проведення операцій вимірювання і спостереження.

До програми і методики проведення експерименту завжди додається календарний план виконання робіт при проведенні експерименту. Він включає детальну розбивку експерименту на окремі етапи його проведення із конкретним визначенням строків та виконавців проведення кожного етапу.

Програма і методика проведення експериментальних досліджень розглядається та затверджується на вченій раді наукової установи, яка відповідає за проведення НДР.

Обов'язковою вимогою проведення експериментальних досліджень є ведення журналу проведення робіт.

Форма його ведення може бути довільною, конкретною, тобто повністю відповідати процесу дослідження з максимальною фіксацією всіх суттєвих факторів при проведенні експерименту.

В журналі записують:

- тему НДР;
- тему експерименту;
- виконавців;
- час і місце проведення експерименту;
- засоби вимірювання;
- характеристику оточуючого середовища в якому проходить експеримент;
- результати спостережень протікання експерименту.

Після проведення експерименту проводять обробку отриманих результатів статистичними методами обробки та їх аналіз.

*Аналіз результатів експерименту* – це творча частина НД. Іноді за отриманими цифрами важко уявити фізичну суть процесу. Тому необхідно особливе ретельне співставлення факторів, причин та встановлення адекватності гіпотези і експерименту. ний план виконання робіт при проведенні експерименту.



### 6.3. Планування експерименту

*Дослідження об'єкту може здійснюватися класичним методом, або методом планування експерименту.*

*Класичний експеримент* – це послідовність експериментів, при яких всі незалежні змінні величини (фактори), крім однієї, приймаються постійними. Наприклад, при дослідженні впливу на тяговий опір плуга швидкості руху, щільності і вологості ґрунту проводять ряд експериментів в яких в одному із них приймають швидкість руху змінною, а останні фактори – щільність і вологість ґрунту постійними; в наступному експерименті приймають змінною вже щільність ґрунту, а вологість і швидкість руху постійними і т.д.

*Вираз «планування експерименту»* не означає організацію проведення експериментальних досліджень в загальноприйнятому розумінні, яке передбачає виконання певного об'єму робіт в певних періодах часу.

*Планування експерименту* – це метод побудови математичних моделей об'єктів дослідження.

Під плануванням експерименту розуміють процедуру вибору числа факторів та умов проведення дослідів, які необхідні і достатні для вирішення поставленої задачі і отримання чисельних оцінок вибраних показників з необхідною точністю.

При цьому передбачається зміна всіх факторів, що досліджуються за певним планом та з врахуванням їх взаємодії.

*Для планування експерименту характерно:*

- прагнути до мінімізації загального числа дослідів;
- одночасне варіювання всіма змінними факторами об'єкта дослідження за спеціальними правилами, які називають алгоритмом експерименту;
- використання математичного апарату, який формалізує всі багатогранні дії дослідника;
- вибір чіткої стратегії, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення після кожної серії експериментів.

Вхідні параметри “чорного ящика” називають вхідними факторами, а вихідні параметри – відгуком, або параметром оптимізації. Як правило, аналітичний зв'язок між входом і виходом невідомий, а відомі фактори та вихідні величини. Цей аналітичний зв'язок називають математичною моделлю об'єкта дослідження.

Математичною моделлю об'єкта дослідження, тобто “чорного ящика”, є функція відгуку, яку можна представити в вигляді рівняння, що зв'язує параметр оптимізації з факторами, тобто:

$$Y_i = \varphi_i (X_1, X_2, \dots, X_N) \text{ або } Y_i = \varphi_i (X). \quad (6.1)$$

В цьому випадку задачею планування експерименту може бути побудова математичної моделі об'єкта у вигляді аналітичної залежності:

$$Y_i = f_i (X_1, X_2, \dots, X_N). \quad (6.2)$$

В ній область можливих значень факторів  $X_i$ , тобто область визначення функції (фактора), досить точно співпадає з невідомою залежністю (6.1).

Геометричне уявлення функції відгуку називають поверхнею відгук. Вона задається в просторі координатними осями на яких відкладаються значення факторів (рис. 6.1).

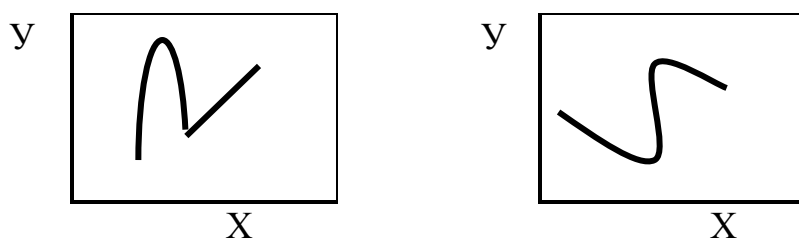


Рис. 6.1 – Приклад поверхні відгуку

До функції відгуку ставляться такі вимоги:

- функція повинна бути монотонною, нерозривною;
- поверхня відгуку має тільки одну екстремальну точку (максимум або мінімум), тобто повинна дотримуватися вимога унімодельності функції відгуку;
- дотримання вимог регресійного аналізу:
- в функції  $U_i$  незалежні випадкові величини мають нормальний розподіл;
- дисперсії залежної перемінної  $U_i$  не залежать від її абсолютної величини і від вектора  $X$ , тобто для різних дослідів  $U_i$  дисперсії однорідні;
- всі  $X_i$  є не випадкові величини;
- помилки вимірів  $X_i$  малі в порівнянні з помилкою в визначенні  $U$ .

Таким чином, задачами планування експерименту можуть бути:

- розкриття механізму явищ об'єкту дослідження, тобто знаходження аналітичного виразу 6.2;
- визначення екстремуму поверхні відгуку в області визначення функції;
- вибір моделі для описання об'єкта або визначення параметрів відомої функціональної залежності.

Перш ніж планувати і проводити експеримент необхідно вибрати критерій оптимізації, тобто параметр за яким оцінюється об'єкт дослідження і який зв'язує фактори в математичну модель процесу.

*Параметр оптимізації* – це реакція (відгук) від дії факторів на об'єкт, що досліджується. Вибір параметра оптимізації і до цього часу є ще мистецтвом, а не результатом застосування наукової методології.

Для параметрів оптимізації можна, в деякій мірі, зробити спробу їх класифікації як, наприклад:

- економічні – прибуток, собівартість, рентабельність, затрати на експеримент і т.д.;
- техніко-економічні – продуктивність, довговічність, надійність, стабільність, коефіцієнт корисної дії і т.д.;

- інші – статистичні параметри, які використовують для характеристики випадкових величин або випадкових функцій; естетичні при аналізі творів мистецтва; психологічні для випадків взаємодії людини з технікою і т.д.

В принципі, кожний об'єкт можна характеризувати одночасно як сукупність приведених вище параметрів або будь-якою множиною із них. Але рух до оптимуму можливий тільки тоді, коли вибраний один єдиний параметр оптимізації. В цьому випадку інші характеристики процесу виступають вже не як параметри оптимізації, а служать обмеженням до них. Але, якщо при вирішенні задачі все-таки є декілька параметрів оптимізації, то математичні моделі повинні бути побудовані для кожного параметра.

Після цього оптимізацію виконують математично з наступною експериментальною перевіркою отриманих результатів. Взагалі, не можна одночасно оптимізувати декілька функцій. Тому всі методи оптимізації в таких випадках зводяться до оптимізації однієї, найбільш важливої з точки зору мети, функції при обмеженнях, які накладаються іншими функціями. В даний час добре освоєний тільки метод рішення задач з двома параметрами оптимізації, при тому один із яких служить обмеженням другому.

Правильний вибір параметра оптимізації в більшості випадків завжди приводить до успішного рішення поставленої задачі.

Основні вимоги до параметрів оптимізації такі:

- він повинен бути ефективним з точки зору досягнення мети;
- бути універсальним, тобто всебічно відображати якості процесу;
- бути кількісним і мати числове значення;
- бути статично ефективним, тобто мати найменшу при даних умовах дисперсію;
- бути простим та ясным за фізичним поняттям;
- бути незалежним від часу.

Правильний вибір параметра оптимізації в більшості випадків дає досліднику чітку уяву про мету роботи.

Задача дослідника базується в тому, щоб вибором математичної моделі мінімізувати або максимізувати критерій оптимізації шляхом відповідного підбору факторів, які діють на об'єкт дослідження.

В якості параметра оптимізації може бути вибраний економічний показник, який характеризує машину чи технологічний процес, вихід продукту, енерговитрати і т.д.

Необхідно прагнути до того, щоб параметр оптимізації був один, мав ясний фізичний смисл і кількісну оцінку. Таким чином, краще всього вибирати такий параметр оптимізації, який був би сукупною і вичерпною характеристикою об'єкта дослідження.

В загальному випадку вибір параметра оптимізації повністю визначається конкретними умовами об'єкта дослідження, його фізичною природою, можливостями експериментальної установки і інтуїцією дослідника.

Однак, якщо розглядати процес як об'єкт всесторонньо, з позиції системного підходу, то характеризувати його одним, двома показниками недостатньо.

Особливо важкою стає задача при порівнянні різних режимів роботи того чи іншого технологічного процесу, при випробуваннях машин однакового призначення.

Раніше ми назвали вхідні параметри об'єкта оптимізації, тобто чорного ящика, факторами. Під *факторами* розуміють вимірювальну перемінну величину, яка приймає в деякий момент характерне значення, тобто так звану дискретну величину і яка відповідає одному із можливих способів впливу на об'єкт дослідження. Починаючи планування експерименту необхідно вибрати фактори та визначити:

- вплив фактора на вихідну величину  $Y$ ;
- які фактори можуть задаватися, а які керовані або некеровані, тобто випадкові;
- точність апаратури для задавання фактора;
- залежний або незалежний фактор.

Фактори бувають якісними та кількісними.

*Якісні фактори* – це різні речовини, технологічні способи, апарати, виконавці, способи ведення процесу і т.д. Наприклад, різні матеріали валів, зубчатих коліс, корпусів редукторів і т.д.; різні види подрібнених мас при процесі подрібнення кормів; роздільний та однофазний способи збирання різних культур, різні випробувальні стенди і т.д.

*Кількісні фактори* – це фактори які можна оцінити кількісно, тобто виміряти, зважити і т.д. Приклади кількісних факторів тривіальні і всі їх можуть назвати сотні.

Після виявлення значимих керованих вхідних факторів  $X_i$ , де  $i = 1, 2, \dots, k$  та вибору вихідних параметрів оптимізації  $Y_i$ , де  $i = 1, 2, \dots, n$  формується факторний простір досліджуваної системи: встановлюють область визначення і деякі найбільш імовірні (середні) значення рівня варіювання факторів вихідних величин і критеріїв ефективності параметрів об'єкта, які належить змінити.

Кожне можливе значення фактора називається *рівнем*, а сукупність рівнів утворюють *область визначення факторів* (рис. 6.2).

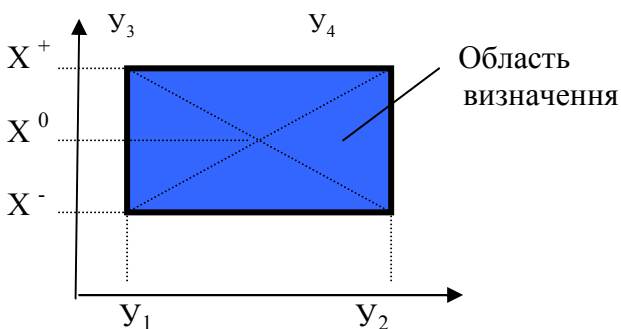


Рис. 6.2 – Приклад області визначення факторів  
(де:  $X^-$  - менше значення фактора;  $X^+$  - більше значення фактора)

Менше значення  $X^-$  називається *нижнім рівнем* фактора, а відповідно більше значення  $X^+$  - *верхнім рівнем* фактора. Значення фактора в центрі експерименту, тобто  $X^0$  називається *основним рівнем* фактора.

Половина різниці між верхнім та нижнім значеннями фактора називається *інтервалом варіювання* експерименту.

Фактори в загальному випадку мають розмірні величини, причому цифри, які виражають величини факторів можуть мати різні порядки.

Тому, як правило, із істинними значеннями факторів не працюють, а проводять попередньо операцію *кодування факторів*.

В теорії планування експерименту, для зручності написання, прийнято ходове позначення меншого значення фактора як  $-1$ , а більшого значення як  $+1$ .

Розглянемо область визначення двох факторів  $X_1$  і  $X_2$ , що варіюють, тобто приймають різні значення своїх величин на двох рівнях, або двох факторний експеримент (рис. 6.3).

Область визначення факторів обкреслюється можливими крайніми їх значеннями ( $X_{1 \min} \dots X_{1 \max}$ ) і ( $X_{2 \min} \dots X_{2 \max}$ ) або в загальному випадку ( $X_{i \min} \dots X_{i \max}$ ), а рівні варіювання знаходять шляхом поділу інтервалу  $X_{\min} \dots X_{\max}$  на деяке число рівних підінтервалів – як правило від 2 до 6 ... 12, в залежності від розміру цього інтервалу і задач досліджень.

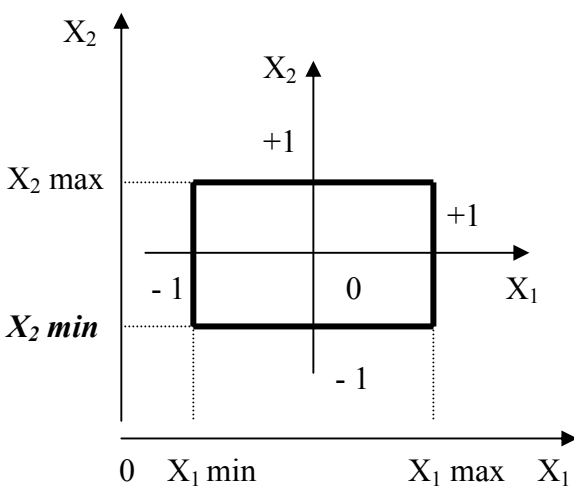


Рис. 6.3 - Область визначення двох факторів  $X_1$  і  $X_2$

Область визначення, в якій існує фактор, ще називають областю дослідження або областю експерименту. Факторний простір, тобто простір, в якому варіюються фактори, може мати, при цьому, будь-яку розмірність або, як говорять, конфігурацію.

При обмежені області визначення факторів  $X_{\min} \leq X_i \leq X_{\max}$  і випадку однофакторного експерименту факторний простір переводиться в відрізок прямої лінії на числовій осі фактора  $X_i$ . Для двофакторного експерименту факторний простір перетворюється в поле і описується в виді прямокутника, а для трифакторного – має вид прямокутного паралелепіпеда і т.д. В загальному випадку факторний простір уявляє собою  $k$  – мірний паралелепіпед.

Для зручності написання рівень факторів кодують, наприклад (-1, 0, +1), (-1, +1), (-, +).

В загальному випадку кількість дослідів, які необхідно провести, визначають за формулою:

$$N = P^k, \quad (6.3)$$

де  $P$  – кількість рівнів варіювання;

$k$  – кількість факторів.

При великому числі факторів необхідно звернутися до методу відсіювання несуттєвих факторів, тому що збільшення числа дослідів підкорюється показовій функції згідно виразу (6.3).

Важливе значення при виборі факторів має виявлення тих факторів, що визначають явище чи параметри, які необхідно контролювати.

Всі фактори можна розділити на основні та допоміжні.

*Основні* – ті фактори які мають суттєвий вплив на вихідну величину, тобто параметр оптимізації, відповідно *допоміжні* – невеликий вплив; цими факторами, як правило, можна нехтувати.

Можна виділити деякі прийоми та етапи виявлення і відокремлення основних факторів від допоміжних:

1. Виявлення основних факторів починається на етапі розробки наукової гіпотези та теоретичних положень, на етапах, де явище ідеалізується з врахуванням даних інших дослідників.

2. Спостереження, пасивний експеримент (змінюємо по черзі всього один фактор і визначаємо його вплив на вихідний параметр при постійних інших факторах), пошукові експерименти, якщо не можливо скористатися відомими фізичними законами. Проведення пошукових дослідів часто не включають в програму експерименту, іноді вони виконуються на першій стадії теоретичних розробок гіпотези.

3. Розрахунковий метод виявлення основних факторів при наявності аналітичних залежностей (на етапі теоретичних досліджень). Значимість фактора можна виявити попередньо шляхом розрахунків, при цьому визначається значимість складових частин, в які вони входять.

4. Відсіювання несуттєвих факторів можна провести на етапі формалізації апріорної інформації, методом випадкового балансу, методом рандомізації і т.д.

5. Моделювання за допомогою ПК при дослідженнях складних динамічних систем з наступною перевіркою на натурі в пошукових дослідях.

6. Якщо немає теоретичних і нескладних пошукових шляхів виявлення основних факторів, використовується теорія планування експерименту (об'єкт “чорний ящик”).

*До факторів існують такі вимоги:*

1. Фактор повинен бути керованим, тобто таким, щоб всередині області визначення фактору можна було надати будь-яке значення, тобто будь який рівень і підтримувати його на протязі всього дослідження постійним, тобто так званий “активний експеримент”.

Планувати експеримент можна тільки тоді, коли рівні факторів підкоряються волі експериментатора.

До керованих факторів, наприклад, можуть бути віднесені: швидкість руху машини, число обертів робочого органу, продуктивність вентилятора і т.д.

Некеровані фактори: температура повітря в полі вологість врожаю або ґрунту, нерівність поля, щільність ґрунту і т.д.

2. Фактори повинні бути однозначними, тобто всі вони не повинні бути функціями інших факторів, так як керувати такими факторами неможливо.

Наприклад, швидкість зміни концентрації якого-небудь складового елемента в кормовій суміші залежить від інших факторів. В зв'язку із цим використовують відношення складових елементів.

3. Точність вимірів рівнів факторів повинна бути вище точності фіксування значень параметра оптимізації, тобто погрішність виміру рівня фактора значно менша погрішності виміру параметра оптимізації.

Наприклад, при вивченні довготривалого процесу, який відбувається десятки годин, нема потреби враховувати долі хвилини, а в швидкоплинних процесах необхідно враховувати і долі секунди.

4. Фактори повинні бути відтворювані, тобто будь-яка комбінація рівнів всередині області визначення може реалізована.

Це дуже важлива вимога, недотримання цієї вимоги може привести до руйнування об'єкту дослідження, наприклад до руйнування робочого органу, виходу і ладу двигунів або всієї установки в цілому.

5. Фактори повинні бути незалежні, тобто можливість встановлення фактора на будь-якому рівні незалежно від рівнів інших факторів.

Якщо ця умова не виконується, тоді неможливо планувати експеримент.

Наприклад, досліджується деяка механічна передача в залежності від крутного моменту, числа обертів, потужності. В даному випадку один із трьох факторів залежить від двох інших і тому одним із них можна сміливо знехтувати (потужність або крутний момент).

*Нейтралізація факторів.*

Виявляючи основні фактори, завжди необхідно враховувати, що поділ факторів на основні і допоміжні - це умовна операція, так як вплив факторів на параметр оптимізації в одних умовах може бути суттєвим, а в інших його впливом можна знехтувати.

При проведенні експериментів приходиться нейтралізувати деякі фактори, тобто вилучати (запобігати) зміну фактора і вплив цієї зміни.

Виконання цієї операції дозволяє скоротити об'єм вимірів і підвищити їх точність.

Дослідник завжди прагне нейтралізувати допоміжні фактори, але часто нейтралізують і основні. Наприклад, виконуючи серію (групу) дослідів при схемі однофакторного експерименту, дослідник виключає зміну всіх основних факторів, крім одного вибраного фактора, вплив якого визначається в даній серії. Нейтралізація основних факторів в даному випадку дуже важлива.

*Перший і основний шлях нейтралізації факторів* – вибір умов та типу проведення дослідів. Вони можуть бути: лабораторні, лабораторно – польові, польові. Відповідно так і називаються проведені досліді.

*Лабораторні досліді* виключають вплив зміни всіх факторів, які визначають зовнішні умови роботи. Це досліді в так званому “грунтовому каналі”, де характеристики ґрунту і поля стабільні; досліді з висівом насіння на клейку стрічку, де насіння не зміщуються після падіння в борозну, а висівний апарат не коливається; дослідження впливу параметрів паливного насоса на потужність двигуна – на стенді.

*Лабораторні досліді* широко застосовуються в дослідженнях конструкцій машин, їх механізмів і вузлів. Вони добре виявляють закономірності, виключають сезонність, але кожний окремий дослід має мале виробниче значення – потрібен синтез ряду таких дослідів з перевіркою загального результату за межами лабораторії.

*Лабораторно – польові досліді* проводять в заздалегідь підготовлених умовах із стабільними характеристиками: поле вибирають рівним з рівномірною щільністю ґрунту, спеціально оброблюють його перед дослідом – вирівнюють, боронують, зволожують і т.д., з заданою культурою і т.д.

Досліді проводять в визначені години, без маневрування швидкістю руху і інші. Результати таких дослідів ближче до виробничих показників, ніж лабораторних.

*Досліді в лабораторно – польових умовах* – основний вид дослідів при дослідженнях в області механізації сільського господарства.

*Польові досліді* – перевірка основних висновків досліджень в виробничих умовах, коли на об’єкт дослідження впливає зміна всіх факторів.

Існує ряд методів нейтралізації факторів:

- метод рандомізації широко застосовується при нейтралізації основних і допоміжних факторів, які біль за все мають випадковий характер;

- метод різкої зміни вибраного фактора при відносно малій зміні останніх використовують практично в всіх експериментах при встановленні дослідних залежностей, або так званий метод крутого сходження, при якому чисельне значення першого фактора в даній серії дослідів змінюється на велику величину в наступній повторності при постійних значеннях інших діючих факторів, а в другій серії дослідів велике прирощення надають іншому фактору при всіх останніх рівним const і т.д.

- метод контрольних дослідів, при якому досліді проводять так, щоб фактори, які змінюються в силу своєї природи, діють одночасно на декілька градацій вибраного об’єкту дослідження.

- метод різних знаків, коли нейтралізуючому фактору “надають” спочатку позитивне, а потім негативне значення, і при вирахуванні середнього значення його зводять до нуля.

Метод часто застосовується для нейтралізації ухилу в лабораторно – польових дослідях шляхом виконання вимірів параметрів, які досліджуються, при русі машини у прямому і в зворотному напрямку.

*Поняття апріорної інформації.*



Після того, як була сформульована мета дослідження та приведені задачі проведення експерименту – інтерполяційні або екстремальні, приступають до збирання та аналізу апріорної, тобто до дослідної інформації про об'єкт дослідження.

*Інтерполяційні задачі* - це задачі експерименту, коли необхідно встановити тільки суттєвий зв'язок між параметра оптимізації і факторами.

*Екстремальні задачі* - це задачі експерименту, коли необхідно знайти умови стану об'єкта дослідження, при яких параметр оптимізації досягає екстремального значення, тобто максимуму або мінімуму, тобто якогось свого оптимального значення..

Джерелами інформації про об'єкт дослідження можуть бути:

- літературні джерела – книги, журнальні статті, наукові звіти, протоколи випробувань і т.д.;

- досвід та знання спеціалістів в конкретній області наукових знань;

- результати попередніх досліджень.

В другому випадку використовують метод апріорного аранжування, тобто метод формалізації розрізнених відомостей спеціалістів про об'єкт дослідження.

Це дозволяє скоротити об'єм експериментальних робіт, тому що в цьому випадку відсіюються випадкові фактори із подальшого розгляду.

Метод апріорного аранжування зводиться до наступного.

Пропонується як можна більш широкому колу спеціалістів, бажано різних наукових шкіл, розташувати потенційно можливі фактори, які діють на об'єкт дослідження, в порядку зменшення степеня їх впливу на параметр оптимізації, тобто про аранжувати їх.

Для цього використовуються спеціальні стандартні анкети, в яких вказані фактори, їх розмірність, область визначення і порядкові номери, або так звані ранги.

Кожний із спеціалістів може включити додаткові фактори, якщо він вважає приведений список факторів неповним.

Результати опитування подаються в вигляді матриці рангів – алгоритму для визначення коефіцієнта конкордації.

Степінь погодження думок спеціалістів оцінюється коефіцієнтом конкордації за формулою:

$$W = 12S / m^2 (n^3 - n), \quad (6.4)$$

де  $S$  – сума квадратів відхилень від середньо суми (суми чисел), які наведені в останній строфі таблиці;

$m$  – число спеціалістів, що опитані;

$n$  – число факторів.

Значення коефіцієнта конкордації змінюється від 0 до 1. Чим більше його значення, тим вище ступінь узгодженості думок спеціалістів.

#### **6.4. Методика проведення експериментальних досліджень**

*Вимірювання, вимірювані параметри, прилади й апаратура.*

*Вимірюванням* називається визначення показника фізичної величини дослідним шляхом за допомогою спеціальних технічних засобів. Результати вимірювання показують, у скільки разів отримане значення відрізняється (тобто більше або менше) від того, яке приймається за *еталон*.

До складу засобів вимірювання включають міри, вимірювальні перетворювачі, вимірювальні прилади, вимірювальні установки та системи.

*Міра* – це тіло або пристрій, яке відтворює фізичні величини заданого розміру. Близьким до міри є еталон – засіб вимірювання, який забезпечує відтворення одиниці виміру. Міри та еталони призначені для зберігання одиниць виміру.

Згідно ГОСТ 16263 – 70 *вимірювальні перетворювачі* – це засоби вимірювань, що править “для вироблення сигналу вимірювальної інформації у формі, зручної для передачі, дальшого перетворення, обробки і (або) зберігання, але не піддається безпосередньому сприйняттю спостерігачем”. У випадку, коли при перетворенні фізична природа величини не змінюється, а залежність між перетворювальною величиною і результатом перетворення лінійна, то перетворювач називається підсилювачем. Вимірювальним приладом називається засіб вимірювання, який дає інформацію про вимірювану величину у формі, зручній для сприйняття спостерігачем. Є прилади прямого перетворення, в яких вимірювана величина послідовно перетворюється в одному напрямку, від входу до виходу, і прилади порівняння, що здійснюють порівняння вимірювальних величин з відомими. За способом видачі результату вимірювання прилади поділяють на реєструючі та показуючі, а за способом подавання вимірювальних величин – на цифрові та аналогові (безперервні).

*Вимірювальна установка* - це сукупність об'єднаних засобів вимірювання і допоміжних пристроїв, призначена для вироблення сигналу вимірювальної інформації у формі, зручній для безпосереднього сприйняття спостерігачем.

*Вимірювальна система* – це вимірювальні установки, призначені для вироблення сигналу у формі, зручній для автоматичної обробки й передачі.

Відлікові пристрої засобів вимірювання можуть бути шкалою з показником або табло з цифрами.

*Вимірювання* можуть бути одноразові (тобто однократні) або багаторазові, прямі й посередні, синхронні (тобто одночасні) й несинхронні. *Багаторазові (неоднократні)* вимірювання бувають *рівноточні й нерівноточні*, дискретні (перервні) й безперервні. *Рівноточні вимірювання* – це виміри, які проводяться за однією й тією самою методикою засобами однакової точності та за незмінних зовнішніх умов. Відповідно *нерівноточними* будуть виміри, що не відповідають викладеним вимогам.

Для успішного проведення дослідження і одержання надійних результатів велике значення має застосування досконаліших пристроїв та пристроїв з підвищеною точністю вимірювань. Удосконалюються пристрої застосуванням систем багатоінерційних або малоінерційних механізмів з дуже малими витратами на тертя; реєстрацією змінних величин, синхронністю вимірів,

можливістю одержання найбільшої кількості інформації, застосуванням пристроїв, що дають змогу зменшити витрати часу і праці.

При виконанні дослідів бажано вимірювати величини в процесі розвитку явища; виміри, проведені на початку досліду й після нього, не дають повної уяви про розвиток явища. В цьому відношенні значний інтерес становлять записуючі або лічильні засоби вимірювань.

*Записуючі засоби вимірювань* – це пристрої, які ведуть безперервний запис миттєвих значень вимірюваних величин.

Лічильні пристрої призначені для одержання сумарного (інтегрального) результату виміру будь-якої величини. Часто застосовують статистичні лічильні пристрої (класифікатори), які обробляють результати вимірювань будь-якої величини статистично. Пристрої показують статистичний розподіл результатів вимірювань.

Під *таруванням* розуміють дослідне встановлення залежності показів приладу, який звіряється, від значень вимірюваної величини; при цьому будуються залежності у вигляді таблиць і так звані тарувальні діаграми, що є графічними залежностями показів приладів від значень вимірюваної величини.

*Тарування приладів* проводиться до і після дослідів, якщо вони короткочасні; якщо ж вимірювальними засобами користуються тривалий час, тоді тарування проводиться до і після дослідів, а також через кожні 10 – 15 днів. При таруванні покази приладів, що звіряються з показами зразкових приладів або мір.

При проведенні досліджень приладу, який заново створений дослідником, необхідно, щоб статична гранична похибка цього приладу була щонайменшою, але не більшою від  $\pm 6\%$ . Лише за умови, коли вирішується дуже складна задача стосовно вимірювання, можна допустити похибку до  $\pm (7 - 8)\%$ .

#### *Підготовка і проведення дослідів.*

Підготовка до проведення дослідів починається зразу ж після розробки робочої гіпотези, методики та плану дослідів. Прилади, обладнання, інструменти тощо ремонтують, виробляють і тарують, підготовлюють необхідні матеріали, готують досліджувані вузли, механізми та агрегати. Якщо передбачаються польові досліді, то ознайомлюються з місцевістю, де вони будуть проводитись. При цьому необхідно дотриматися того, щоб були забезпечені їх точність, надійність та безвідмовність у роботі. Встановлювати прилади та обладнання треба так, щоб не впливати на досліджуваний процес або конструкцію та щоб було зручно користуватись ними під час дослідів; важливо також, щоб навколишні обставини (нагрівання від батареї центрального опалення або сонця, струми від телевізійних і трансформаторних станцій, ліній високої напруги тощо) не впливали на точність показів. Необхідно забезпечити добре освітлення шкал приладів, виключення паралаксу (похибка через неправильне положення очей оператора відносно шкали приладів) та передбачити таке положення приладів, яке б не приводило до перевтоми.

Велику увагу потрібно приділити техніці безпеки, а саме дотримуватися протипожежних заходів. Після підготовки апаратури слід випробувати, лише потім можна починати проведення дослідів.

Досліди необхідно проводити відповідно до плану дослідів і розробленої методики. Оскільки наперед неможливо все передбачити, то може виявитись, що окремі положення методики треба доповнити або змінити. В той же час у ході дослідження не можна змінювати методику. Якщо в цьому виникне потреба, досліди припиняються, розробляється нова методика, після чого досліди проводяться спочатку.

Необхідно прагнути якнайшвидше закінчити досліди однієї серії, а по можливості й усіх серій. Це дозволить зменшити вплив додаткових факторів на точність результатів досліджень. Якщо за будь-яких причин (негода, несправність апаратури або організаційні причини) досліди припинені на довгий час, то після їх усунення досліди виконують спочатку. Дослідні дані краще всього реєструвати у спеціальному журналі, який готується завчасно, або на окремих аркушах, в записниках. Після кожного дослідів ці дані потрібно занести в загальний журнал, який оформляється відповідно до програми і методики проведення дослідів. Бажано, щоб усі дані за однією групою дослідів були занесені на одній сторінці або на розвороті журналу, оскільки це сприяє швидшому обробленню результатів дослідів та виконанню порівняльного аналізу (попереднього). В заголовку таблиць треба вказати назву експерименту, дату проведення дослідів, об'єкти досліджень, прилади та апаратуру, яку використовують, умови проведення дослідів (стан ґрунту, температуру повітря тощо). Графи та досліди нумеруються (тобто нумерація виконується по вертикалі та горизонталі). Обов'язково проставляється дата проведення дослідів.

До журналу записують всі результати прямих (безпосередніх) вимірів. Бажано залишити графи для результатів вимірів, одержаних за розрахунками даних безпосередніх вимірів, а також графу зауважень, куди записуються результати спостережень, які неможливо було передбачити, або дані, що характеризують умови проведення дослідів. Записувати потрібно те, що спостерігається (одержується), а не припущення дослідника (наприклад, з теоретичних міркувань), тобто дослідження повинно бути об'єктивним. У зв'язку з цим може трапитись, що побудоване раніше теоретичне обґрунтування заперечується дослідними даними. Це значить, що в теорії або в методах виміру є недоліки, які потрібно знайти і усунути.

Фотографії елементів робочого процесу або інших об'єктів, графічні записи досліджуваних закономірностей (динамограми, осцилограми тощо) потрібно нумерувати і робити на них необхідні написи (назва дослідів, дата, варіант, повторюваність); основні дані, які характеризують документ, можна записувати скорочено.

У більшості випадків бажано результати групи дослідів оброблювати відразу після їх проведення. Для цього треба мати спеціального розраховувача, який би з достатньою точністю проводив розрахунки за щойно одержаними даними. За результатами обробки можна побудувати графіки, які

характеризують розвиток явища, яке вивчається. Така первинна обробка матеріалів дозволяє досліднику перевірити достовірність дослідження і завчасно розпочати аналіз одержаних результатів. Якщо немає розрахувача, то бажано кожен день хоча б приблизно оцінювати результати дослідів.

При аналізі результатів первинної (початкової) обробки дослідних даних, може трапитись, що потрібно змінити значення факторів, при яких проводиться дослід, або можуть бути виявлені браковані виміри, що різко виходять за межі інших вимірів. Перш ніж вважати дослід бракованим, треба перевірити апаратуру, методи відліку показників, вплив додаткових факторів. Якщо встановлено, що виміри хибні, дослід повторюється, але старі записи не знищуються, адже можуть бути випадки, коли результати дослідів, що здаються спочатку помилковими, в подальшому підтверджуються, тобто виявляються правильними.

### 6.5. Методики дисперсійного і кореляційного аналізу

Дисперсійний аналіз дозволяє оцінювати вплив окремих факторів на досліджуваний показник якості. *Дисперсійний аналіз* ґрунтується на тому, що значимість фактора визначається його вкладом в дисперсію досліджуваної ознаки якості. За допомогою дисперсійного аналізу можна порівнювати між собою якість виробів, що виготовляються за різними технологічними процесами. При цьому вплив конкретних виробничих умов (другий фактор) може бути відділений від впливу безпосередньо технологічного процесу, інакше кажучи, технологічні процеси, що застосовуються на різноманітних підприємствах, як би «проводяться» до єдиних умов.

В загальному виді дисперсійний аналіз дозволяє порівнювати дисперсії ряду вибірок, розділяти при цьому дисперсію на дві складові: випадкову і систематичну.

#### *Однофакторний дисперсійний аналіз.*

Аналізується вплив одного фактора на досліджуваний показник якості. Порядок проведення аналізу і обробка дослідних даних наступні:

1. Проводиться  $n$  вимірів досліджуваного показника якості при незмінному значенні фактора  $A$ .

2. Вимірюється значення фактора і повторюється дослід. Вимірювання значення фактора  $A$  проводять  $k$  разів. Результати записують у таблицю.

Номер спостереження	Рівні фактора				
	$A$	...	$A_i$	...	$A_k$
1	$y_{11}$	...	$y_{i1}$	...	$y_{k1}$
...	...	...	...	...	...
$j$	$y_{1j}$	...	$y_{ij}$	...	$y_{kj}$
...	...	...	...	...	...
$n$	$y_{1n}$	...	$y_{in}$	...	$y_{kn}$
$\Sigma$	$Y_1$		$Y_i$		$Y_k$

3. Обчислюється сума квадратів усіх спостережень:

$$Q_1 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n y_{ij}^2. \quad (6.5)$$

4. Обчислюється сума квадратів сум стовпців, поділена на число паралельних спостережень:

$$Q_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k Y_i^2. \quad (6.6)$$

5. Обчислюється квадрат загальної суми, поділений на число усіх спостережень:

$$Q_3 = \frac{1}{kn} \left( \sum_{i=1}^k Y_i \right)^2. \quad (6.7)$$

6. Обчислюються дисперсії  $S_A^2$  і  $S_0^2$  за формулами:

$$S_A^2 = \frac{Q_2 - Q_3}{k-1}, \quad (6.8)$$

де  $S_A^2$  - ефект від впливу фактора  $A$  (дисперсія фактора  $A$ );

$$S_0^2 = \frac{Q_1 - Q_2}{k(n-1)}, \quad (6.9)$$

де  $S_0^2$  - ефект випадковості (дисперсія випадковості).

7. Порівнюються дисперсії  $S_A^2$  і  $S_0^2$  по критерію Фішера:

$$F = \frac{S_A^2}{S_0^2}. \quad (6.10)$$

Для того, щоб вплив фактора  $A$  був суттєвим, необхідно і достатньо щоби дисперсія  $S_A^2$  значимо відрізнялася від  $S_0^2$ , тобто  $F$  повинна бути більше  $F_{табл}$  при відповідному рівневі значимості.  $F_{табл}$  визначається для числа степенів вільності  $f_1 = k - 1$  і  $f_2 = k(n - 1)$ .

8. Якщо різниця дисперсій  $S_A^2$  і  $S_0^2$  виявляється незначною, то отримують оцінку генеральної дисперсії:

$$\sigma^2 = \frac{Q_1 - Q_3}{kn - 1} \quad (6.11)$$

9. Якщо ж різниця дисперсій  $S_A^2$  і  $S_0^2$  виявляється значною, то знаходять оцінку впливу фактора  $A$ :

$$\sigma_A^2 \approx \frac{S_A^2 - S_0^2}{n}. \quad (6.12)$$

Кореляційний аналіз розширює і доповнює описані вище методи. За допомогою кореляційного аналізу встановлюється наявність, форма і сила зв'язку між багатьма випадковими величинами.

Кореляційний аналіз може бути використаний для вирішення цілого ряду технологічних задач: оцінки зв'язку між ознаками якості; розробки міжопераційних припусків і допусків; для встановлення можливості одночасного контролю декількох ознак якості за однією ознакою, котра кореляційно пов'язана з іншими; для встановлення впливу похибок обробки попередніх операцій на похибки обробки, що виникають при виконанні даної операції; для аналізу точності роботи автоматичних і поточкових ліній; для розподілу похибок обробки на даній операції на спадкові і власні; для вирішення ряду інших задач.

Кореляційний аналіз між двома ознаками якості здійснюється у наступній послідовності:

1. Вимірювання значень показників якості одної і тої ж деталі наносять у виді точок на кореляційне поле.

2. Складається кореляційна таблиця результатів спостережень з даними для розрахунку коефіцієнта кореляції і кореляційного відношення. Для заповнення таблиці кореляційне поле ділять на інтервали, згідно до яких наноситься сітка. Кореляційна таблиця має наступну структуру: по горизонталі вверху виписуються інтервали значень випадкової величини  $x$ , по вертикалі зліва - значення  $y$ . В кожному стовпчику таблиці навпроти їх значень  $x$  і  $y$  вказуються їх частоти (визначені по кореляційному полю). В таблиці є додаткові графи: для розрахунку коефіцієнта кореляції і кореляційного відношення, котрі заповнюються згідно їх позначення. Для зручності обчислень серединам інтервалів  $\bar{x}'_i$  і  $\bar{y}'_i$  в кореляційній таблиці ставляться у відповідності величини  $x'_i$  і  $y'_i$ , які обчислюються за формулами:

$$x'_i = \frac{\bar{x}_i - a_x}{c_x}, \quad y'_i = \frac{\bar{y}_i - a_y}{c_y}, \quad (6.13)$$

де  $a_x$  і  $a_y$  - будь-які цілі числа (бажано щоб вони були близькими до середніх значень  $\bar{x}$  і  $\bar{y}$ );

$c_x$  і  $c_y$  - ціна інтервалу;

$\bar{x}_i$  і  $\bar{y}_i$  - середини інтервалів.

3. На основі даних кореляційної таблиці визначаються статистичні характеристики розподілу випадкових величин:

$$\bar{x}' = \frac{\sum n_x \cdot x'_i}{n}; \quad \bar{x} = a_x + c_x \cdot \bar{x}'; \quad (6.14)$$

$$\bar{y}' = \frac{\sum m_y \cdot y'_i}{n}; \quad \bar{y} = a_y + c_y \cdot \bar{y}'; \quad (6.15)$$

$$S'_{x'} = \sqrt{\frac{\sum n_x (x')^2}{n} - (\bar{x}')^2}; \quad S_x = c_x S'_{x'}; \quad (6.16)$$

$$S'_{y'} = \sqrt{\frac{\sum m_y (y')^2}{n} - (\bar{y}')^2}; \quad S_y = c_y S'_{y'}; \quad (6.17)$$

4. Обчислюється коваріація:

$$C_{xy} = C'_{xy} - C_x C_y; \quad C'_{xy} = \frac{\sum (x' \sum n'_{xy} \cdot y')}{n} - x' y'; \quad (6.18)$$

де  $n'_{xy}$  - частота спільної появи  $x'$  і  $y'$ .

5. Обчислюється коефіцієнт кореляції  $r_{xy}$  і кореляційне відношення  $\eta_y$ :

$$r_{xy} = \frac{C'_{xy}}{S'_{x'} S'_{y'}} = \frac{C_{xy}}{S_x S_y}; \quad \eta_y = \frac{S_{\bar{y}_x}}{S_y} = \frac{S_{\bar{y}'_x}}{S_{y'}}; \quad (6.19)$$

де  $S_{\bar{y}_x}$  - середнє квадратичне відхилення часткової середньої від загальної середньої:

$$S_{\bar{y}_x} = \sqrt{\frac{\sum n_x (\bar{y}_x - \bar{y})^2}{n}}; \quad (6.20)$$

$$S_{\bar{y}'_x} = \sqrt{\frac{\sum n_x (\bar{y}'_x - \bar{y}')^2}{n}}; \quad (6.21)$$

У випадку, якщо коефіцієнт кореляції  $r_{xy} = \pm 1$  то  $x$  і  $y$  пов'язані точною прямолінійною залежністю виду:  $y = b x + a$  або  $x = c y + d$ .

У випадку, якщо  $r = 0$  між  $x$  і  $y$  не може існувати прямолінійної кореляційної залежності, але можлива криволінійна. Чим ближче  $r_k \pm 1$ , тим точніше і тісніше прямолінійна кореляційна залежність між  $x$  і  $y$ . Вона послаблюється з наближення  $r$  до нуля.

Якщо  $\eta_y = 1$  то  $x$  пов'язано з  $y$  однозначною залежністю, тобто будь-якому значенню  $x$  відповідає одне визначене значення  $y$ . Чим ближче  $\eta_y$  до одиниці, тим тісніша залежність  $x$  і  $y$ , чим ближче  $\eta_y$  до нуля, тим слабша залежність. У випадку, якщо кореляційне відношення  $\eta_y = 0$ , то між  $x$  і  $y$



немає кореляційної залежності. У випадку, якщо  $\eta_y = |r|$ , то регресія  $y$  на  $x$  точно лінійна і навпаки: якщо регресія  $y$  на  $x$  точно лінійна, то  $\eta_y = |r|$ .

6. Здійснюється перевірка суттєвості відмінності коефіцієнта кореляції від нуля:

$$\mu = \frac{|r| \sqrt{n-1}}{n}, \quad (6.22)$$

де  $n$  - об'єм вибірки.

У випадку, якщо  $\mu > 3$ , то можна вважати  $r$  значущим і залежність реальною, якщо ж  $\mu < 3$ , то  $r$  відрізняється від випадково і залежність спостереження не показана.

7. Визначаються параметри рівняння регресії  $y$  на  $x$  у випадку прямолінійної залежності:

$$b = r \frac{S_y}{S_x}; \quad a = \bar{y} - b \bar{x}. \quad (6.23)$$

Тоді рівняння регресії  $y$  на  $x$ , що показує як зміниться середнє арифметичне значення  $y$  зі зміною  $x$  прийме вигляд:

$$\bar{y}_x = b x + a. \quad (6.24)$$

*Застосування кореляційного аналізу для оцінки кореляційності ознак якості:*

1. Визначаються коефіцієнти кореляції між всіма ознаками якості попарно.

2. Будується матриця коефіцієнтів парної кореляції.

Ознака якості	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_5$	$y_6$
$y_1$	1	$r_{y_1 y_2}$	$r_{y_1 y_3}$	$r_{y_1 y_4}$	$r_{y_1 y_5}$	$r_{y_1 y_6}$
$y_2$		1	$r_{y_2 y_3}$	$r_{y_2 y_4}$	$r_{y_2 y_5}$	$r_{y_2 y_6}$
$y_3$			1	$r_{y_3 y_4}$	$r_{y_3 y_5}$	$r_{y_3 y_6}$
$y_4$				1	$r_{y_4 y_5}$	$r_{y_4 y_6}$
$y_5$					1	$r_{y_5 y_6}$
$y_6$						1

3. Аналізується матриця коефіцієнтів парної кореляції. Висока кореляція між окремими ознаками якості дає можливість відмовитись від досліджень одних (очевидно, тих, які важче піддаються дослідженням) ознак.

Примітки:

1. Для того, щоб одержані результати виявились надійними, необхідно обчислювати коефіцієнти парної кореляції при широкому варіюванні умовами проведення досліджу.

2. Оцінка кореляційності може бути проведена не тільки між ознаками якості, але і між факторами. Це дозволяє проводити відсіювання декотрих факторів.

Кореляційний аналіз являється методом пасивного експерименту, котрий володіє певними недоліками. Основні недоліки пасивного експерименту:

- неможливо перевірити адекватність моделі;
- неможливо побудувати критерій для відкидання грубих помилок;
- декотрі із розглядуваних факторів у випадку множинної кореляції взаємопов'язані між собою і ефекти їх впливу не можна оцінити роздільно;
- на добре організованих підприємствах коливання факторів проходить в дуже малих межах, в результаті чого одержана за допомогою множинної кореляції модель частіше всього не має практичної цінності, тобто різниця між визначенням ознаки по середньому арифметичному і визначенням її по моделі несуттєва;
- із збільшенням числа факторів, що впливають на процес дуже швидко збільшується число коефіцієнтів, котрі необхідно визначити.

## РОЗДІЛ III. УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНОЮ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНОЮ ПІДГОТОВКОЮ ВИРОБНИЦТВА

### ТЕМА 7. УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИМИ РОБОТАМИ

#### 7.1. Зміст, завдання і стадії проектно-конструкторських робіт

Розробка продукції передуює виробництву нових виробів і являє собою створення зразків та технічної документації. Розробка продукції містить певні види робіт і етапи їх виконання. *Головними видами робіт* при цьому є: дослідно-конструкторська робота (ДКР) – для створення виробів, та дослідно-технологічна робота (ДТР) – для матеріалів і речовин.

*Дослідно-конструкторські роботи* — це складний процес, який поєднує власне конструкторські розробки з експериментальними дослідженнями. *ДКР* – це комплекс робіт по створенню конструкторської і технологічної документації, виготовленню і випробуванню дослідних виробів або виробів одиничного виробництва.

*Дослідний зразок* – зразок продукції, виготовлений за новою технологічною документацією для перевірки шляхом випробувань його відповідності заданим технічним вимогам з метою прийняття рішення про можливість постановки на виробництво та використання за призначенням.

Для дрібносерійного та одиничного типу виробництва при тривалому циклі виготовлення та монтажу продукції виготовлення дослідного зразка не передбачається. В даному випадку випускається *головний зразок* – перший примірник виробу, виготовлений за новоствореною документацією для застосування замовником з одночасним відпрацюванням конструкції і технологічної документації для виробництва решти виробів даної партії чи серії.

*Дослідна партія* – це сукупність дослідних зразків чи певний обсяг нештучної продукції, що виготовлені за новоствореною документацією для контролю відповідності продукції заданим вимогам та прийняттю рішення про запуск у виробництво даної продукції.

*Технічна документація* – це сукупність документів, які є необхідними і достатніми для використання на кожній стадії життєвого циклу продукції. До неї належить: конструкторська, технологічна і проектна документація.

*Конструкторська документація* – це сукупність конструкторських документів, що містять дані для розробки, виготовлення, контролю, приймання, поставки, експлуатації та ремонту виробу. Порядок розробки, оформлення та обертання конструкторської документації встановлений комплексом державних стандартів єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД).

Розробка продукції вважається виконаною відповідно до технічного завдання за умови затвердження акту прийняття дослідного зразка або дослідної партії, де містяться рекомендації відносно постановки на виробництво.

Зміст ДКР зумовлений характером об'єкта розробки, його призначенням, способом виготовлення тощо. Наприклад, ДКР для такого об'єкта проектування, як прилади, здійснюються поетапно, що дає змогу створити певний склад технічної документації, яка є результатом праці конструкторів. Ці етапи роботи регламентуються Єдиною системою конструкторської документації (ЄСКД), яка діє в усіх галузях промисловості. Зміст вимог ЄСКД наведений на рисунку 7.1.



Рис. 7.1 - Склад і зміст вимог ЄСКД

*Проектно-конструкторські роботи (ПКР)* є складним процесом, який поєднує власні конструкторські доробки з експериментальними дослідженнями. Типові для ПКР етапи та їх зміст наведені в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 - Етапи та зміст проектно-конструкторських робіт

Технічне завдання	Складання бібліографії до теми; вивчення літератури; вивчення інструкцій та інших матеріалів, які стосуються теми. Розробка і погодження із зацікавленими організаціями ТЗ для проектування виробу; складання плану-графіка і калькуляції теми. Техніко-економічне обґрунтування доцільності створення виробу
Технічна пропозиція	Уточнення техніко-економічного обґрунтування, з'ясування принципів шляхів створення виробу, уточнення загального обсягу робіт, термінів виконання і затрат
Ескізний проект	Складання принципової схеми, проведення основних розрахунків, вибір загальних конструктивних і технологічних рішень, розробка керівних вказівок конструювання (КВК), розробка креслень загального виду. Проектування та виготовлення макета й найбільш складних функціональних частин пристроїв, їх випробування. Уточнення техніко-економічної ефективності виробу. Підготовка документації
Технічний проект	Доопрацювання креслень і схем за результатами аналізу ескізного проекту. Додаткові дослідження окремих складових частин та схем виробу. Підготовка креслень загального виду виробу та, у разі необхідності, загальних видів загальних частин. Визначення можливості застосування стандартних та уніфікованих складальних одиниць і деталей, розрахунки на міцність і надійність. Конструктивна розробка макетів; технологічне відпрацювання деталей. Виготовлення, монтаж, регулювання і дослідження макету. Випробування макету та основних складових частин. Виготовлення документації, уточнення розрахунків техніко-економічної ефективності. Експертиза проекту на відповідність сучасному рівню стандартизації
Розробка робочої документації	Розробка робочої документації складових частин і всього виробу. Оформлення й передача документації у дослідне виробництво. Технологічна і матеріальна підготовка виробництва; виготовлення деталей та складальних одиниць. Загальне складання і монтаж виробу, налагоджувальні роботи. Підготовка документації до попередніх (заводських) випробувань. Попередні випробування. Внесення змін до зразків, коригування документації за результатами випробувань. Проведення експертизи на патентну чистоту, складання патентного формуляра. Уточнення розрахунку техніко-економічної ефективності. Випробування на надійність. Експертиза виробу на відповідність сучасному рівню стандартизації. Державні випробування, внесення змін у документацію за результатами випробувань. Передача документації заводу-виробнику (при подальшому серійному випуску)

В процесі *проектно–конструкторських робіт* у проектовану продукцію закладаються її найважливіші характеристики: технологічний рівень і якість, економічні показники. В ринкових умовах перед ПКР ставлять такі завдання: досягнення високого науково – технічного рівня розробки, мінімум витрат на ПКР, скорочення циклу розробки при заданих вимогах до якості проектованої продукції або максимально висока якість продукції при відомих витратах на виконання ПКР.

*ДКР складаються з таких етапів*: технічного завдання (ТЗ), технічної пропозиції, ескізного проекту (ЕП), технічного проекту (ТП) і розробки робочої документації. Стадії розробки ТЗ і технічної пропозиції часто називають підготовчими. Залежно від складності розроблюваного виробу деякі етапи або відсутні (наприклад, технічна пропозиція), або суміщаються (наприклад, ЕП з ТП чи ТП з розробкою робочої документації).

Створення нової техніки розпочинається з розробки і погодження технічного завдання на ДКР. На цій стадії насамперед треба звернути увагу па технічну можливість створення нової техніки з заданими параметрами, глибоко і всебічно вивчити та обґрунтувати оптимальні значення всіх технічних показників. При визначенні техніко-економічної ефективності виробів, що розробляються, необхідно оцінити їхню надійність, швидкодію, зручність в експлуатації, масу, габарити, вартість, спадкоємність, уніфікацію та інші технічні п економічні характеристики відповідно до призначення й сфери застосування. Трапляється, що для розв'язання цих питань потрібно здійснювати технічні розрахунки і лабораторні дослідження або виготовляти макети будь-яких функціональних пристроїв виробів. Тоді ТЗ на розробку погоджується тільки після виконання цих робіт.

При складанні ТЗ потрібно з'ясовувати необхідність розробки в процесі ДКР стандартів тих видів, які можуть бути виявлені на даному етапі, наприклад, загальних технічних умов (ЗТУ), основних параметрів і розмірів тощо.

*ТЗ на ДКР має складатися з таких розділів*: призначення виробу та область застосування; технічні характеристики; конструктивні вимоги; кліматичні та механічні вимоги; вимоги до технічної документації; особливі вимоги (в тому числі з надійності, стандартизації та уніфікації та ін.); етапи роботи; кількість представлених дослідних зразків.

Зміст *ТЗ*, порядок його узгодження і затвердження передбачаються регламентуючими документами. Одночасно з розробкою і погодженням технічного завдання необхідно встановити: наявність необхідного для розробки і виготовлення зразків устаткування, приладів або можливість їх придбання; наявність у спеціалістів необхідної кваліфікації чи можливість їх підготовки; номенклатуру функціональних пристроїв і матеріалів, розробка яких у тій чи іншій організації недоцільна або неможлива; можливості і строки виконання та орієнтовну вартість контрагентних робіт; виготовлювача серії (якщо виріб призначений для серійного випуску).

У розробці і погодженні ТЗ беруть участь багато служб організації, яка розробляє вироби.

На етапі *технічної пропозиції* обґрунтовується доцільність створення виробу, складається калькуляція, визначається орієнтовна вартість виробу, який розробляється, оформляються договори, складаються сіткові графіки виконання робіт. Цей етап дає змогу розробникам визначити техніко-економічні дані виробу, розробити попередні міркування щодо показників експлуатаційної надійності, відомості, які характеризують технічний рівень існуючих виробів порівняно з виробами, що розробляються.

Етап *ескізного проекту* — найважливіший у розробці. На цьому етапі розв'язуються схемно-технічні питання, експериментально перевіряються схемні рішення, розраховується надійність і проводиться його техніко-економічне обґрунтування. На етапі ЕП головний конструктор розробки разом із своїми заступниками, провідними інженерами, провідними конструкторами і технологами розробляє керівні вказівки на конструювання (КВК) на всіх стадіях, які включають основні вказівки щодо забезпечення працездатності виробу при впливі зовнішніх факторів (механічних, кліматичних та ін.), а також щодо зручності експлуатації і ремонту, техніки безпеки; загальну конструктивну побудову виробу та його складових частин, вказівки щодо конструювання функціональних пристроїв, електроживлення, маркування; технологічні вказівки; вказівки щодо надійності; вказівки щодо стандартизації та уніфікації; вказівки щодо упаковки, транспортування і зберігання; обмежувальний перелік елементів, пристроїв і матеріалів, які дозволено застосовувати у виробі; вказівки про склад КД на різних стадіях розробки; порядок погодження КД з підприємствами-співвиконавцями; інші додаткові вказівки.

Залежно від складності виробу кількість розділів КВК може бути різною. КВК повинні містити розмірні ряди і типові конструкції функціональних пристроїв і всього виробу, зразки оформлення схем і креслень, а також типові виклади текстових конструкторських документів (технічних умов, технічних описів, інструкцій з експлуатації тощо), обмежувальні переліки покриттів, кріпильних виробів тощо. У розділі «Вказівки стосовно стандартизації та уніфікації» повинні бути уточнені та доповнені пропозиції ТЗ про створення стандартів підприємства на виріб, його складові частини або параметри, а також пропозиції щодо нормалізації та уніфікації.

На етапі ЕП тематичні і конструкторські підрозділи, технологічна служба та експериментальне виробництво викопують роботу по змозі паралельно. Стадія ескізного проектування закінчується захистом проекту з уточненням технічного завдання на розробку виробу, блоків із вказівкою вимог щодо надійності та ремонтпридатності.

На етапі *технічного проекту* на основі розробленої ескізної КД можуть бути створені експериментальні макети виробу. ТП включає: складання ТЗ на розробку конструкції виробу; складання ТЗ на розробку технологічних процесів; виготовлення повного комплексу КД на найбільш складні і відповідальні, а також принципово позі складові частини, їх виготовлення; випробування на відповідність проектам технічних умов (ТУ) і остаточне

опрацювання; виготовлення, дослідження і випробування експериментальних макетів; уточнення розрахунків техніко-економічної ефективності.

У процесі досліджень повинні бути одержані відомості про працездатність виробу в граничних умовах, правильність вибраних режимів, виявлені місця з малою надійністю. Після виготовлення макета і відпрацювання документації технічного проекту проводять експертизу проекту на відповідність сучасному рівню стандартизації.

Метою розробки *робочої конструкторської документації* (КД) дослідного зразка є виготовлення і перевірка повного комплекту КД на виріб. Для цього розробляється документація і складається проект ТУ на дослідні зразки, які виготовляються, випробовуються, і коригується документація за результатами випробувань.

На цій стадії коригується принципова схема виробу за результатами технічного проекту; уточнюється завдання на розробку робочої документації дослідного зразка; розробляється проект ТУ на дослідні зразки; виготовляються взірці виробу, кількість яких встановлена ТЗ; відпрацьовуються, досліджуються дослідні взірці, проводяться лабораторні випробування, коригується технічна документація за результатами досліджень і випробувань; виготовляється монтажна схема; складається інструкція для експлуатації і технічного опису; проводяться попередні випробування; проводиться експертиза документації дослідного зразка на відповідність сучасному рівню стандартизації; проводяться державні випробування (за потребою); коригується технічна документація за результатами державних випробувань.

Дослідні зразки виробу виготовляються строго за конструкторською і технологічною документацією і випробовуються на відповідність проектам ТУ. За результатами всіх даних, нагромаджених при виготовленні, прийманні та випробуваннях дослідних зразків, остаточно коригуються креслення, схеми і текстова документація.

Випробування виробу, який розробляється, під впливом кліматичних і механічних факторів, типових для зовнішніх умов, при яких його повинні експлуатувати, стало важливим засобом оцінки характеристик виробу, складових частин (функціональних пристроїв), матеріалів. Кліматичні та механічні випробування виробу на відповідність технічним вимогам державних (ДЕСТ) і галузевих (ГСТ) стандартів проводять у спеціальних лабораторіях. Випробуванням підлягають окремі складові частини і вироби в цілому. Їх проводять на етапах ЕП і ТП, розробки робочої документації і виготовлення дослідної партії.

На етапі ЕП випробування здійснюються згідно з ескізною документацією. Випробуванням підлягають нові розроблені функціональні пристрої, а також складові частини, які серійно випускаються заводом-виготовлювачем, але які не відповідають окремим вимогам ТЗ на нові вироби. Мета цих випробувань — підтвердження правильності вибору матеріалів, технологічних процесів, конструктивних рішень, перевірка відповідності нових функціональних пристроїв, вимогам ТЗ, а також відповідності ТУ на функціональні пристрої, які серійно випускаються, вимо-



гам, що ставляться до виробів, які розробляються. При неможливості використати стандартну вимірювальну апаратуру, необхідну для перевірки специфічних параметрів, розробляють нестандартне устаткування.

На етапі ТП і розробки робочої документації конструктор складає перелік функціональних пристроїв, які підлягають всебічним випробуванням. Мета проведення випробувань — перевірка відповідності пристроїв вимогам проектів ТУ.

Незважаючи на те що існує ряд методів розрахункової оцінки робочих характеристик і надійності елементів виробів, на практиці, звичайно, тільки за допомогою широких випробувань в умовах, які імітують зовнішні впливи, можна з достатньою достовірністю підтвердити потрібну надійність функціональних пристроїв схеми і в зв'язку з цим необхідність внесення змін у конструкцію. Для проведення попередніх випробувань створюється комісія за участю представників підрозділу надійності, метрологічної лабораторії, тематичного, конструкторського і технологічного відділів організації, де збираються впроваджувати виріб у серійне виробництво.

На попередні випробування подаються ті зразки виробів, які будуть підлягати державним випробуванням. Перед початком випробувань тематичний відділ показує комісії виріб, який підлягає випробуванню, і таку документацію: ТЗ на розробку; затверджений ТП; акт комісії щодо розгляду ТП; програму попередніх випробувань; комплект КД на дослідні зразки; таблиці і карти режимів роботи елементів виробів; перелік функціональних пристроїв, які підлягають випробуванням, і протоколи цих випробувань.

На випробування додатково подають протоколи попередніх випробувань, акт усунення зауважень комісії за результатами попередніх випробувань і програму випробувань.

## **7.2. Функції підрозділів при виконанні дослідно-конструкторських робіт**

Перелічені етапи і підетапи роботи послідовно або паралельно виконують різні підрозділи організації та різні виконання всередині підрозділів.

*Технічне завдання* на проектування складають та узгоджують з зацікавленими організаціями співробітники провідного тематичного відділу (сектора), залучаючи співробітників спеціалізованих відділів, конструкторського відділу (КВ), спеціалістів відділу (сектора) надійності, лабораторії техніко-економічних досліджень (визначення техніко-економічної доцільності здійснення розробки), планово-виробничого відділу (складання плану-графіка і кошторисної калькуляції ДКР), відділу стандартизації та ін.

На етапі *ЕП* провідний тематичний відділ (сектор) складає і розраховує принципову схему, видає технічні завдання іншим підрозділам на розробку окремих функціональних пристроїв, конструювання і технічне забезпечення; разом з відділом надійності випробовує складові частини макета в заданих кліматичних умовах, доопрацьовує принципову схему за результатами випробувань, складає пояснювальну записку ЕП, подає матеріали ЕП на НТР і при необхідності зацікавленим організаціям.

Залежно від структури організації інші підрозділи (відділи, сектори) розробляють принципові схеми складових частин виробу, які відповідають їх спеціалізації (наприклад, для приладів блоки живлення, генератори, приймачі, передавачі, антени, нестандартне устаткування тощо), складають технічні завдання КВ на їх конструювання.

*Конструкторський відділ (КВ)* на цій стадії розробляє ескізну КД загальних видів виробу та окремих принципово нових функціональних пристроїв, які вимагають ескізної проробки, бере участь у складанні текстової документації виробу, який розробляється, разом з провідним підрозділом доопрацьовує за результатами випробувань і готує матеріали проекту для розгляду на науково-технічній раді (НТР).

*Відділ головного технолога (ВГТ)* вибирає і досліджує нові технологічні процеси. Деталі і функціональні пристрої виробу, який розробляється, здійснює експериментальне (дослідне) виробництво, а складання і монтаж складових частин і макета виконують макетні майстерні, які бажані в кожному тематичному відділі.

*Відділ (бюро) патентних досліджень* виконує роботи щодо забезпечення патентоспроможності та патентної чистоти розробки.

На стадії ТП *провідний тематичний підрозділ*: доопрацьовує схеми за результатами захисту ЕП; передає технічні завдання іншим підрозділам на доопрацювання функціональних пристроїв та їх конструювання; разом із КВ вибирає варіанти компоновок, розробляє програму випробувань і здійснює лабораторні і кліматичні випробування деталей, функціональних пристроїв і макетів, щоб дослідити і перевірити їх на відповідність тактично-технічним вимогам; готує матеріали ТП проекту для розгляду на НТР, доопрацьовує їх, враховуючи зауваження НТР, і подає на захист комісії за участю представників зацікавлених організацій.

*Інші тематичні підрозділи* доопрацьовують принципові схеми функціональних пристроїв за своєю спеціалізацією, видають конструкторському відділу ТЗ на їх конструювання, настроюють і випробовують функціональні пристрої.

КВ бере участь у складанні текстової документації, програм проведення дослідних випробувань, складає ТЗ відділу головного технолога на проектування оснащення і пристроїв, розробляє конструкторську документацію, бере участь у захисті ТП на НТР.

*Дослідне (експериментальне) виробництво* виготовляє деталі, функціональні пристрої і макети виробу, нестандартне устаткування, оснащення і пристрої.

*Відділ (сектор) надійності* здійснює граничні випробування, бере участь у випробуваннях деталей, складових частин і макетів у цілому, розраховує надійність проектного виробу.

*Лабораторія техніко-економічних досліджень* за уточненими даними розраховує техніко-економічну ефективність виконаної розробки.

*Відділ (бюро) патентних досліджень* здійснює патентний пошук з вузько спрямованої тематики, експертизу на патентну чистоту, виявляє і захищає часткові технічні рішення, оформляє матеріали винаходів.

*Відділ стандартизації* проводить експертизу на відповідність виробу та його складових частин сучасному рівню стандартизації.

На етапі розробки робочої документації *провідний тематичний підрозділ* розробляє технічні завдання іншим підрозділам на доопрацювання функціональних пристроїв виробу, складає текстову документацію, програму проведення випробувань, здійснює дослідні випробування функціональних пристроїв і зразків у цілому, складає звіт про роботу, готує матеріали для НТР, захищає і доопрацьовує їх, подає матеріали на випробування.

*Технічна документація для серійного виробництва* поділяється за етапами конструювання на: креслення дослідного виробництва, робочі креслення деталей, вузлів, підгруп, які призначені для виготовлення дослідного зразка або дослідної серії, відкориговані в процесі дослідного виробництва; креслення установлювальної серії (відпрацьовані з урахуванням проекту технології серійного або масового виробництва і перевірені виготовленням установлювальної серії); робочі креслення серійного або масового виробництва (остаточно відпрацьовані та перевірені у виробництві за зафіксованим та повністю оснащеним технологічним процесом); креслення індивідуального виробництва (для індивідуального або дрібносерійного виготовлення деталей, вузлів, підгруп, груп виробів).

КД вважається якісною, якщо вона розроблена згідно з технічним завданням на рівні сучасних досягнень науки і техніки; виконана відповідно до ДЕСТів, керівних матеріалів галузі, вимог підприємства-виготовлювача; забезпечує технологічність конструкції; підкріплена експериментами, перевіркою, макетуванням; не має помилок.

Конструкторська підготовка виробництва повинна бути проведена в стислі строки при високій якості конструкторських рішень. Це прискорює освоєння та виробництво нових виробів, відвертає їх моральне старіння в процесі технічної підготовки. Шляхи розв'язання цього завдання різноманітні. Це широке використання при конструюванні принципів приймання та уніфікації, сучасний техніко-економічний аналіз і регулювання процесу КПВ на його основі, чітка організація стендового господарства і дослідного виробництва, застосування засобів механізації та автоматизації ДКР, паралельно-послідовні методи проведення конструкторських робіт, застосування методів сіткового планування та управління (СПУ) тощо. Треба так спланувати та організувати роботу з КПВ, щоб сумарні затрати на неї були мінімальні при заданому кінцевому результаті, тобто при досягненні обумовлених у ТЗ технічних характеристик.

### 7.3. Стандартизація та уніфікація в проектно-конструкторських роботах

За визначенням прийнятим Міжнародною організацією із стандартизації (ІСО), *стандартизація* – це встановлення і застосування правил з метою впорядкування діяльності у певній галузі на користь та за участю всіх зацікавлених сторін для досягнення загальної оптимальної економії при дотриманні умови експлуатації і вимог безпеки.

Стандартизація спрямована на підвищення технічного рівня, якості та економічності продукції, інтенсифікацію виробництва та підвищення його ефективності, встановлення раціональної номенклатури продукції, ощадливе використання матеріальних і трудових ресурсів. В стандартизації широко розповсюджене використання стандартів.

*Стандарт* – це нормативно-технічний документ, що встановлює комплекс норм, правил, вимог до об'єкта стандартизації. Він може бути розроблений як на продукцію так і на норми, правила, вимоги до об'єктів організаційно-методичного загально-технічного характеру.

*Уніфікація виробів* – це приведення їх до одноманітності на основі встановлення раціонального числа їх різновидів.

Всі результати впровадження стандартизації відображаються у спеціальній нормативно-технічній документації:

- міжнародних стандартах, розроблених Міжнародною організацією стандартизації (ІСО) – стандартах ІСО серії 9000 – їх використовують для оцінки якості продукції, призначеної, в першу чергу, для експорту. Стандарти ІСО в Україні отримали статус загальнонаціональних;

- державних стандартах, які розроблені на технічні вироби загального застосування; на продукцію міжгалузевого призначення; на товари для населення; на організаційно-методичні об'єкти (науково-технічна термінологія, технічна документація і т.д.); елементи народногосподарських об'єктів державного значення (транспорт, зв'язок, банківсько-фінансова система та ін.); методи випробувань;

- галузевих стандартах, які розробляються у випадку, коли бракує державних стандартів або коли їх потрібно доповнити;

- технічних умовах, що регулюють відносини між замовником і виробником; встановлюють вимоги до якості у разі розробки нових виробів на період їх освоєння і т.д.;

- стандартах підприємств, які розробляються для внутрішньозаводського застосування з ініціативи самих підприємств.

*Стандарти і ТУ* – динамічні документи, які постійно переглядаються і уточнюються з урахуванням інноваційних процесів та вимог споживачів.

*Вид стандарту* визначається залежно від об'єкта стандартизації. Загально технічний стандарт містить вимоги щодо забезпеченій технічної єдності та технічних взаємозв'язків у процесах розробки, виробництва і споживання продукції. Так, загальнотехнічні стандарти встановлюють правила формування науково-технічних термінів, умовних позначень; правила формування номенклатури показників якості продукції; правила побудови

стандартів і ТУ; правила оформлення технічної документації і т.д. Комплекс організаційно-технічних стандартів об'єднується спільною цільовою спрямованістю на управління певними виробничими процесами (наприклад, «Державна система стандартизації»).

Відповідно до ГОСТ 1.0-85 існують такі види стандартів:

- стандарти технічних умов, по встановлюють технічні вимоги до конкретної продукції при її виготовленні та експлуатації, у тому числі експлуатаційні характеристики, методи контролю якості, вимоги до маркірування, пакування, транспортування та зберігання;
- стандарти технічних вимог, що регламентують вимоги до якості продукції та забезпечують її високу якість при проектуванні та виготовленні;
- стандарти параметрів і (або) такі, по встановлюють параметричні чи розмірні ряди продукції;
- стандарти конструкції і розмірів, які розвивають стандарти параметрів та встановлюють основні розміри для певної групи виробів з метою забезпечення взаємозамінності;
- стандарти марок, що визначають номенклатуру марок та хімічний склад матеріалу;
- стандарти сортаменту, що встановлюють геометричні форми і розміри продукції, наприклад, прокату, різних профілів та ін.;
- стандарти приймання, які вводять єдині вимоги до приймання певної продукції;
- стандарти методів контролю (випробувань, аналізу, вимірів), які регламентують порядок відбору зразків для випробувань, методи контролю;
- стандарти правил маркірування, пакування, транспортування та зберігання, що визначають вимоги до цих процесів;
- стандарти правил експлуатації і ремонту, які встановлюють загальні правила по забезпеченню працездатності виробу;
- стандарти типових технологічних процесів, що визначають способи виконання та контролю технологічних операцій для забезпечення високої якості продукції.

Перелічена різноманітність видів стандартів встановлює прогресивні вимоги до сировини, матеріалів, деталей, вузлів, збиральних одиниць, інструменту, типових технологічних процесів, якість яких вирішальним чином впливає на техніко-економічні показники приладів та засобів автоматизації.

*Випереджаюча стандартизація* встановлює еталони перспективних вимог до основних показників технічного рівня та якості груп однорідної продукції.

Проміжок часу між датою впровадження стандарту у дію та датою завершення його дії встановлюється при затвердженні стандарту і називається строком його дії. Організаційно-методичні та загально технічні стандарти, як правило, затверджують без обмеження строків дії. Строк дії стандарту на продукцію встановлюють відповідно до нормативів строків оновлення продукції.

Державні стандарти кодуються, тобто їм присвоюється цифровий десятковий код. Так, усі стандарти ЄСКД поділяються на десять груп:

Група    Зміст стандарту в групі

- 0    Загальні положення
- 1    Основні положення
- 2    Класифікація та позначення виробів в конструкторських документах
- 3    Загальні правила виконання креслень
- 4    Правила виготовлення креслень у машинобудуванні та приладобудуванні
- 5    Правила обігу конструкторських документів
- 6    Правила виконання експлуатаційної та ремонтної документації
- 7    Правила складання схем
- 8    Правила виконання документів будівельних організацій
- 9    Інші стандарти

Номер стандарту складається з коду, присвоєного системі, однознакового коду класифікаційної групи, двознакового порядкового номера документа у даному угрупованні та року затвердження стандарту. Наприклад, ГОСТ 2.102-68 ЄСКД «Види і комплектність конструкторських документів" має таку структуру:

- ГОСТ - категорія - державний стандарт;
- 2 - клас (стандарти ЄСКД);
- 1 - Класифікаційна група стандартів;
- 02 - Порядковий номер стандарту в групі;
- 68 - Рік затвердження і реєстрації стандарту.

#### **7.4. Технологічність конструкції виробу**

*У процесі КПВ відпрацьовуються конструкції виробу на технологічність і здійснюється метрологічна експертиза КД.*

*Відпрацювання конструкції виробів на технологічність спрямоване на підвищення продуктивності праці, зниження витрат і скорочення часу на проектування, ТПВ, виготовлення технологічного устаткування і ремонт виробів при забезпеченні необхідної якості.*

Відповідно до ДЕСТ 18891-73 *під технологічністю конструкції розуміють сукупність властивостей конструкції виробу, які виявляються у можливості оптимальних затрат праці, матеріалів і часу при ТПВ, виготовленні, експлуатації порівняно з відповідними показниками однотипних конструкцій виробів того ж призначення у випадку забезпечення встановлених значень показників якості, прийнятих умов виготовлення, експлуатації і ремонту.* Технологічність – це властивість конкретної продукції, яка характеризує її пристосованість до виготовлення, транспортування, зберігання і експлуатації з мінімальними витратами трудових і матеріальних ресурсів. На практиці технологічність виражається в нормах витрат праці, матеріалів, палива, енергії

та фондів на одиницю виготовлюваної продукції; тобто вона характеризується через рівень економічності продукції.

*Основний зміст відпрацювання конструкції виробу на технологічність на кожному етапі розробки КД викладений у таблиці 7.2.*

Таблиця 7.2 - Основний зміст відпрацювання на технологічність згідно з етапами розробки конструкторської документації

Технічне завдання	Формування вимог до виробу, який розробляється, за показниками технологічності на основі аналізу даних про технологічність подібних конструкцій і результатів науково-дослідних робіт
Технічна пропозиція	Аналіз варіантів можливих конструктивних рішень виробу. Вибір оптимального (з погляду технологічності) варіанта. Аналіз принципової схеми та компоновання виробу, номенклатури оригінальних складових частин, які потребуються при виготовленні, застосування нових технологічних процесів і спеціальних засобів технологічного оснащення
Ескізний проект	Технологічний контроль конструкторської документації (КД). Аналіз принципів конструкторських рішень з врахуванням номенклатури використаних матеріалів, габаритних розмірів та конструкції складових частин, загального уявлення про технологічність роз'єднання конструкції, складання і технічного обслуговування виробу
Технічний проект	Технологічний контроль КД. Прийняття остаточних рішень про технологічність конструкції і точність виготовлення виробу та його складових частин на основі остаточних конструктивних рішень і повного уявлення про будову виробу відповідно до основних завдань, які розв'язуються при відпрацюванні конструкції на технологічність
Розробка робочої документації:	Технологічний контроль КД. Забезпечення технологічності конструкції і точності виготовлення виробу та його складових частин
а) дослідного зразка	Завершення загалом відпрацювання конструкції на технологічність. Конкретизація умов забезпечення основних вимог технологічності, зокрема використання типових технологічних процесів, переналагоджуваного оснащення і технологічного устаткування відповідно до умов серійного (масового) виробництва й визначеного масштабу випуску виробу
б) дослідної серії	Доведення конструкції виробу до вимог серійного (масового) виробництва з врахуванням застосування найпродуктивніших технологічних процесів і засобів технологічного оснащення при виготовленні основних складових частин
в) серійного або масового виробництва	Остаточне відпрацювання виробу та технологічного процесу в період виготовлення і випробування головної (контрольної) серії

Щоб проаналізувати технологічність конструкції, доцільно розбити виріб на групи за конструктивно скомпонованими ознаками. Показники технологічності конструкції виробів поділяються на основні та додаткові.

Під *технологічністю конструкції* розуміють сукупність властивостей конструкції виробу (можливість оптимальних затрат праці, матеріалів і часу при технологічній підготовці виробництва, виготовленні, експлуатації) порівняно з відповідними показниками однотипних конструкцій виробів такого самого призначення у разі забезпечення встановлених показників якості, прийнятих умов виготовлення, експлуатації та ремонту.

За значимістю показники технологічності поділяються на основні і додаткові. До основних показників належать трудомісткість виробу ( $T_B$ ) та технологічна собівартість ( $C_T$ ), а також рівень технологічності за трудомісткістю ( $K_{P.T}$ ) та рівень технологічності за технологічною собівартістю ( $K_{P.C}$ ). Перші два показники абсолютні, всі інші відносні:

$$T_B = \sum t_i; \quad C_T = B_M + B_3 + B_{Ц};$$

$$K_{P.T} = T_B / T_{B.B}; \quad K_{P.C} = C_T / C_{T.B}, \quad (7.1)$$

де  $t_i$  – трудомісткість операцій щодо виготовлення виробу, (нормо-годин);  
 $B_M$  – матеріальні витрати, грн.;

$B_3$  – витрати заробітної плати на виріб, включаючи і нарахування на заробітну плату, грн.;

$B_{Ц}$  – цехові витрати (визначаються як процент від основної зарплати), грн.;

$T_B, T_{B.B}$  – відповідно трудомісткість оцінюваного (проектного), та базового варіантів (нормо-годин);

$C_T, C_{T.B}$  – відповідно технологічна собівартість оцінюваного і базового варіантів, грн.

До *нетехнологічних* слід відносити конструкції, виготовлення яких відомими в даний момент засобами або неможливе, або викликає суттєві не виправдані ускладнення технологічних операцій та збільшення їх трудоемкості, а також збільшення матеріалоємності виробу.

Для розрахунку додаткових показників технологічності потрібно знати кількісний склад виробу.

ГОСТ 15895-77 дає наступні визначення складових частин виробу:

- *виріб* – одиниця промислової продукції, кількість якої може обчислюватися в штуках чи примірниках;

- *деталь* – виріб, виготовлений з матеріалу однієї марки без застосування складальних операцій (позначається буквою Ш);

- *складальна одиниця* – виріб, складові частини якого підлягають з'єднанню між собою на підприємстві-виготовлювачі складальними операціями (О);

- *комплект* – кілька виробів спільного функціонального призначення, як



правило допоміжного характеру, не з'єднаних на підприємстві-виготовлювачі складальними операціями;

- *стандартний виріб* – застосовується за державним, галузевим стандартом, який повністю і однозначно визначає його конструкцію, показники якості, методи контролю, правила приймання та постачання ( $\text{Ш}_{\text{ст}}, \text{O}_{\text{ст}}$ );

- *уніфікований виріб* – застосовується у конструкторській документації кількох виробів ( $\text{Ш}_y, \text{O}_y$ );

- *запозичений виріб* – раніше спроектований виріб, застосований у двох чи більше конструкціях, на які збереглася конструкторська та технологічна документація ( $\text{O}_z, \text{Ш}_z$ );

- *оригінальний виріб* – це виріб, який проектується вперше ( $\text{O}_{\text{ор}}, \text{Ш}_{\text{ор}}$ ).

Склад виробу визначається по формулі:

$$Z = \text{Ш} + \text{O} = \text{Ш}_y + \text{Ш}_{\text{ор}} + \text{O}_y + \text{O}_{\text{ор}} = \text{Ш}_{\text{ст}} + \text{Ш}_z + \text{Ш}_y + \text{Ш}_{\text{ор}} + \text{O}_{\text{ст}} + \text{O}_z + \text{O}_y + \text{O}_{\text{ор}}, \quad (7.2)$$

де  $\text{Ш}_п, \text{O}_п$  – покупні деталі та складальні одиниці.

*Існують такі види уніфікації: міжгалузева, галузева, заводська.*

*Конструкторська уніфікація* – це усунення необґрунтованих різновидностей, типів і конструкцій виробів, форм та розмірів деталей і заготовок, профілів і матеріалів.

*Рівень уніфікації продукції* – це ступінь насиченості її уніфікованими вузлами і складальними одиницями. Додаткові коефіцієнти технологічності, що визначаються складом виробу, кількісно вимірюють цей рівень.

*Коефіцієнт уніфікації* визначає частину уніфікованих складових частин у їх загальній кількості:

$$k_y = (\text{O}_y + \text{Ш}_y) / (\text{O} + \text{Ш}). \quad (7.3)$$

*Коефіцієнт стандартизації* визначає частину стандартизації складових частин у їх загальній кількості:

$$k_{\text{ст}} = (\text{O}_{\text{ст}} + \text{Ш}_{\text{ст}}) / (\text{O} + \text{Ш}). \quad (7.4)$$

*Коефіцієнт збірності* – це частина складальних одиниць у загальній кількості складових частин:

$$k_{\text{зб}} = \text{O} / (\text{O} + \text{Ш}). \quad (7.5)$$

Чим вищі ці коефіцієнти, тим більш технологічна конструкція.

Крім вище наведених показників, до додаткових показників технологічності належать:

– питома трудомісткість виробу:

$$t_B = T_B / P, \quad (7.6)$$

де  $P$  – основний технічний параметр продукції (потужність, маса, точність, надійність);

– питома матеріаломісткість:

$$K_{п.м} = M_r / P, \quad (7.7)$$

де  $M_r$  – чиста маса виробу, кг;

– коефіцієнт використання матеріалів:

$$K_{в.м} = M_r / M, \quad (7.8)$$

де  $M$  – маса матеріалу, витрачена на виготовлення виробу, кг;

– коефіцієнт застосовуваності матеріалів:

$$K_{з.м} = M_i / M, \quad (7.9)$$

де  $M_i$  – маса витраченого матеріалу  $i$ -го виду, кг.

Цю групу показників застосовують для оцінки трудомістких та матеріаломістких виробів при виборі варіанту конструкції. Чим менші матеріаломісткість і питома трудомісткість, тим більш технологічна конструкція. Чим більше значення  $K_{в.м}$ , тим більша економія матеріальних ресурсів.

### 7.5. Функціонально-вартісний аналіз

Особливе місце в конструкторській підготовці виробів займає *функціонально-вартісний аналіз* (ФВА) конструкції - метод системного дослідження об'єкта (конструкції, виробу), спрямований на підвищення ефективності використання матеріальних і трудових ресурсів при створенні та експлуатації виробів. Інше визначення - *вартісний аналіз* – це пошук можливого скорочення витрат на виготовлення існуючого виробу, при яких не проходить зниження цінності продукту.

*Завдання ФВА* - пошук нових, найбільш економічних варіантів конструкції виробів для виконання заданих функцій. Це досягається за рахунок встановлення оптимального співвідношення між споживчою вартістю виробу і затратами на його створення.

*Мета ФВА* на стадії проектування - знаходження оптимального варіанта конструкції та організаційно-економічних рішень, які забезпечать виконання виробом функцій з мінімальними затратами; на стадії виробництва - підвищення споживчих властивостей виробів, знаходження більш економічних способів, здійснення необхідних функцій.

Зниження затрат на одиницю корисного ефекту (споживчої вартості) може бути забезпечене шляхом виміру співвідношення між затратами на створення виробу та їх корисністю. Тут необхідно виділити такі фактори: скорочення затрат при одночасному підвищенні споживчих властивостей;

підвищення рівня якості при збереженні розміру затрат; зменшення затрат при збереженні рівня якості; зменшення затрат при обґрунтованому зниженні технічних параметрів (споживчої вартості) до їх функціонально необхідного рівня; підвищення якості при економічно обґрунтованому збільшенні затрат.

Метод ФВА ґрунтується на тому, що затрати на виготовлення будь-якої промислової продукції, крім мінімальних затрат, абсолютно необхідних для виготовлення продукції, яка виконує задані для неї функції, містять у собі і «додаткові», або «зайві» затрати, які не мають прямого відношення до призначення продукції і пов'язані з недосконалістю конструкції і технології, неефективними методами її виготовлення, неправильним доббором матеріалів тощо. Метод ФВА може бути образно сформульований у вигляді запитань «Що це таке?», «Що воно робить?», «Скільки це коштує?», «Скільки повинно (або може) коштувати?».

Якщо функціонально-вартісний аналіз застосовується до стадії розробки нового виробу, то його часто називають *ціновим (вартісним) інжинірингом*.

Найважливіші принципи ФВА (для відповідей на ці запитання) такі: функціональний підхід, який передбачає розгляд функцій виробу та його елементів з метою якомога повнішого задоволення заданих вимог, забезпечення ефективних шляхів їх реалізації; народногосподарський підхід до оцінки споживчих властивостей і затрат на розробку, виробництво і використання виробу; системний підхід, при якому виріб розглядається як елемент системи більш високого порядку і як системи, що складається із взаємопов'язаних елементів; відповідність корисності функцій затратам на їх здійснення; колективна творчість при використанні методів пошуку і формування технічних рішень, а також якісної та кількісної оцінки варіантів рішень.

За допомогою ФВА можуть бути вирішені такі завдання: досягнення найкращого співвідношення між споживчою вартістю виробів («корисністю») і затратами на їх розробку, виготовлення, експлуатацію; відносне (а іноді абсолютне) зниження собівартості виробів при підвищенні їхньої якості; зниження транспортних (при реалізації) і експлуатаційних витрат; зниження ресурсомісткості (трудо-, матеріало-, фондо-, енергомісткості) виробів; скорочення або ліквідація браку; усунення «вузьких місць» і диспропорцій. Досвід засвідчує, що найхарактерніші причини зайвих витрат (наділення виробу непотрібними функціями) такі: необґрунтоване завищення технічних параметрів і характеристик (точності, чутливості, запасу міцності, технічного ресурсу, надійності тощо); надмірна поспішність при конструюванні і технічній підготовці, яка призводить до неповного аналізу всіх можливих варіантів та до низької якості проектування; відсутність або нестача інформації про затрати у виробництві та експлуатації, надійність, ремонтпридатність та інші характеристики, про якість конкуруючих виробів, нових матеріалів, технологічних процесів; недостатня кваліфікація і досвідченість розробників; неузгодженість у роботі окремих груп конструкторів, які спеціалізуються на складальних одиницях виробу, а також неузгодженість і відсутність взаєморозуміння між конструкторами, технологами та економістами; інерція мислення, непродумане повторення звичайних технічних рішень, нестача нових

ідей; прагнення до надмірної уніфікації виробів (без достатнього економічного обґрунтування); фіксація уваги на першому варіанті рішень та інше.

ФВА здійснюється у декілька послідовних етапів, загальна схема яких наведена в таблиці 7.3.

Таблиця 7.3 - Загальна схема етапів здійснення ФВА

Етап	Зміст роботи
Підготовчий	Вибір виробу для аналізу. Затвердження завдання на проведення ФВА та організаційна підготовка аналізу: створення робочої групи, складання плану
Інформаційний	Збір, систематизація, вивчення інформації про конструкцію, технологію, експлуатацію, економічні показники виробу - об'єкта аналізу. Збір і підготовка техніко-економічної інформації про аналогічні вироби
Аналітичний	Формування, аналіз і класифікація функцій. Встановлення їх взаємозв'язку і рангування. Визначення функціональних витрат і виявлення функціональних елементів з підвищеними економічними резервами. Визначення завдань для пошуку ідей та варіантів
Творчий	З'ясування завдань конструювання. Висунення, обговорення і відбір ідей для розв'язання завдань. Ескізне опрацювання ідей, підготовка варіантів конструкцій, їх обговорення і відбір. Розробка пропозицій стосовно відібраних варіантів, їх економічна оцінка
Дослідний	Органічне продовження творчого етапу, оцінка економічної ефективності і реальності здійснення запропонованих варіантів, вибір найкращого варіанта, який відповідає комплексові техніко-економічних вимог
Рекомендаційний	Оформлення рекомендацій для обговорення на раді ФВА. Прийняття рішення про впровадження рекомендацій. Зміна конструкторської і технологічної документації на виріб у зв'язку зі змінами конструкції за результатами ФВА
Впровадження	Розробка конструкторської і технологічної документації на необхідне оснащення, інструмент, їх виготовлення. Випробування дослідних зразків, здійснення відповідних організаційно-технічних заходів, погодження змін із замовниками і держателями оригіналів технічної документації. Контроль за реалізацією планів-графіків впровадження рекомендації ФВА

Схема виконання робіт з ФВА при вдосконаленні виробів зображена на рисунку 7.2.

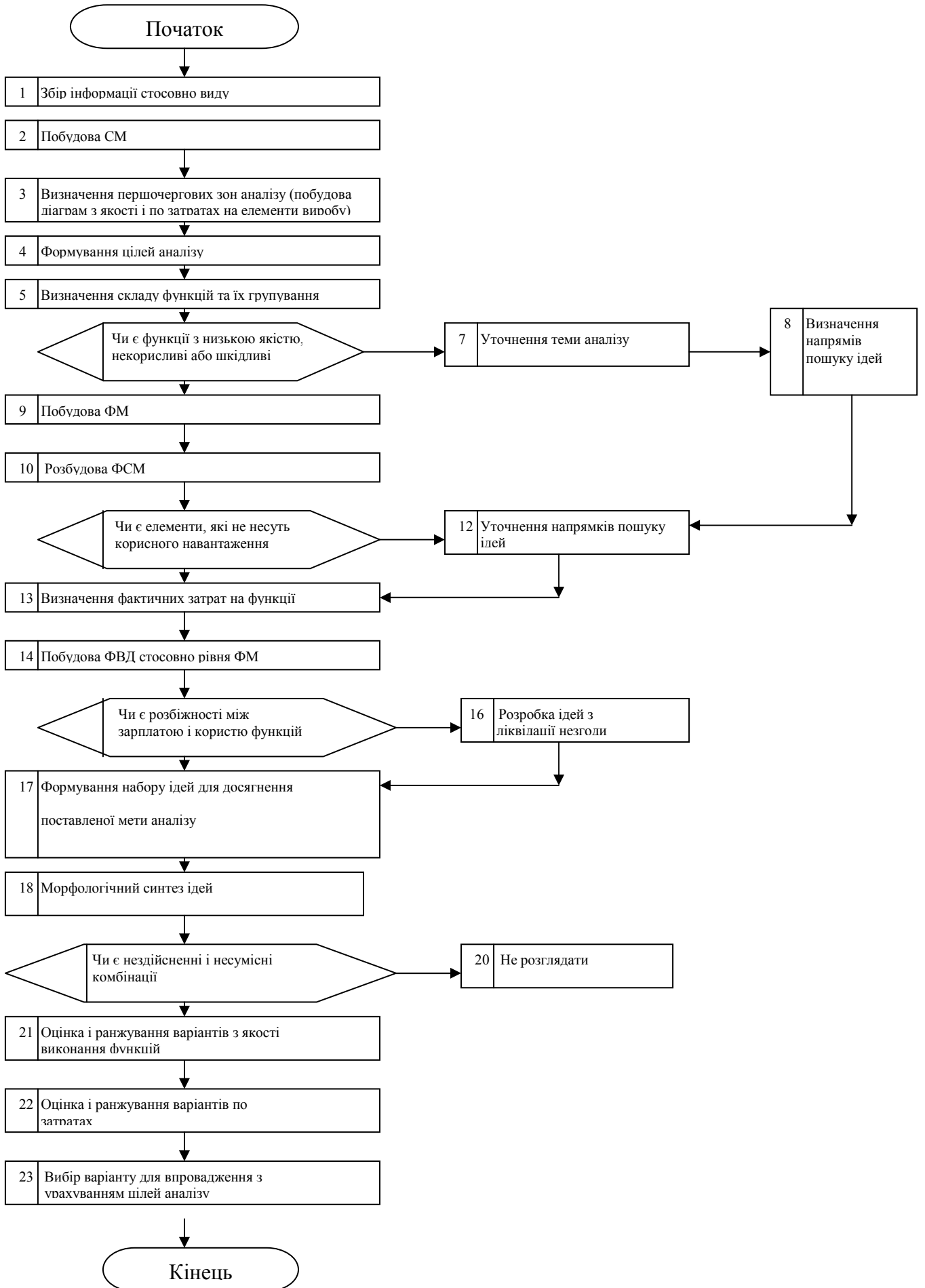


Рис. 7.2 - Схема виконання робіт з ФВА

## 7.6. Управління системами автоматизованого проектування *Системи автоматизованого проектування (САПР).*

Велику роль в проектуванні виробів відіграють технології комп'ютерного проектування. Такі системи, як САПР, САД, САМ дозволяють інженерам визначати різні типи інженерних даних, а також впевнитись, що частини підходять одна до одної і виріб буде нормально працювати після складання. Також ці системи використовуються для проектування технологічних процесів виготовлення окремих деталей виробів, використовуючи при цьому уніфіковані технологічні процеси: типізація технологічних процесів та групова обробка деталей.

Застосування математичних методів та ЕОМ при проектуванні сприяє підвищенню технічного рівня та якості об'єктів, що проектуються, скороченню строків розробки та освоєння їх у виробництві. Автоматизація проектування є особливо ефективною, коли від автоматизації виконання окремих інженерних розрахунків переходять до комплексної автоматизації, створюючи для цього системи автоматизованого проектування. При цьому автоматизація проектування природнім шляхом доповнює попередні автоматизацію виробничих процесів, автоматизацію управління та організації виробництва (АСУ) (рис. 7.3).

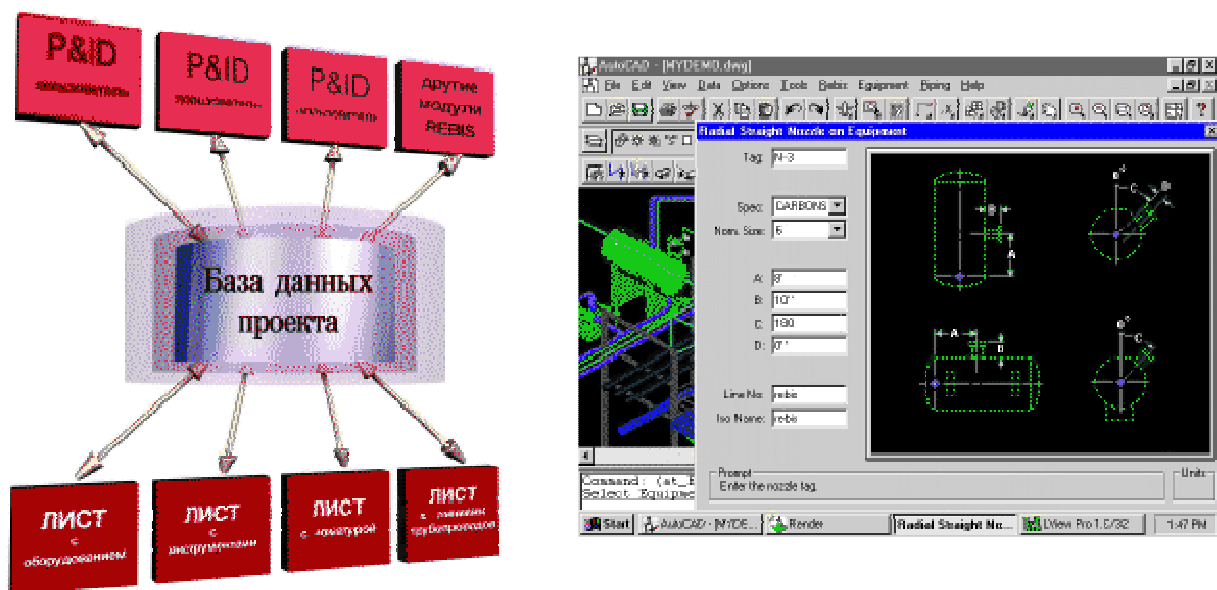


Рис. 7.3 - Застосування ЕОМ при проектуванні

### *Управління процесом автоматизованого проектування.*

Кожна організація, яка займається проектуванням великих об'єктів, має давно сформовану технологію проектування, вироблену виходячи з специфічних особливостей галузі, для якої вона працює. Тому САПР розробляються для того, щоб такі проектні організації та групи застосовували свої, вже сталі методи та технології виконання робіт проекту, при переході до автоматизованих методів проектування. Це дозволяє їм без зміни сформованої структури та без втрат часу на адаптацію ефективно засвоїти САПР. Це

досягається модульністю таких САПР та забезпечує максимальну гнучкість та ефективність виконання робіт, дозволяючи проектувальникам компоувати ці модулі за своїми вимогами. Наприклад, програма AutoPLANT97 використовує відкриті формати графічних файлів, які отримали широке розповсюдження. Однак, можлива робота і з форматами файлів інших САПР. Усі бази даних мають відкриту архітектуру і можуть бути модифіковані користувачем, а використання інтерфейсу ODBC робить систему незалежною від формату даних: Microsoft Access, dBase чи Oracle. Проектувальник, який працює на Rebis AutoPLANT, може працювати і автономно на локальному комп'ютері, і у групі розробників на мережевому робочому місці. Працюючи в мережі, можливості системи можна настроїти під будь-які вимоги групової роботи. Файли даних можуть легко передаватися по мережі та бути доступними будь-яким іншим проектантам, які мають відповідні інтерфейси та доступ та можливість працювати з файлами даного проекту.

#### *Проектування підприємств.*

Проектування промислових об'єктів суттєво відрізняється від будь-якого іншого виду проектування. Довгий час основні операції подібного проектування не підлягали автоматизації. Але і в цій області з'являються автоматизовані системи, які дозволяють максимально скоротити об'єм рутинної роботи, яку виконує проектувальник та залишити фахівцеві тільки процес аналізу та прийняття рішення відносно програмних варіантів, які пропонуються.

Як правило успішне завершення великих проектів залежить від здатності виконавця вирішувати великі задачі, які здаються складними з організаційної точки зору, (наприклад, проектування великих складних апаратів та установок) та розділяти їх на ряд окремих, організаційно менш складних задач. Є декілька факторів, які є загальними для задач подібного типу. Досвід показує, що найбільш важливими факторами є:

- управління процесом проектування;
- управління розподілом інформації між виконавцями робіт;
- управління конструкціями у просторі та контроль за їх взаєморозташуванням.

#### *Управління розподілом інформації між учасниками робіт.*

Для великих проектів необхідно, щоб проектна інформація була постійно синхронізована, відображала актуальні дані і була доступною для усіх членів проектної групи. В умовах одночасної роботи великої кількості проектувальників, система контролю дає користувачам можливість значно зменшити час перевірки інформації і цим значно скоротити час розробки свого проекту. За рахунок здібності масштабування цей модуль підходить для виконання великих, середніх та невеликих проектів. Оскільки система забезпечує розподіл та контроль даних, перестають бути проблемою об'єми креслярської документації та баз даних, які постійно змінюються. Завдяки такому підходу зменшується час розробки проекту за рахунок наявності динамічних ліній зв'язку між технологічним кресленням та базою даних проекту, що також дозволяє вносити оперативні зміни у процес

проектування. Крім того, користувачі, які зайняті розробкою певних креслень, можуть миттєво скористатися довідковими проектними даними, які знаходяться на інших кресленнях, тощо. Це значно скорочує час, який необхідний для перевірки та вибору креслень, та зводить до мінімуму помилки людей.

Такий модуль дозволяє зберегти точну базу даних. Він забезпечує унікальність номерів, характеристик та атрибутів усіх об'єктів, наприклад трубопроводів, приборів, насосів, ємностей, тощо, які є на усіх кресленнях проекту.

*Управління конструкціями у просторі та контроль за їх взаєморозташуванням.*

Фундаментальною вимогою при проектуванні тривимірних об'єктів, яке не може застосовуватися при двовимірному проектуванні САПР попереднього покоління, є необхідність управління просторовим розташування об'єктів. За допомогою САПР найбільш великі об'єкти можуть бути розділені на окремі ділянки, які розподіляються між декількома групами проектувальників, для кожного з яких встановлюється свій рівень відповідальності. Між учасниками встановлюються зв'язки, які реєструються у файлі посилань.

*Інженерний документообіг в автоматизованому проектуванні.*

На сьогодні на виробництвах накопичився величезний обсяг паперових технічних документів. Завдяки стрімкому розвитку апаратних засобів комп'ютерної обробки інформації та зниженню їх вартості створені усі передумови впровадження нових технологій роботи з технічними архівами. Поява широкоформатних сканерів та струменевих плотерів, збільшення потужності комп'ютерів, зниження вартості збереження інформації на жорстких, лазерних та оптичних дисках дають можливість легко отримувати, зберігати та тиражувати растрові копії креслень, схем, планів та карт. Впровадження гібридної технології редагування дозволяє використовувати скановані зображення у САПР і системах інженерного документообігу.

Специфічним для систем, які забезпечують документообіг у проектних та конструкторських бюро та технічних відділах, що відрізняє їх від офісних систем документообігу, є значно більше розмаїття форматів документів, значку кількість яких складають графічні документи - креслення, схеми, плати, тощо.

Електронний архів має забезпечувати:

- переведення у електронний вигляд (сканування) вже наявних паперових документів;
- запис у електронний архів «електронних копій» паперових документів, або «електронних документів», які розроблюються з використанням САПР;
- зберігання електронного архіву на оперативних (HDD, RAID) та довгострокових накопичувачах (CD, DVD, тощо), оперативний доступ до архівних даних (пошук, перегляд, розмноження, вкопіювання);
- вивід та тиражування інженерної документації з електронного архіву по заявкам.

Структурна схема організації електронного архіву інженерної документації представлена на рисунку 7.4.



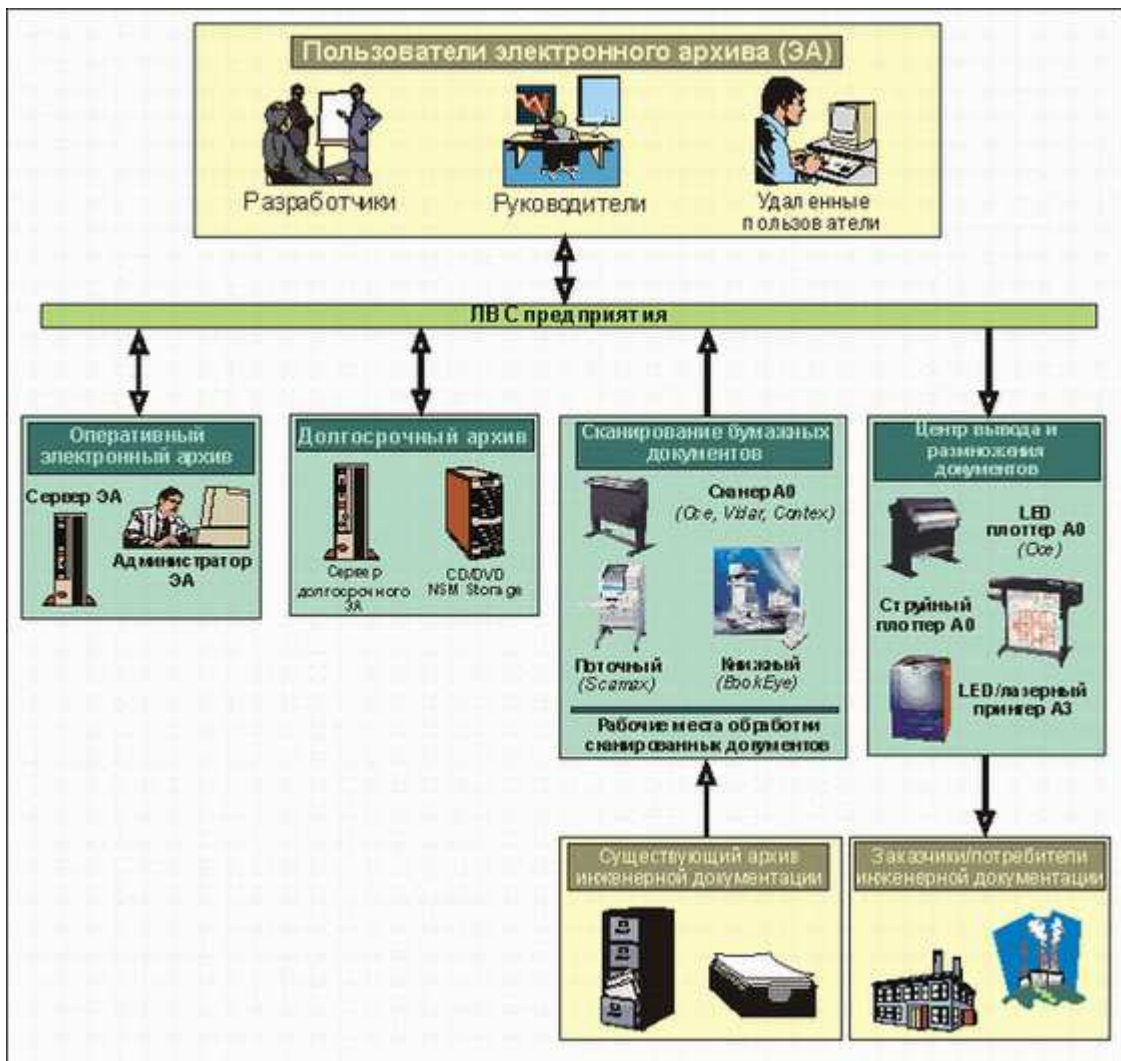


Рис. 7.4 - Структурна схема організації електронного архіву інженерної документації

Усі інженерні документи умовно можна розбити на:

- графічні (креслення, схеми);
- текстові (пояснювальні записки, технічні вимоги);
- табличні (специфікації, відомості).

*Автоматизоване проектування в електроніці.*

В електроніці САПР використовуються для моделювання, аналізу і проектування інтегральних схем. Такі системи включають потужні інструментальні засоби, які дозволяють описувати електронну схему, розраховувати її параметри та отримувати перехідні і вихідні характеристики для різних режимів роботи схеми. Серед САПР для електроніки можна виділити наступні системи:

- PSPICE;
- ALLTED;
- OTTO.


*PSPICE* - пакет схемотехнічного моделювання, дозволяє моделювати і перевіряти схемотехнічні розробки, які містять як аналогові, так і цифрові

компоненти без виготовлення реальних схем. Реакція схеми на вхідні дії, поведінка схеми на різних частотах, шумові та інші характеристики схеми можуть бути розраховані користувачем. PSPICE дозволяє користувачу створити «комп'ютерну макетну плату» для тестування і налагодження розробленої схеми перед тим, як почати її виготовлення.

Пакет PSPICE входить в сімейство SPICE програм схмотехнічного моделювання. Програми цього сімейства беруть свій початок від програми схмотехнічного моделювання SPICE2, розробленої в університеті міста Беркли (Каліфорнія) на початку 70-х років. Алгоритми програми SPICE2 були значно потужнішими і швидкісними, чим у програм попередників. Універсальність і швидкість програми SPICE2 зробили її фактичним стандартом для моделювання аналогових схем.

Програма PSPICE використовує ті ж самі цифрові алгоритми, що і SPICE2 і відповідає формату SPICE2 для вхідних і вихідних файлів. PSPICE є першою програмою для схмотехнічного аналізу SPICE-сімейства, що придатна для використання на IBM-PC. Її постачання почались у січні 1984 року.

Використовуючи еталонні схеми, можна переконатися, що у всіх випадках PSPICE працює в 1.3-30 разів швидше, чим інші аналогічні програми. Що стосується збіжності, програма PSPICE випереджає конкурентів на два роки. Вона має кращу збіжність, чим всі інші SPICE версії (включаючи версії для робочих станцій і великих ЕОМ) (рис. 7.5).



```
PS.EXE - Far
Aero
Pspice Control Shell - ver 5.2
Circuit Editor line: 3 col: 1 [Insert]
Circuit : LAB_N
*
*.probe
*.TEMP 27
*.DC LIN Vd 0 5 0.1 VG list 3 5
*.OPTIONS ACCT EXPAND LIBRARY LIST NODE OPTS
*****
.MODEL N NMOS( VTO=0.9 LEVEL=2 NSUB=1.5E15 TPG=-1 TOX=155E-9 UO=800
+ NSS=1.9E12 UCRIT=2E3 UEXP=0.313 LAMBDA=0.01 CGDO=2.88E-10
+ CGSO=2.88E-10)
*****
* ELEMENTS
VG G 0 5V
R1 OUT 0 10
M1 D G OUT POD N L=1UM W=76.08UM
Current File: lab_n.cir Loaded
F1=Help F2=Move F3=Manual F4=Choices F5=Calc F6=Errors ESC=Cancel
```

Рис. 7.5 – Приклад використання пакету схмотехнічного моделювання PSPICE

*ALLTED* - пакет прикладних програм схмотехнічного моделювання. ALLTED - це англійська аббревіатура від повної назви «All Technologies Designer». Пакет ALLTED був розроблений на кафедрі САІР факультету електроніки Київського Політехнічного Інституту протягом кількох років. Зазначений пакет дозволяю моделювати об'єкти різноманітної фізичної природи та на різних рівнях представляти властивості цих об'єктів: електричному, структурному (системотехнічному) та логічному (рис. 7.6).

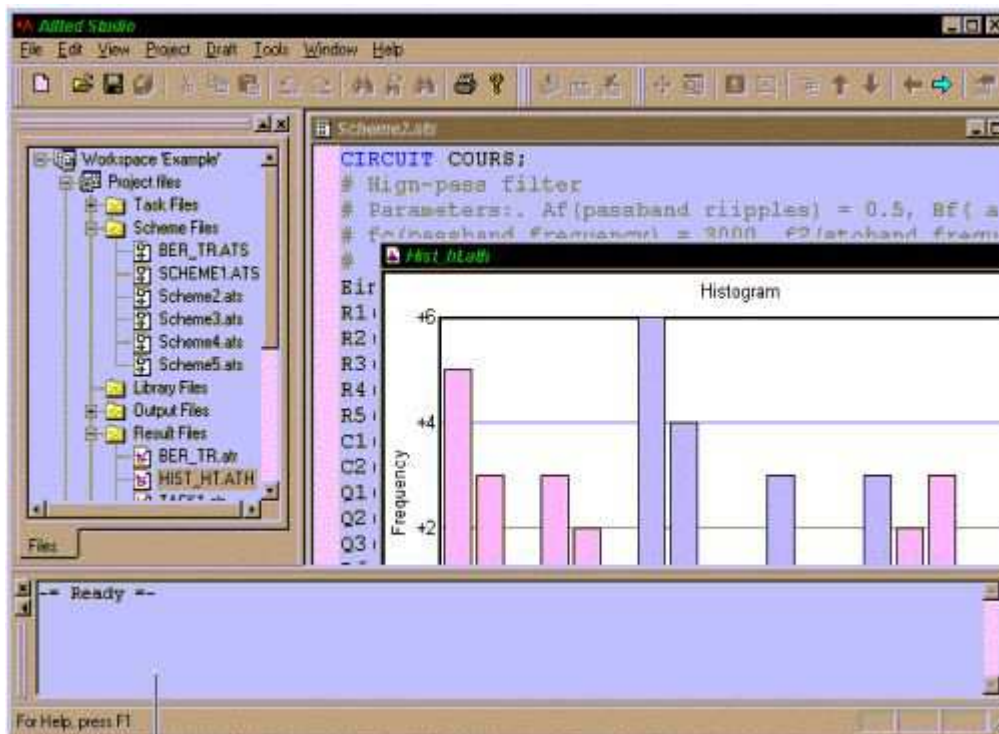


Рис. 7.6 – Приклад використання пакету прикладних програм схмотехнічного моделювання ALLTED

*OTTO* - використовується для контролю норм проектування і верифікації топології електронної схеми відповідно до схеми електронної принципової. Зазначений пакет проводить трансляції по топології і по електронній схемі та порівнює отримані результати.

## ТЕМА 8. ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА

### 8.1. Суть технологічної підготовки виробництва

*Технологічною підготовкою виробництва* (ТПВ) нових виробів (технологій тощо) називають комплекс заходів, спрямованих на впровадження нових і вдосконалення діючих процесів при освоєнні нових виробів, подальшу механізацію та автоматизацію виробництва, поліпшення показників виробничо-господарської діяльності підприємства.

Основні завдання ТПВ:

- а) забезпечення високої якості виготовлення деталей, складання окремих вузлів (частин) та виробу в цілому;
- б) найефективніше використання устаткування, виробничих площ (об'ємів) і технологічного оснащення;
- в) підвищення продуктивності праці, зниження витрат матеріалів, технологічного палива й енергії.

До складу ТПВ включаються наступні роботи:

- технологічний контроль конструкторської документації;
- коригування отриманої від організації-розробника технологічної документації стосовно конкретних умов підприємства, де виготовлятиметься продукція;
- розробка прогресивних технологічних процесів виготовлення деталей, вузлів і виробу в цілому з врахуванням операцій контролю, регулювання та випробування;
- проектування й випробування технологій і виготовлення технологічного оснащення, нестандартного устаткування;
- складання норм витрат матеріалів, ресурсів, інструменту тощо;
- складання специфікацій на придбання необхідних матеріалів і комплектуючих виробів;
- складання відомостей технологічних маршрутів, поопераційних технологічних карт, планування розміщення устаткування, робочих місць, потокових ліній;
- визначення потреби і складання замовних специфікацій на придбання стандартного обладнання та нормалізованого оснащення;
- організація навчання персоналу і виконання будівельно-монтажних робіт, що зумовлені необхідністю технічного переозброєння та реконструкції виробництва;
- випуск дослідних зразків і партій виробів;
- впровадження (налагодження) технологічних процесів, обладнання й оснащення у виробничих підрозділах і на робочих місцях.

На підприємствах завдання ТПВ виконують відділ головного технолога, інструментальний відділ та інструментальний цех, відділ механізації та автоматизації, а також технологічні бюро окремих виробничих цехів.

Управління технологічною підготовкою виробництва може бути:

- *централізованим*, що передбачає створення єдиної для підприємства технологічної служби - відділу головного технолога (ВГТ), який здійснює управління й організацію всього комплексу робіт із ТПВ. Ця система застосовується на заводах із серійним, масовим виробництвом;

- *децентралізованим*, характерним для одиничного та дрібносерійного виробництв. У цьому випадку роботи із ТПВ виконуються, в основному, силами інженерно-технічних працівників і робітників цеху;

- *змішаним*, яке передбачає, що нові технологічні процеси розробляє та відповідає за їх створення відділ головного технолога, а окремі роботи по ТПВ виконуються в цехах силами цього підрозділу.

*До складу робіт з технологічної підготовки виробництва входять:* аналіз технологічності конструкції, проектування технологічних процесів механічної обробки і складання, вибір заготовок і розрахунок припусків на обробку, вибір, а в разі необхідності і проектування обладнання, оснащення режимів обробки, норм часу і норм витрат матеріалів, а також багато інших організаційних заходів (наприклад): вибір організаційної форми виробництва, планування інструментального і складського господарства, проектування міжопераційного і внутрішньоцехового транспорту, тощо).

Виконання цих робіт, що в більшості випадків дуже трудомісткі, вимагає багато часу, часто, в залежності від складності конструкції виробу, кільканадцять місяців, а то і 2 - 3 роки.

Тому інженери-економісти і вчені шукають шляхів скорочення часу підготовки виробництва та поліпшення її якості. Найважливішим кроком в цьому напрямку була спроба нормалізувати і стандартизувати технологічні процеси (типізація технологічних процесів), а вслід за цим нормалізувати і стандартизувати весь комплекс робіт, що входять до складу технологічної підготовки виробництва, тобто створити єдину систему технологічної підготовки виробництва – ЄСТПВ.

*Перед ЄСТПВ стоять такі основні завдання:* освоєння виробництва та випуск виробів високої якості при мінімальних термінах, трудових і матеріальних затратах на підготовку виробництва; запровадження для всіх підприємств і організацій системного підходу у виборі методів і засобів технологічної підготовки, які відповідають останнім досягненням науки, техніки та виробництва; досягнення високої гнучкості виробництва, яка дала б змогу безперервно вдосконалювати виробництво та швидко переналагоджувати його на випуск нових виробів; здійснення раціональної організації механізованого і автоматизованого виконання робіт.

*Інформаційною основою ЄСТПВ є:*

1. Єдина система конструкторської документації (ЄСКД).
2. Єдина система технологічної документації (ЄСТД).
3. Системи стандартних засобів технологічного оснащення, тобто пристроїв, інструментів, агрегатного технологічного обладнання, а також засобів механізації та автоматизації.

Стандарти ЄСТПВ поділяються на п'ять груп:

0 - загальні положення;

1 - правила організації і управління процесом технологічної підготовки виробництва;

2 - правила забезпечення технологічності конструкції виробів;

3 - правила розробки і застосування технологічних процесів і засобів технологічного оснащення;

4 - правила застосування технічних засобів механізації і автоматизації інженерно-технічних робіт. Наприклад, ГОСТ 14.201-83 “Загальні правила забезпечення технологічності конструкції виробів”.

Згідно з розрахунками *впровадження ЄСТПВ у виробництво* дасть змогу: скоротити терміни і знизити затрати на технологічну підготовку виробництва в 1,5...2 рази при одночасному підвищенні якості виробів; впровадити автоматизовані системи проектування технологічних процесів і оснащення, а також планування і управління виробництвом на основі комп'ютерної техніки.

Основні поняття і визначення в системі ТПВ регламентується стандартами що викладено в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 – Основні поняття і визначення в системі ТПВ

Поняття	Визначення
1	2
Загальні поняття	
1. Технологічна підготовка виробництва.	Сукупність заходів, які забезпечують технологічну готовність виробництва.
2. Технологічна готовність виробництва.	Наявність на підприємстві повних комплектів конструкторської і технологічної документації, а також засобів технологічного оснащення, необхідних для здійснення заданого обсягу випуску продукції з встановленими техніко-економічними показниками.
3. Єдина система ТПВ ЄСТПВ.	Система організації і управління технологічною підготовкою виробництва, яка регламентується державними стандартами.
4. Галузева система ТПВ ГСТПВ.	Система організації і управління технологічною підготовкою, яка встановлена галузевими стандартами, що розроблені в відповідності з державними стандартами.
Система ТПВ підприємства.	Система встановлена нормативно-технічною документацією підприємства у відповідності з ГОСТ і ОСТ.
Складові частин ТПВ	
5. Функція ТПВ.	Комплекс задач технологічної підготовки виробництва, які об'єднані загальною метою їх вирішення.
6. Задача ТПВ.	Закінчена частина робіт в складі певної функції ТПВ.
7. Організація ТПВ.	Формування структури ТПВ та підготовка інформаційного, матеріального і технічного забезпечення, що необхідне для виконання функцій ТПВ.
8. Управління ТПВ.	Сукупність дій щодо забезпечення функціонування ТПВ.
9. Термін ТПВ.	Інтервал часу від початку до кінця ТПВ.

1	2
<b>Машинобудівне виробництво і його характеристики</b>	
11.Машинобудівне виробництво.	Виробництво з переважним застосуванням методів технології машинобудування при випуску виробів.
12.Виробнича структура.	Склад цехів і служб підприємства з вказуванням зв'язків між ними.
13.Виробнича діляниця.	Група робочих місць, які організовані за принципом предметним, технологічним, або предметно-технологічним.
14.Цех.	Сукупність виробничих діляниць.
15.Робоче місце.	Елементарна одиниця структури підприємства, де розміщені виконавці роботи, технологічне обладнання, частина конвеєра, оснащення і предмети праці.
16.Коефіцієнт закріплення операції.	Відношення кількості всіх технологічних операцій, які виконані, або повинні бути виконані на протязі місяця до кількості робочих місць.
17.Коефіцієнт використання матеріалу.	Відношення номінального значення маси матеріалу в виробі до норми витрат матеріалу відповідної марки і сортаменту.
18.Тип виробництва.	Класифікаційна категорія виробництва, що визначається за ознаками широти номенклатури, регулярності, стабільності об'єму випуску продукції. Типи: одиничне, серійне, масове.
19.Вид виробництва.	Класифікаційна категорія виробництва, що визначається за ознаками методу виготовлення виробів: ливарне, зварювальне, ковальсько-пресове і т.д.
20.Одиничне виробництво.	Виробництво, що характеризується малим обсягом випуску однакових виробів, повторне виготовлення і ремонт яких, як правило, не передбачається.
21.Серійне виробництво.	Виробництво, що характеризується виготовленням або ремонтом виробів партіями, які періодично повторюються. В залежності від кількості виробів в партії або серії і значення коефіцієнта закріплення операції розрізняють дрібносерійне, середньосерійне та крупносерійне виробництво:
22.Масове виробництво.	д.с. -20-40; с.с.-10-20; к.с.- 1-10.
22.Масове виробництво.	Виробництво, що характеризується великим обсягом випуску виробів, які безперервно виготовляються або ремонтуються на протязі довгого часу, під час якого на більшості робочих місць виконується одна операція.

1	2
23. Основне виробництво.	Виробництво товарної продукції.
24. Допоміжне виробництво.	Виробництво засобів, необхідних для забезпечення функціонування основного виробництва.
25. Інструментальне виробництво.	Виробництво технологічного оснащення.
26. Дослідне виробництво.	Виробництво зразків, партій або серій виробів для проведення дослідних робіт або розробки конструкторської і технологічної документації для сталого виробництва.
27. Стале виробництво.	Виробництво виробів за остаточно відпрацьованою конструкторською і технологічною документацією.
28. Групове виробництво.	Виробництво, що характеризується спільним виготовленням або ремонтом груп виробів з різноманітними конструктивними але загальними технологічними ознаками.
29. Поточне виробництво.	Виробництво, яке характеризується розміщенням засобів технологічного оснащення в послідовності виконаних операцій тех. процесу і визначеним інтервалом випуску виробів.
30. Обсяг випуску продукції.	Кількість виробів визначених назв, типорозмірів і виконань, які виготовляються або ремонтуються підприємством на протязі планового періоду.
31. Програма випуску продукції.	Встановлений для даного підприємства перелік виробів, що виготовляються або ремонтуються із зазначенням обсягу випуску по кожній назві на плановий період.
32. Виробнича партія.	Предмети праці однієї назви і типорозміру, що запускаються в обробку на протязі визначеного відрізка часу при однаковому підготовчо-заклучному часі на операцію.
33. Виробничий цикл.	Інтервал часу від початку до закінчення виробничого процесу виготовлення чи ремонту виробу.
34. Виробнича потужність.	Розрахунковий максимально можливий у визначених умовах обсяг випуску виробів за одиницю часу.
<b>Характеристики технологічного процесу</b>	
35. Такт випуску.	Інтервал часу, через який періодично здійснюється випуск виробів або заготовок певних назв, типорозмірів і виконань.
36. Ритм випуску.	Кількість виробів або заготовок певних назв, типорозмірів і виконань, що випускаються за одиницю часу.



1	2
<p>35.Засоби технолог. оснащення.</p> <p>36.Технологічне обладнання.</p> <p>37.Технологічне оснащення.</p>	<p>Сукупність знарядь виробництва, що необхідні для забезпечення технологічного процесу.</p> <p>Засоби технологічного оснащення, в яких для виконання певної частини технологічного процесу розміщуються матеріали або заготовки, засоби впливу на них, а також технологічне оснащення (верстати, преси, стенди).</p> <p>Засоби, що доповнюють технологічне обладнання для виконання певної частини технологічного процесу (ріжучий інструмент, штампи, пристосування, калібри, пресформи, моделі і т.д.).</p>
Характеристики предметів праці	
<p>38.Серія виробу.</p> <p>39.Матеріал</p> <p>40.Основний матеріал.</p> <p>41.Допоміжний матеріал.</p> <p>42. Технологічна спадковість виробу</p>	<p>Усі вироби, виготовлені за конструкторською і технологічною документацією без зміни її позначення.</p> <p>Вихідний предмет праці, який споживається для виготовлення виробу.</p> <p>Матеріал вихідної заготовки, а також матеріал маса якого входить в масу виробу (наприклад зварювальний електрод).</p> <p>Матеріал, який витрачається при виконанні технологічного процесу додатково до основного матеріалу.</p> <p>Сукупність властивостей виробу, що характеризують єдність застосування і повторюваність технологічних методів виконання складових частин та їх конструктивних елементів, що відносяться до виробів даної класифікаційної групи.</p>
Процеси і операції	
<p>43.Виробничий процес.</p> <p>44.Технологічний процес.</p> <p>45.Технологічна операція.</p> <p>46.Технологічний маршрут.</p> <p>47.Розцеховка.</p>	<p>Сукупність усіх дій виконавців і знарядь праці, спрямованих на виготовлення або ремонт продукції на даному підприємстві.</p> <p>Частина виробничого процесу, яка включає цілеспрямовані дії спрямовані на зміну предмету праці.</p> <p>Закінчена частина технологічного процесу, що виконується на одному робочому місці.</p> <p>Послідовність проходження заготовки деталі або складальної одиниці по цехах і виробничих дільницях підприємства при виконанні технологічного процесу виготовлення або ремонту виробу.</p> <p>Розробка міжцехових технологічних маршрутів для всіх складових частин виробу.</p>

*Варіантне проектування технологічних процесів.*

*Технологічний процес (ТП)* – це стійкий у просторі і часі порядок виконання технологічних операцій, позицій та переходів, зафіксований у спеціальних технологічних документах.

*Розробка ТП* виконується для виробів, конструкції, яких відпрацьовані на технологічність і включає розв'язання таких питань: вибір заготовки; розрахунки припусків; встановлення структури процесу; вибір обладнання; вибір пристосувань; вибір інструменту; вибір засобів вимірювання.

Вибір заготовки залежить від форми деталі і її розмірів, вихідного матеріалу, типу виробництва та іншого; розрахунки припусків є досить важливим особливо в приладобудуванні, де часто маса припусків є більшою за масу деталі; встановлення структури процесу визначається числом операцій і типом виробництва; вибір обладнання, пристосувань, інструменту, засобів вимірювання проводяться з врахуванням типу виробництва.

*Розрізняють два види ТП: індивідуальний і типовий.*

*Індивідуальний ТП* розробляється для виготовлення виробу одного найменування, типорозміру і виконання без вивчення та використання раніше розроблених ТП.

*Уніфікований ТП* розроблений для деталей, що мають ознаки конструктивної і технологічної спільності. Розрізняють два методи уніфікації: типізація ТП та групова обробка деталей.

Обов'язковим етапом, який передує розробці ТП, є групування виробів за конструктивними і технологічними ознаками. Типізація ТП виконується на основі технологічної класифікації деталей. Типовий ТП розробляється для виготовлення в конкретних виробничих умовах типового представника групи деталей, яким притаманні загальні конструктивно – технологічні ознаки. При типізації ТП на першому етапі проводять класифікацію деталей у групи та вибір представника (найскладнішого при обробці) з кожної групи, а на другому етапі розробляють ТП на базову деталь, який і є типовим.

*Груповий ТП* розробляється не на базову деталь, а на комплексну деталь, що включає в себе всі елементарні поверхні деталей, які входять в групу. Дана комплексна деталь може бути реальною або умовною.

*Технологічна документація.*

*Технологічна документація* – це сукупність технологічних документів, що визначають ТП.

Основними документами при розробці технологічного процесу є технологічні карти (маршрутні, операційні, карти ТП). У картах зазначені структура ТП, послідовність виконання операцій, режими різання, використовуване обладнання, технологічне оснащення, порядок складання, регулювання, контролю...

*Маршрутна карта* визначає послідовність проходження оброблюваної одиниці (деталі, вузла, виробу) за цехами і містить опис всіх операцій без виділення кожної операції в окремому документі. Ці карти застосовують в дрібносерійному і одиничному виробництві тоді, коли оброблюваний виріб не закріплений за певним обладнанням. У цих картах відбито матеріал і розміри

заготовки, цехи і дільниці, в яких проводиться обробка, перелік операцій, обладнання, технологічного оснащення.

*Карта технологічного процесу* визначає послідовність обробки деталі чи вузла за операціями та переходами і застосовується головним чином у серійному виробництві. Ці карти містять розрахунки режимів обробки і передбачають закріплення оброблюваної одиниці за певним обладнанням, а також дані, які містяться в маршрутних картах.

*Операційну карту* розробляють окремо на кожну операцію. Вона містить повний перелік всіх переходів з детальним викладом даних про режими обробки, методику технічного контролю, геометричні та інші параметри, виміри та випробовування. Операційна карта, як правило, містить ескізне креслення, яке зображує деталь чи вузол із зазначенням місць обробки, способу закріплення, розташування інструменту...

Основним законом будь-якого виробництва є неухильне дотримання технологічної дисципліни. За умов серійного і масового виробництва категорично забороняються свавільні відхилення від розробленого і затвердженого ТП, так як вони призводять до браку і підвищення виробничих затрат.

## **8.2. Забезпечення технологічності конструкції виробу**

*Забезпечення технологічності конструкції виробу* - функція підготовки виробництва, яка передбачає взаємозв'язане вирішення конструкторських і технологічних задач спрямованих на підвищення продуктивності праці, досягнення оптимальних трудових та матеріальних затрат і скорочення часу на виробництво, технічне обслуговування та ремонт виробу. Технологічний контроль конструкторської документації проводиться згідно ГОСТ 2.121-73.

*Відпрацювання конструкції виробу на технологічність* включає вирішення наступних задач:

- зниження трудомісткості і собівартості виготовлення виробу та його монтажу поза межами заводу - виробника;
- зниження трудомісткості, вартості і часу технічного обслуговування та ремонту виробу;
- зниження загальної матеріаломісткості виробу – витрат металу і паливно-енергетичних ресурсів при виготовленні, монтажі поза межами підприємства - виробника, а також технічному обслуговуванні і ремонті.

*Комплекс робіт щодо зниження трудомісткості і собівартості виготовлення виробу* та його монтажу поза межами заводу-виробника включає:

- підвищення серійності виробу і його складових частин шляхом стандартизації, уніфікації і забезпечення конструктивної подібності;
- обмеження номенклатури складових частин, конструктивних елементів і матеріалів, які використовуються при виготовленні;
- використання в конструкції, яка розробляється освоєних у виробництві конструктивних рішень, що відповідають необхідним вимогам;

– застосування високопродуктивних і маловідходних технологічних рішень, які базуються на типізації процесів і других прогресивних формах їх організації;

– застосування високопродуктивних стандартних засобів технологічного оснащення, що забезпечують оптимальний рівень механізації та автоматизації праці у виробництві;

– використання конструктивних рішень, які дозволяють знизити витрати на забезпечення; доступу до складових частин; монтажу і демонтажу складових частин виробу;

– використання конструктивних рішень, що забезпечують можливість транспортування виробу в складеному стані або у вигляді завершених складових частин, що не потребують при монтажі розбирання для розконсервації, ревізії, а також операцій по підгонці;

– використання конструктивних рішень, що полегшують і спрощують умови монтажу поза межами заводу-виробника для зниження вимог до кваліфікації монтажників;

*Комплекс робіт щодо зниження матеріаломісткості виробу включає:*

– використання раціональних сортаментів і марок матеріалів, раціональних способів одержання заготовок, методів і режимів зміцнення деталі;

– розробку і використання прогресивних технічних рішень, що дозволяють підвищити ресурс виробу і використати маловідходні і безвідходні технологічні процеси;

– розробку раціональної компоновки виробу, що забезпечує скорочення витрат матеріалів при монтажі поза межами заводу-виробника;

– впровадження науково обгрунтованих запасів міцності металоконструкцій, типових методів розрахунків і випробувань виробу.

*Узгодження креслень виробу на технологічність.*

Креслення виробу не повинні випускатися у виробництво без відпрацювання і узгодження їх на технологічність технологічними службами підприємства, на якому планується виготовлення даного виробу.

Для узгодження на технологічність конструкторська організація направляє у службу ТПВ підприємства, де буде виготовлятися виріб, такі документи:

– не менше 2-х комплектів копій креслень, специфікацій, ТУ, програм та методик випробувань виробу і т.д.;

– оригінал розпорядження про підготовку виробництва.

Узгодження креслень завіряється підписом:

– головного інженера підприємства, якщо креслення розробила стороння організація;

– головних спеціалістів, якщо виконавець креслень входить до складу підприємства.

Оцінка технологічності конструкції виробу буває двох видів: якісна і кількісна.

Якісна оцінка характеризує технологічність конструкції узагальнено, на основі досвіду виконавця.

Якісна оцінка варіантів конструкції допускається на всіх стадіях проектування, коли відбувається вибір кращого конструктивного рішення і не вимагається визначення ступеня відмінності порівнюваних конструкцій.

Вона проводиться перед кількісною і визначає доцільність проведення кількісної оцінки.

Кількісна оцінка технологічності конструкції виробу виражається показником, числове значення якого характеризує ступінь її відповідності вимогам технологічності конструкції.

Вона проводиться в залежності від ознак, які відчутно впливають на технологічність конструкції, що розглядається.

Технологічність умовно поділяється на два основних види.

1. Виробнича технологічність, яка проявляється в: конструкторській підготовці виробництва; технологічній підготовці виробництва; процесах виготовлення.

2. Експлуатаційна технологічність, яка проявляється в: технічному обслуговуванні і ремонті виробів.

Головні фактори, що визначають вимоги до технологічності.

1. Вид виробу (деталь; складальна одиниця; комплекс; комплект).

2. Обсяг випуску.

3. Тип виробництва (одиничне; серійне; масове).

*Нормо-контроль конструкторської документації.*

Після узгодження конструкції виробу на технологічність проводиться контроль конструкторської документації на предмет дотримання норм і вимог, які визначені стандартами і другими нормативно-технічними документами.

Проведення нормо-контролю спрямоване на:

а) дотримання в документації на виріб, що розробляється, норм і правил встановлених в державних і галузевих стандартах та стандартах підприємства;

б) правильність виконання конструкторської документації у відповідності до вимог ЄСКД;

в) досягнення у виробках, що розробляється високого рівня стандартизації та уніфікації на основі широкого застосування раніше спроектованих, освоєних у виробництві і стандартизованих виробів, типових конструкторських рішень і виконань;

г) раціональне використання обмежувальних номенклатур стандартизованих виробів, конструктивних норм (різьб, діаметрів, шліцевих з'єднань, модулів, зубчастих коліс, допусків і посадок та других елементів деталей машин.

Нормо-контролю підлягає конструкторська документація на вироби основного і допоміжного виробництва незалежно від підпорядкованості і службових функцій підрозділів, які розробили документацію.

Нормо-контроль є завершальним етапом розробки конструкторської документації. Він проводиться згідно ГОСТ 2.111-68. (ОСТ ---87р.).

### **8.3. Відпрацювання конструкції виробу на предмет виявлення необхідного обладнання, технологічного оснащення, ріжучого інструменту і засобів контролю**

Вибір технологічного обладнання повинен ґрунтуватися на аналізі затрат на реалізацію технологічного процесу у визначений проміжок часу при заданій якості виробів.

Аналіз затрат повинен передбачати:

а) порівняння варіантів обладнання, які відповідають однаковим вимогам і забезпечують вирішення однакових задач в конкретних виробничих умовах;  
б) вибір варіантів, який ґрунтується на використанні наступної інформації:

- технічних вимог на виріб;
- кількості і планованого терміну виготовлення виробу;
- технічних можливостях технологічного обладнання
- аналізі витрат на придбання нового обладнання і його експлуатацію;
- вимогах техніки безпеки і виробничої санітарії.

*Правила вибору технологічного обладнання.*

Вибір технологічного обладнання повинен починатися з аналізу формування типових поверхонь деталей, складальних одиниць і окремих методів їх обробки з метою визначення найбільш ефективних методів обробки, виходячи з призначення і параметрів виробу.

*Результати аналізу повинні бути представлені у вигляді:*

- відношень основного часу;
- відношень штучного часу;
- відношень питомих витрат на виконання робіт різними методами.

Кращим варіантом вважається той, значення показників якого мінімальні.

Вибір обладнання здійснюють за головним параметром, який є найбільш визначальним для технологічного обладнання. Фізична величина, що характеризує головний параметр, встановлює взаємозв'язок обладнання з розміром виробу, який на ньому можна виготовити.

*Вибір варіантів обладнання, яке характеризується ступенем механізації та автоматизації проводиться виходячи з наступних умов:*

- питомі затрати на виконання технологічного процесу мінімальні;  
- період окупності обладнання при його механізації та автоматизації мінімальний.

Річна потреба в обладнанні визначається виходячи з річного обсягу робіт, який встановлюється статистичним аналізом затрат засобів і часу на виготовлення виробів.

Річні питомі витрати на використання обладнання визначаються витратами на його виготовлення і експлуатацію.

Витрати на експлуатацію повинні характеризувати обладнання, яке класифіковане за продуктивністю і точністю, однакового функціонального призначення та року освоєння виробництвом.

Продуктивність обладнання необхідно визначати на основі аналізу часу на виготовлення виробу заданої якості.

Розрахунок необхідної кількості обладнання ведеться за відомими залежностями, що розглядаються в курсі “технологія машинобудування”.

Для визначення кількості одиниць обладнання для подетально групових ділень і потокових ліній користуються залежністю:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n N_i t_i k_{nz}}{F k_q}, \quad (8.1)$$

де –  $N_i$  кількість виробів, що підлягають обробці за рік, шт.;

$t_i$  - штучний час обробки  $i$ -го виробу;

$k_{nz}$  - коефіцієнт, що враховує частку затрат підготовчо-заключного часу;

$k_q$  - коефіцієнт виконання норм часу;

$F$  - дійсний річний фонд часу роботи одиниці обладнання, год.

При визначення кількості одиниць обладнання за техніко-економічними показниками користуються залежністю:

$$S = \frac{Q}{q t \eta_z} = \frac{h Q}{F \eta_z}, \quad (8.2)$$

де  $Q$  - програма випуску готової продукції (т, шт., або грн.);

$q$  - річна програма випуску продукції однією одиницею обладнання; за одну зміну (т, шт., або грн.);

$t$  - кількість змін;

$\eta_z$  - плановий нормативний коефіцієнт завантаження обладнання;

$h$  - число верстатогодин, що витрачається на 1т готової продукції.

*Вибір технологічного оснащення.*

При виборі технологічного оснащення здійснюється комплекс взаємозв'язаних робіт в такій послідовності:

а) проведення аналізу:

- конструктивних характеристик виробу, що розглядається (габаритні розміри, матеріал, точність виготовлення і т.д.);

- організаційних і технологічних умов виготовлення виробу (схема базування, фіксація, вид технологічної операції, організаційна форма процесу виготовлення і т.д.);

б) групування технологічних операцій з метою визначення найбільш прийнятої системи технологічного оснащення;

в) встановлення належності конструкцій, до систем оснащення;

г) визначення вихідних вимог до технологічного оснащення;

д) вибір конструкції оснащення, що відповідає визначеним вимогам, з наявної номенклатури;

е) визначення вихідних розрахункових даних для проектування і виготовлення нових конструкцій оснащення;

ж) розробка технічних завдань на проектування і виготовлення технологічного оснащення.

Вибір відповідного оснащення здійснюється з урахуванням наступних вимог:

- планові терміни і трудомісткість освоєння виробництва виробу;
- час, на протязі якого планується виготовляти виріб;
- організаційні форми виробництва в період освоєння виробу;

Конструкцію оснащення слід визначати з урахуванням стандартних і типових рішень для даного виду технологічних операцій на основі:

- габаритних розмірів виробу;
- виду заготовки;
- характеристик матеріалу виробу;
- точності параметрів і конструктивних характеристик поверхонь виробів,

що впливають на конструкцію оснащення;

- технологічних схем базування і фіксації виробів;
- характеристик обладнання;
- обсягів виробництва.

При виборі технологічного оснащення використовують наступну документацію:

а) нормативно-технічну:

- стандарти на технологічне оснащення;
- стандарти на технологічне обладнання;
- стандарти на терміни і визначення технологічного оснащення;

б) технічну:

- альбоми типових конструкцій оснащення;
- каталоги і паспорти на технологічне обладнання;
- інструктивно-методичні матеріали щодо вибору технологічного

оснащення.

При техніко-економічному обґрунтуванні вибору систем технологічного оснащення розраховують коефіцієнт завантаження одиниці технологічного оснащення за залежністю:

$$K_3 = \frac{T_{um}}{F_o}, \quad (8.3)$$

де  $T_{um}$  - штучно-кальюляційний час виконання технологічної операції;

$N$  - планова місячна програма на одиницю оснащення (кількість повторів операції);

$F_o$  - місячний фонд часу роботи оснащення.

*Вибір засобів контролю.*

Вибір засобів контролю базується на забезпеченні заданих показників процесу контролю і аналізі витрат на реалізацію процесу контролю у визначений проміжок часу при заданій якості виробу.

Обов'язковими показниками процесу контролю є:

- точність вимірів;
- достовірність контролю;
- трудомісткість контролю;
- вартість контролю.

При аналізі затрат необхідно передбачати:



а) порівняння варіантів засобів контролю, що відповідають однаковим вимогам і забезпечують вирішення однакових задач в конкретних виробничих умовах;

б) вибір варіантів, який ґрунтується на такій інформації:

- технічних вимогах до виробу;
- кількості і термінах виготовлення виробів;
- технічних можливостях засобів контролю;
- затратах на придбання засобів контролю і їх експлуатацію.

При виборі засобів контролю повинно забезпечуватись:

- раціональне використання прогресивних механізованих і автоматизованих, універсальних і стандартних засобів контролю;
- підвищення продуктивності праці;
- зниження трудомісткості контролю, особливо в шкідливих умовах праці;
- безпека праці;
- необхідна точність і економічність вимірювань, при цьому перевага віддається більш дешевим засобам, простим у використанні, тим, що не потребують надто високої кваліфікації контролерів, і мають можливість переналадки та багаторазового використання при зміні об'єктів контролю.

При виборі засобів контролю використовують наступну документацію:

- конструкторську документацію на виріб;
- технологічну документацію на виготовлення і контроль виробу;
- ГОСТи, ОСТи, СТП;
- каталоги і класифікатори засобів контролю.

Допускається використовувати лише ті засоби контролю, які пройшли державні випробування згідно з вимогами ГОСТ 8.001-80, та визнані придатними за результатами метрологічної експертизи у відповідності з ГОСТ 8.002-76.

При аналізі характеристик об'єкту контролю і показників процесу контролю повинні враховуватися:

- вид об'єкту контролю (деталь, складальна одиниця, технологічний процес);
- вид контрольованої ознаки (геометричний розмір, форма, фізичний параметр і т.д.);
- номінальне значення і допуск на контрольований параметр;
- допустима похибка вимірів;
- конструктивні особливості виробу (конфігурація, доступність і т.п.);
- особливості баз вимірювань;
- маса об'єкта контролю;
- допустимість пошкодження при контролі;
- умови робочого місця;
- транспортабельність засобів і об'єктів контролю;
- продуктивність технічного контролю;
- наявність засобів контролю на підприємстві та їх вартість;
- необхідна кваліфікація контролера;
- доцільність проектування спеціальних засобів контролю.

#### **8.4. Нормування витрат матеріальних ресурсів**

*Нормування витрат матеріальних ресурсів – це встановлення планової міри їх виробничого споживання.*

*Головним завданням нормування є розробка і впровадження науково обгрунтованих норм витрат матеріальних ресурсів з метою їх ефективного використання.*

*Нормування включає:*

– розробку норм витрат основних і допоміжних матеріалів виходячи з технічно обгрунтованих нормативів відходів і втрат, що утворюються в процесі виготовлення виробу;

– щорічний перегляд норм витрат матеріалів на основі вдосконалення конструкції виробу, застосування більш економічних і прогресивних матеріалів, впровадження передової технології, прогресивного обладнання і вдосконалення організації виробництва;

– узгодження і затвердження розроблених норм витрат матеріалів;

*Норма витрат матеріалу – це максимально допустима його кількість, необхідна для виготовлення одиниці виробу заданої якості у даних виробничих умовах.*

Під виробничими умовами розуміють сукупність організаційних і технологічних особливостей виробництва продукції, що впливають на величину норм витрат.

Норми витрат повинні бути прогресивними і відображати конструкторські, технологічні та організаційні заходи щодо економії матеріалів.

Основними заходами щодо економії прокату металу є:

– покращення конструкторських форм деталей для зменшення їх маси без зниження міцності і надійності;

– застосування конструкції виробів низьколегованих сталей, економічних профілів прокату (кутник, швелер, тавр, двотавр, гнутий профіль);

– впровадження у виробництво найбільш досконалих методів одержання заготовок із зменшеними технологічними припусками;

– впровадження раціональних методів розкрою вихідних матеріалів на заготовки, а також безвідходного штампування;

– раціональне використання виробничих відходів;

– вдосконалення методів контролю технологічних процесів, а також заходів спрямованих на ліквідацію браку.

Норма витрат металопрокату на виріб складається з чистих (корисних) витрат тобто кількості металу, що безпосередньо входить у виріб, а також відходів і втрат, що обумовлені умовами виробництва.

*Відходи – це залишки вихідного матеріалу при виготовленні продукції, які не можуть бути використаними у виробничому процесі.*

*Ділові відходи – це відходи, що можуть бути використані для виготовлення продукції у власному виробництві для менших за розміром деталей основної продукції.*

Відходи, які не можуть бути використані у виробництві підлягають переробці.

*Втрати* – це кількість вихідного матеріалу, що в процесі виготовлення продукції втрачається безповоротно (угар, окалина і т.п.).

В машинобудуванні застосовують такі основні показники використання матеріалів:

*Коефіцієнт використання матеріалу*, який характеризує ступінь використання матеріалу при виробництві продукції, і визначається відношенням корисного розходу до норми витрат, встановленої на виробництво одиниці продукції.

*Коефіцієнт розкрою* – це показник, що характеризує ступінь використання матеріалів при їх розкрої. Він визначається відношенням маси (об'єму, площі) всіх видів заготовок, що одержані з вихідного матеріалу, до маси (об'єму, площі) використаного матеріалу.

*Витратний коефіцієнт* – це показник обернений до коефіцієнта використання матеріалу.

Основою для розробки норм витрат є наступна документація:

– конструкторська специфікація, за якою проводять вибірку деталей, що повинні виготовлятися з прокату чорних і кольорових металів і труб, номера, назву і кількість даних деталей у виробі;

– креслення деталей, за якими встановлюються розміри і маса деталей, технічні вимоги до них, назви і характеристики вихідних матеріалів, номера ГОСТів, ОСТів і ТУ на марки і сортамент металопрокату;

– карти технологічних процесів з переліком операцій, що виконуються при обробці, видів обладнання, вихідних розмірів заготовок, величини припусків і відходів матеріалів;

– креслення шаблонів чи розгорток деталей, поковок і штамповок, за якими визначають їх масу;

– акти зважування заготовок і деталей, що мають складну форму;

– ГОСТи, ОСТи, нормалі необхідні для визначення розмірів вихідного матеріалу.

*Розрахунок норм витрат сортового металопрокату і труб.*

Норми витрат сортового металопрокату, труб і гнутих профілів визначаються розрахунковим методом на основі креслень деталей і прогресивного технологічного процесу з урахуванням відходів і втрат металу, які пов'язані з виготовленням (припуски на обробку, відходи через некратність вихідного матеріалу і т.д.).

Норму витрат визначають в кілограмах і розраховують до третього знаку після коми, а труб в кілограмах і погонних метрах.

Масу вихідного матеріалу визначають за номінальними розмірами металопрокату.

Припуски на обробку визначаються за спеціальними таблицями в залежності від розмірів і виду обробки. (Інструкція).

Велике значення для раціонального використання металу має вибір вихідного металопрокату, який може бути нормальної (немірної) довжини, мірної довжини, кратної довжини, обмеженої довжини (приблизна мірність) в мотках і рулонах.

Для кожної з цих довжин існує методика розрахунків за результатами яких приймається рішення про поставку.

При визначенні норм витрат сортового металопрокату і труб користуються залежністю:

$$N = \frac{m(L_m + 0,5\Delta)}{1000n}, \quad (8.4)$$

де  $m$  - маса 1 погонного метра прокату;

$L_m$  - розмір вихідного прокату;

$\Delta$  - верхнє відхилення поля допуску прокату;

$n$  - кількість заготовок, що одержують з одиниці прокату.

*Розрахунок норм витрат листового металопрокату.*

Розрахунок норм витрат повинен виконуватись на основі раціонального плану розміщення заготовок на площах, що розкрояються і карт технологічного розкрою.

Складання технологічних карт розкрою полягає в підборі економічно обґрунтованих варіантів розміщення заготовок на листі (полосі) і можливості одержаних заготовок на наявному обладнанні.

Розкрій листового матеріалу виконують наступними методами:

– індивідуальним, коли лист (полоса) розкроюється на заготовки однойменних деталей одного виробу;

– груповим, коли лист (полоса) розкроюється на заготовки різноманітних деталей одного виробу. При такому розкрої необхідно дотримуватися комплектності.

Розрізняють прямолінійний і криволінійний види розкрою листового металопрокату.

При прямолінійному розкрої контур заготовок обмежений прямими лініями без впадин. Вирізка заготовок виконується на гільйотинних ножицях, а при значній товщині кисневою або плазмовим різанням.

При криволінійному розкрої контур обмежений кривими лініями. Заготовки вирізаються на фрезерних верстатах, віброножицях, штампах, а при значній товщині листа плазмовим або кисневим різанням.

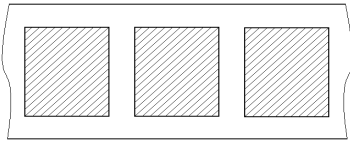
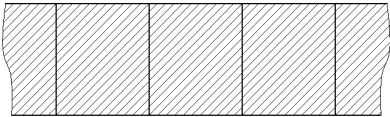
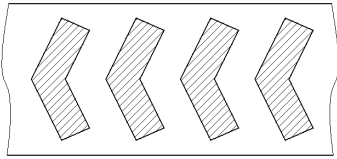
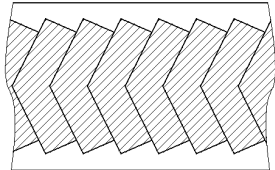
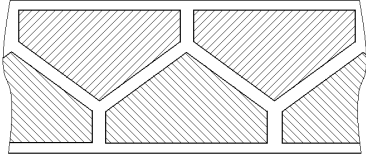
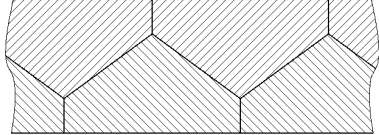
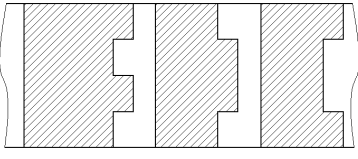
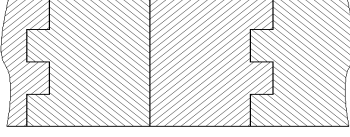
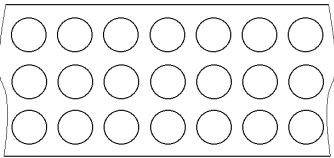
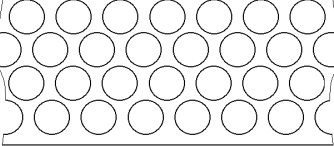
За своєю економічністю і величиною відходів розкрій поділяється на типи, представлені в таблиці 8.2.

*Розкрій з відходами характерний тим, що вирізка відбувається по всьому контуру, а перемичка має замкнуту форму.*

При маловідхідному розкрої вирізається тільки частина контуру деталі, а у відхід йде перемичка між двома вирізками або бокова перемичка. При безвідхідному розкрої деталь відділяється від полоси без утворення перемичок. При розкрої листового і смугового металопрокату на контурі листа, що

накреслений в масштабі розміщують макети деталей (заготовок), які необхідно одержати з цього листа.

Таблиця 8.2 - Типи розкрою матеріалу

Тип розкрою	Приклад виконання	
	З відходами	Маловідхідний, або без відходів
Прямий однорядний		
Похилий однорядний		
Зустрічний дворядний		
Комбінований		
Багаторядний		

При груповому розкрої спочатку розміщують найбільші за розміром заготовки, потім заготовки середніх розмірів, а в вільних проміжках - заготовки менших розмірів з дотриманням кратної комплектності деталей виробу. Якщо на одному листі комплектності досягти не вдається, розкрій планують на двох і більше листах.

При розкрої листів на заготовки необхідно передбачати:

- бокові перемички і перемички між деталями в залежності від товщини листа і типу обладнання;
- відрізок кромки листа шириною 5-10 мм для тонких і 20-50 мм для товстих листів;
- припуски на різання (газ, плазма);
- максимальну довжину різання і величину відходів на притиск листотримача гільйотинних ножиць.

Всі ці параметри містяться в спеціальних таблицях відповідних інструкцій. Для порівняння економічності різноманітних варіантів розкрою визначають загальну площу матеріалу, що витрачається на одну деталь з урахуванням перемичок за залежністю:

$$f_{заг} = \frac{t_{ум} b_n}{c}, \quad (8.5)$$

де  $t_{ум}$  - крок штамповки;

$b_n$  - ширина полоси;

$c$  - кількість рядів деталей.

Найбільш прийнятним варіантом є той, для якого величина  $f_{заг}$  найменша.

Норма витрат листового металопрокату визначається за формулою:

$$N = \frac{m_l}{n}, \quad (8.6)$$

де  $m_l$  - маса листа з урахуванням допусків на його розміри, кг;

$n$  - кількість деталей, що одержується з листа, шт.

Велике значення при проектуванні розкрою має правильний вибір форми замовлення розмірів вихідного листового металопрокату.

Металопрокатні заводи виготовляють листи:

- стандартних (складських) розмірів (розміри можуть змінюватися в певних межах);
- за товщиною і тоннажем, без вказування габаритів, які в свою чергу обмежені мінімальним значенням;
- кратних розмірів;
- певного розміру з числа стандартних або довільних;
- в рулонах, застосування яких дає не менше 3% економії металопрокату.

### **8.5. Порядок роботи технологічних служб під час ведення технологічної підготовки виробництва**

1. Бюро (група) розробки технологічних маршрутів на основі затвердженого розпорядження про підготовку виробництва:

- уточнює намічену на етапі попередньої проробки послідовність роботи цехів-виробників;

- затверджує і розсилає згідно з табелем розподілу технологічної документації відомість технологічних маршрутів з літерою "Н".

2. Бюро (група) розробки технологічних процесів розробляє регламент налагодочного комплексного технологічного процесу, що є основним вихідним технологічним документом для ведення підготовки виробництва. При розробці технологічного процесу розробник оформляє "Дозвіл" на випуск технологічного процесу, де вказують обсяг робіт для оснащення процесу.

3. Технологічні бюро (групи) після затвердження налагодочного комплексного технологічного процесу на основі карт технологічного процесу:

- проводять розрахунок необхідного обладнання;
- визначають кількість оснащення, що необхідно спроектувати;

- розробляють, узгоджують і затверджують технологічні планування розміщення нового виробництва і складають технічні завдання на розробку документації будівельно-монтажних робіт;

- розробляють технічні завдання на проектування і виготовлення спеціального обладнання і проводять їх узгодження з відповідними КБ і заводами;

- розробляють технічні завдання на модернізацію існуючого обладнання;

- приймають участь у відлагодженні технологічного процесу на установчій партії виробу. Якщо в результаті виготовлення установчої партії виникають зауваження і пропозиції щодо зміни конструкції виробу, технологічні служби повідомляють про це конструкторську службу.

#### 4. Конструкторські підрозділи технологічних служб:

- підбирають наявні або розробляють нові креслення оснащення і спеціального обладнання, яке передбачено регламентами технологічних процесів з максимально можливим застосуванням стандартного оснащення;

- складають відомості оснащення;

- направляють службі ТПВ звіт разом з кресленнями спроектованого оснащення і спеціального обладнання;

- направляють копії розроблених відомостей оснащення технологічним бюро, що видало завдання на проектування, в інструментальну службу і відповідні цехи;

#### 5. Бюро (група) обладнання:

- разом із службою головного механіка проводить підбір обладнання із наявного на складах і вільного в цехах підприємства, що відповідає за своїми показниками вимогам технологічного процесу;

- визначає виробників нового обладнання, оформляє через ВКБ всю технічну документацію, що пов'язана з замовленням, визначає терміни поставки і здійснює контроль за виготовленням і випробуванням обладнання.

#### 6. Служба матеріальних нормативів:

- розробляє документацію матеріальних норм основного виробництва: відомості подетально-специфікованих, поопераційно-специфікованих і загальних норм витрат матеріалів;

- після закінчення підготовки виробництва уточнює, переоформляє, затверджує випущену документацію і передає її службам матеріально-технічного постачання, зовнішньої кооперації і виробничим цехам.

#### 7. Служба (бюро) планування підготовки виробництва:

а) планує, контролює і разом із службами підприємства організовує:

- попередню проробку проектів розпоряджень, заходів і визначає черговість їх виконання;

- визначає потужність проектних підрозділів і цехів, що виготовляють оснащення і спеціальне обладнання;

- складає планово-звітні документи оперативних даних про хід ТПВ;

- розробляє оперативні пропозиції щодо регулювання кожного етапу ТПВ з метою безумовного виконання затверджених планів;

б) розсилає виконавцям плани і графіки ТПВ;

в) після одержання від виконавців креслень розробленого оснащення і спеціального обладнання:

- сповіщає технологічні служби і цехи про готовність креслень оснащення і спеціального обладнання;

- направляє копію графіка виготовлення оснащення і спеціального обладнання в цехи-виготовлювачі;

г) на основі замовлень цехів:

- уточнює кількість оснащення і обладнання необхідну для виготовлення виробу;

- направляє інструментальній службі оформлені цехами замовлення на виготовлення оснащення і спеціального обладнання разом з їх кресленнями;

д) після виготовлення оснащення і обладнання контролює його своєчасне випробування і відпрацювання технологічного процесу з оформленням відповідних документів.

## **8.6. Виконання робіт, супутніх технологічній підготовці виробництва**

1. Служба організації праці і зарплати в процесі розробки регламенту технологічного процесу визначає норми часу на виконання його операцій і у відповідності до розробленого техпроцесу, планувань і НОП:

- а) видає завдання конструкторським підрозділам завдання на проектування організаційного оснащення;

- б) складає і затверджує налагодочні відомості норм часу і розцінок;

- в) передає затвержені відомості цехам для підрахунку трудозатрат і оплати праці;

- г) після закінчення підготовки виробництва, уточнює і переоформляє налагодочну відомість в діючу.

2. Інструментальна служба:

- на основі відомості оснащення встановлює потребу підприємства в стандартному оснащенні і забезпечує його придбання;

- визначає виробників оснащення, моделей і заготовок для нього;

- спільно з службою ППВ на основі затверджених графіків підготовки виробництва і замовлень, що надійшли від цехів складає і затверджує планові завдання на виготовлення оснащення, моделей і заготовок для нього, доопрацювання оснащення діючого виробництва під нове виробництво;

- видає планові завдання цехам, що виготовляють оснащення і здійснює контроль за його виконанням;

- організовує матеріальне постачання інструментального виробництва.

3. Інструментальний цех у відповідності з плановими завданнями, замовленнями, кресленнями оснащення і обладнання:

- виготовляє оснащення і обладнання;

- випробовує оснащення і обладнання;

- оформляє результати випробувань в «карті вимірів»;

- передає оснащення разом з його кресленнями і «картою вимірів» цеху замовнику.



Випробування складного оснащення, яке вимагає спеціальних заготовок або обладнання, що є тільки у виробничих цехах може бути здійснено силами інструментального цеху на обладнанні виробничих цехів після передачі оснащення.

Випробування оснащення, яке одержується з інших заводів, здійснюється силами виробничих цехів.

#### 4. Служби матеріально-технічного постачання і кооперації:

- встановлюють терміни поставки матеріалів і виробів основного виробництва;

- у відповідності до норм матеріальних нормативів на основне і допоміжне виробництво, забезпечують матеріалами і покупними виробами виготовлення установчої партії виробів і першого комплекту оснащення.

#### 5. Служби головного механіка і енергетика після одержання технологічних планувань і завдань:

- приймають участь у визначенні потреби в обладнанні, необхідному для ремонтного виробництва і перемонтажу обладнання;

- перевіряють технічний стан діючого і нового обладнання;

- узгоджують зміни планової потужності і споживання енергії;

- перевіряють потреби і забезпечують виробництво всіма видами енергії;

- здійснюють модернізацію, перевірку і ремонт обладнання.

#### 6. Служба капітального будівництва, у відповідності до технологічних планіровок і завдань забезпечує виконання робіт, пов'язаних із закупівлею і монтажем нового обладнання, проектуванням, створенням і уведенням в експлуатацію об'єктів капітального будівництва.

#### 7. Служба технічного контролю:

- узгоджує технологічні карти операцій контролю;

- здійснює вхідний, операційний і приймальний контроль при відпрацюванні технологічного процесу;

- оформляє "карти вимірів" на деталі, складальні одиниці, оснащення і обладнання.

#### 8. Служба виробничого планування:

- організовує виготовлення запасу деталей і складальних одиниць для діючого виробництва на період відпрацювання технологічних процесів і перемонтажу обладнання для нового виробництва;

- доводить до служб виробничих цехів виробничу програму по виробках, запасних частинах, ремонтних та експлуатаційних комплектах.

#### 9. Виробничі цехи:

- проробляють креслення спроектованого оснащення;

- перевіряють разом з інструментальною службою наявність раніше спроектованого оснащення;

- оформляють через службу ППВ замовлення на виготовлення оснащення;

- забезпечують інструментальний цех матеріалами, заготовками і обладнанням для випробування складного оснащення;

- створюють необхідний запас деталей і складальних одиниць, який встановила служба виробничого планування;
- приймають участь у переплануванні розміщення обладнання цеху;
- отримують матеріали, заготовки, покупні вироби, для виготовлення установчої партії виробів;
- здійснюють, разом з технологічними службами відпрацювання технологічного процесу на установчій партії виробів;
- оформляють, разом з технологічними службами, закінчення відпрацювання технологічного процесу актом впровадження технологічного процесу.

#### 10. Служба економічного планування.

На основі матеріалів служб, що приймають участь у ТПВ, планує і визначає:

- затрати на ТПВ;
- собівартість виробу і її зміни;
- техніко-економічні показники запроєктованого виробництва.

#### *Порядок закінчення робіт підготовки виробництва.*

Після закінчення своєї частини робіт кожна служба, що приймає участь у підготовці виробництва повідомляє службу ТПВ, яка доповідає про це головному інженеру. Після рішення головного інженера про закінчення ПВ. Технологічні служби переоформляють всю налагодочну технологічну документацію в діючу. Служба виробничого планування у відповідності до встановленого терміну впровадження виробу включає в програму виробничих цехів виготовлення нових деталей, складальних одиниць, виробів. Виробничі цехи приступають до роботи за новим або зміненим регламентом технологічного процесу. Після завершення ТПВ службами: конструкторського, технологічного, праці і заробітної плати, технічного контролю, повинні бути оформлені документи на право серійного виробництва.

### **8.7. Комплексна система автоматизації технологічної підготовки виробництва**

Автоматизація технологічної підготовки виробництва на підприємстві є важливим кроком до скорочення витрат на випуск нових видів виробів. До сучасної системи автоматизованого технологічного проектування висуваються високі вимоги до універсальності, комплексності, інтегрованості з існуючими на підприємстві базами даних і системами, відносної легкості у адаптації та експлуатації, розповсюдженням методики автоматизованого проектування на різні види виробництв, підтримки технології "клієнт-сервер". У склад системи включають такі окремі підсистеми, які можуть функціонувати як автономно, так і в загальному комплексі:

- система організації та ведення архіву конструкторської і технологічної документації;
- система автоматизованого проектування та оформлення операційних ескізів або будь-яких графічних зображень, які входять у технологічний документ.

Інформаційне забезпечення системи включає у себе базу даних технологічного призначення:

- ілюстрований класифікатор та паспортні дані обладнання, а також його розміщення по цехах та ділянках;
- ілюстрований класифікатор та анкети технологічного оснащення (приспособвань, ріжучого, допоміжного, вимірювального інструменту) (рис. 8.1);
- основні та допоміжні матеріали і види заготовок з зазначенням асортименту (рис. 8.2);

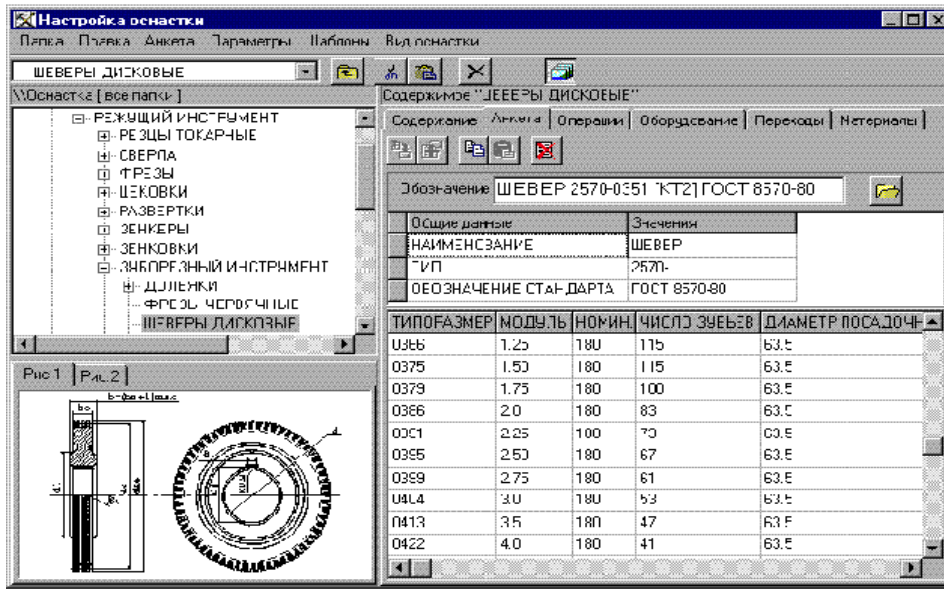


Рис. 8.1 – Приклад ілюстрованого класифікатора та анкети технологічного оснащення в автоматизованому проектуванні

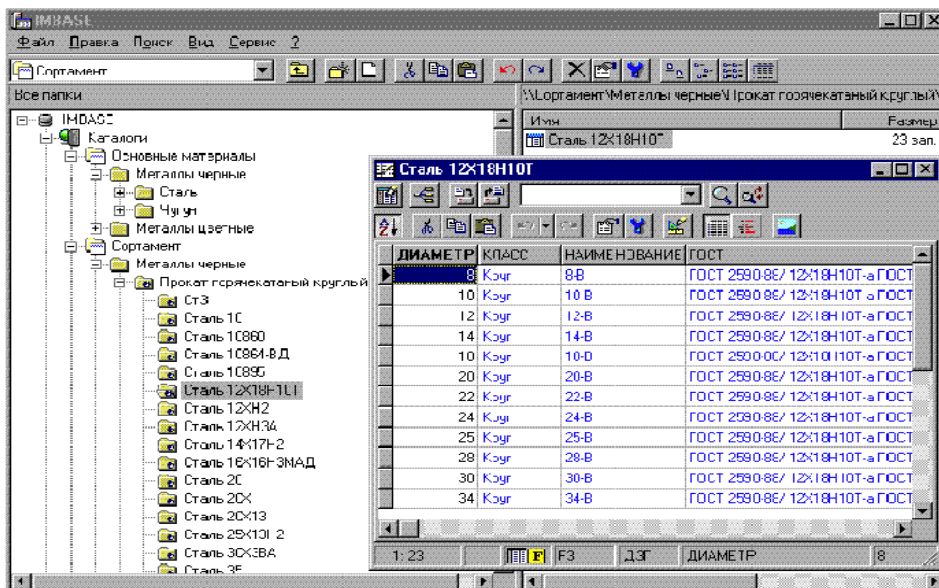


Рис. 8.2 – Приклад асортименту основних та допоміжних матеріалів і видів заготовок в автоматизованому проектуванні

- технологічні операції згідно класифікатора і відповідні їм параметри, сценарії до операцій та прив'язки;
- типові переходи та сценарії до переходів;
- довідкові дані для заповнення параметрів операційної технології;
- нормативно-довідкова інформація, яка представлена у вигляді технологічних таблиць і формул, для автоматизованого розрахунку режимів обробки і визначення норм часу на переходи і операції (у процесі проектування з залученням вбудованої експертної системи);
- бібліотека типових технологічних процесів на різноманітні види виробництв.

Система дозволяє створити єдине інтегроване програмне і інформаційне середовище стосовно різни видів виробництва. Передбачена наявність в базі даних єдиних каталогів по матеріалам, операціям, обладнанню та його розміщенню, а також різноманітних каталогів по переходам, оснастці, типовим технологічним процесам та довідникам. Комплекс забезпечує реалізацію наступних основних задач:

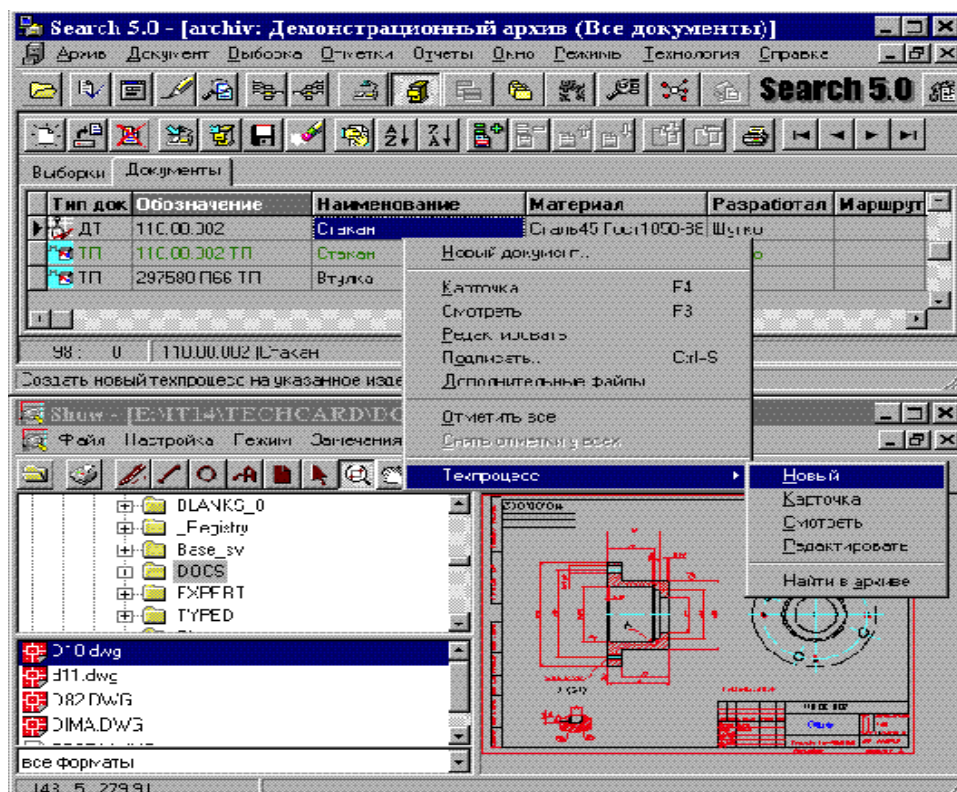
- перегляд конструкторського архіву по складу виробів, ведення та супровід архіву документів (креслень, специфікацій, техпроцесів, текстових документів, тощо), організація різноманітних вибірок, складання звітів;
- створення будь-яких нових та редагування наявних в базі даних форм бланків технологічної документації;
- оперативна настройка виду та складу комплексу технологічних документів на різні типи виробництв (одиничне, серійне, масове і т.п.);
- проектування технологічного процесу обробки деталі для різноманітних видів виробництв (механообробка, гальваніка, термообробка, зварювання, консервація, фарбування, лиття, складання, холодна штампування) в діалоговому режимі;
- забезпечення гнучкою підсистемою розрахунків: розрахунки виконуються за сценарієм, що набудовується, з залученням вбудованої експертної системи, яка використовує базу знань (база даних, технологічні таблиці і формули); мова подання знань в базі даних - правила "якщо-тоді";
- автоматизована побудова та редагування операційних ескізів з забезпеченням передачі параметрів технологічного процесу у графічну систему та отриманням у складі одного бланку (операційної карти) тексту та графічного зображення;
- перегляд та редагування документів, управління оформленням та виводом на друк;
- ілюстрування графічними зображеннями класифікаторів, довідників, сценаріїв, анкет оснастки та паспортів обладнання;
- ведення переліку користувачів, які можуть працювати з системою (вхід у систему за паролем), забезпечення безпеки шляхом призначення користувачам прав доступу на виконання тих або інших дій;
- забезпечення взаємозв'язку з системою ведення архіву конструкторської документації Search для організації та ведення архіву технологічних документів

та з системою розробки конструкторської документації CADMECH для проектування і оформлення операційних ескізів та мап налагоджень.

Наприклад, при проектуванні техпроцесу механічної обробки деталі типу "стакан", система надає користувачеві наступні можливості:

- у модулі проектування ТП користувач заповнює загальні відомості про деталь, частина яких передається у архів;
- після занесення загальних відомостей робиться автоматичний розрахунок заготовки, у процесі якого визначаються розміри та маса заготовки, кількість деталей та інші параметри (рис. 8.3);
- далі користувач формує дерево маршруту обробки. У межах кожної операції відбувається автоматичний розрахунок міжопераційних розмірів, призначаються рекомендовані режими різання, тощо;
- паралельно з формуванням маршруту обробки може відбуватися проектування операційних ескізів;
- проектування технологічного процесу обробки деталі: на основі ТП-аналога; з використанням бібліотеки типових фрагментів (фрагмент являє собою набір операцій, переходів та оснастки); застосування типових ТП (рис. 8.4);
- формування та прийняття автоматизованих проектних рішень на різних етапах проектування ТП, у тому числі використання у якості вихідних даних для проектування інформації безпосередньо з креслення деталі.

Після завершення процесу проектування автоматично формується комплект технологічних документів. Вид та склад комплекту документів, а також форма бланків визначається користувачем.





## ТЕМА 9. ОРГАНІЗАЦІЙНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

### 9.1. Суть організаційної підготовки виробництва

Важливою складовою системи створення й освоєння випуску нової продукції є *організаційна підготовка виробництва*. Вона ведеться паралельно-послідовно з технологічною підготовкою. На цій стадії визначаються методи й процеси переходу на випуск нової продукції, розраховуються потреби в матеріалах і комплектуючих виробах, встановлюються календарно-планові нормативи процесу виробництва, вирішуються питання організації та оплати праці тощо (таблиця 9.1).

Таблиця 9.1 - Зміст організаційної підготовки виробництва

1. Розробка проекту технічного обслуговування виробництва	Складання планів руху предметів праці в процесі виробництва, вибір тари і засобів внутрізаводського транспорту. Розробка проектів організації складського господарства, інструментального та ремонтного обслуговування. Формування системи забезпечення якості продукції
2. Розробка проекту організації виробничого процесу	Вибір форми організації виробництва, спеціалізації підрозділів та кооперування між ними. Визначення потреби у виробничих площах й обладнанні для випуску нової продукції. Складання планів цехів, дільниць і планів їх реконструкції. Вирішення питань оперативно-виробничого планування
3. Організація матеріально-технічного забезпечення і збуту нової продукції	Визначення потреби в матеріальних ресурсах, вибір постачальників та укладання контрактів на постачання. Підготовка замовлень на технологічне оснащення, матеріали й комплектуючі вироби. Реалізація планів постачання для випуску дослідних зразків і пробних серій. Налагодження зв'язків зі споживачами
4. Розробка системи організації та оплати праці	Створення проекту раціонального розподілу та кооперації праці. Розробка проектів організації: трудового процесу, обслуговування робочих місць, режиму праці та відпочинку. Розрахунок трудомісткості виробництва. Вирішення питань навчання персоналу. Вибір та обґрунтування системи оплати праці й преміювання робітників і службовців у період освоєння виробництва нової продукції
5. Створення нормативної бази для внутрізаводського техніко-економічного й оперативно-календарного планування	Розрахунок матеріальних, трудових і календарно-планових нормативів. Калькулювання собівартості та визначення ціни на нові вироби. Визначення розмірів обігових засобів і нормативних запасів

На підприємстві роботи з організаційної підготовки виробництва здійснюють відповідні служби - відділи головного конструктора, головного технолога, головного механіка, організації праці і заробітної плати, планово-економічний відділ тощо.

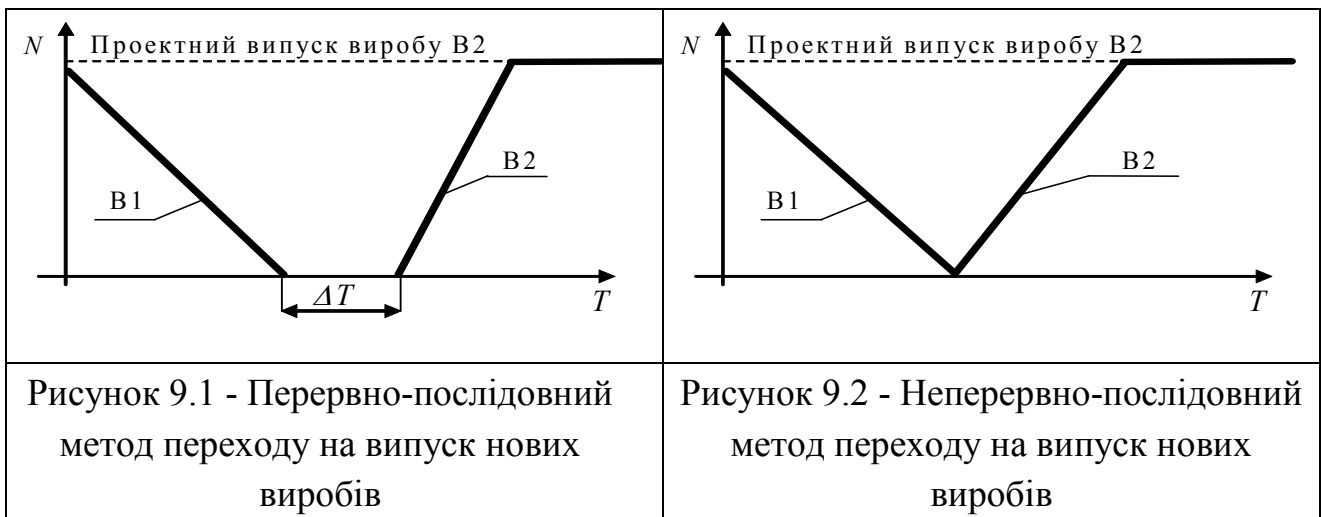
З-поміж великого різноманіття варіантів виконання процесів оновлення виробів можна виділити наступні організаційні методи переходу на виготовлення нових виробів та освоєння нового виробництва: послідовний, паралельний і паралельно-послідовний.

1. *Послідовний метод* характеризується тим, що виробництво нових виробів починається після повного припинення випуску виробу, який знімається з виробництва. Залежно від перерви між закінченням випуску старого виробу і початком виготовлення нового можна виділити два варіанти даного методу: перервно-послідовний та неперервно-послідовний.

Перервно-послідовний варіант передбачає, що після завершення випуску старого виробу (В1) на тих самих виробничих площах будуть виконані роботи з перепланування, монтажу технологічного устаткування і транспортних засобів, а по його завершенні розпочнеться освоєння виробництва нового виробу (В2), тобто між завершенням випуску старого виробу і початком виготовлення нового виробу існує мінімально необхідний проміжок часу  $\Delta T$  (рис. 9.1).

В організаційно-технологічному відношенні це найбільш простий варіант переходу, однак він є малоефективним, так як приводить до великих збитків у сумарному випуску виробів, які довгий час не вдається компенсувати.

При неперервно-послідовному варіанті виробництво нового виробу розпочинається відразу після припинення випуску старого (рис. 9.2). Тут втрати менші, але необхідний високий рівень завершеності робіт з технологічної підготовки виробництва нового виробу.



2. Для *паралельного методу* переходу характерне поступове заміщення старого виробу на новий, тобто на проміжку часу  $\Delta T$  одночасно зі зменшенням випуску старого виробу паралельно йде освоєння нового.

Паралельний метод переходу на випуск нових виробів із зменшенням сумарного випуску (рис. 9.3) використовують тоді, коли немає додаткових



площ або трудомісткість виготовлення виробу дуже висока. При застосуванні паралельного методу переходу на виготовлення нових виробів без зменшення сумарного випуску виробів потрібно використовувати додаткові площі, обладнання, робочу силу. Він застосовується у масовому виробництві, особливо при реконструкції підприємств.

На рисунку 9.4 зображено паралельно-поетапний метод переходу, який використовується в масовому виробництві і характеризується тим, що процес оновлення виконується в кілька етапів, протягом яких освоюється випуск перехідних моделей, які відрізняються від попередніх конструкціями окремих вузлів і механізмів.

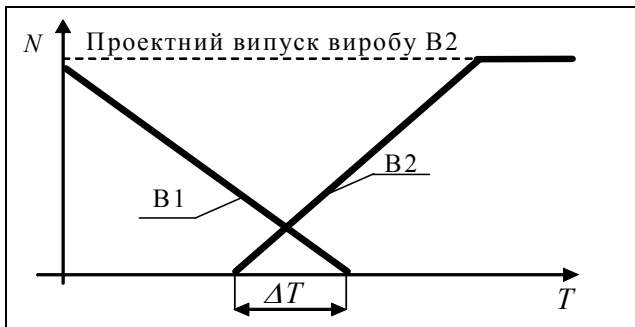


Рисунок 9.3 - Паралельний метод переходу на випуск нових виробів

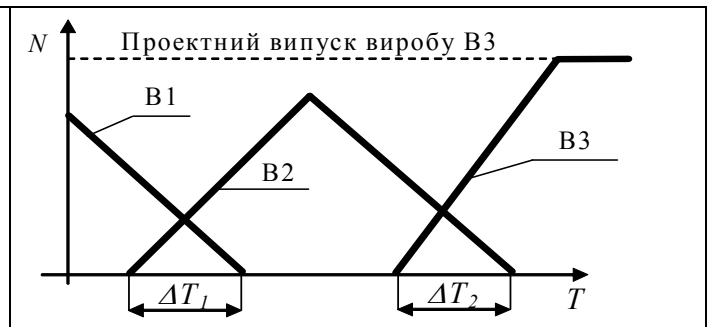


Рисунок 9.4 – Паралельно-поетапний метод переходу на випуск нових виробів

Паралельний метод дає змогу зменшити сумарні витрати та втрати від переходу на випуск нового виробу, але процес освоєння розтягується, що може призвести до передчасного морального старіння нової продукції.

3. *Паралельно-послідовний метод* досить широко використовується в умовах масового виробництва при переході на випуск нового виробу, який практично повністю відрізняється від старого, що знімається з виробництва. В даному випадку на підприємстві утворюються додаткові виробничі потужності (дільниці, цехи), на яких починається освоєння нового виробу ( $B_{2p}$ ) - запроваджуються нові технології, ведеться навчання робітників, організується виготовлення першої партії виробів. Одночасно із цим процесом триває виготовлення старого виробу на основних виробничих площах (рис. 9.5).

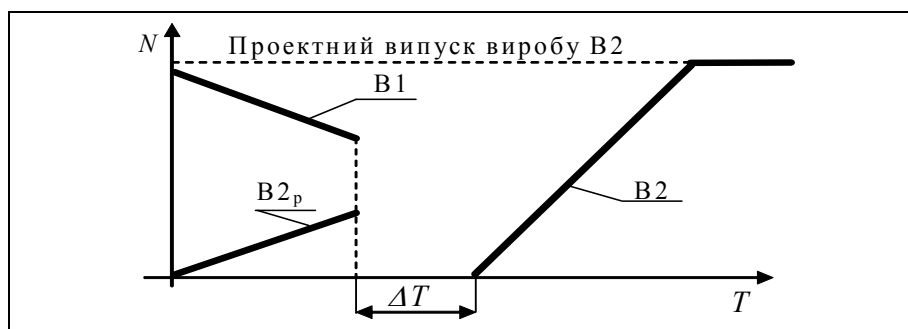


Рисунок 9.5 - Паралельно-послідовний метод переходу на випуск нових виробів

Після завершення етапу (періоду) освоєння на нетривалий час ДТ зупиняються як основне виробництво, так і додаткові потужності: обладнання з додаткових ділянок і цехів переміщують на місце старого обладнання, що демонтується, тобто на основні площі. По завершенні цих робіт на основних площах починається освоєння нового виробу до проектного рівня.

Недоліком цього методу є потреба у створенні додаткових потужностей на додаткових площах, а також втрати від зниження обсягів виробництва в перехідний період освоєння нового виробу. Однак при цьому досягаються більш високі темпи освоєння проектної потужності, якість продукції (виробу) підвищується, що в цілому компенсує витрати організаційно-технологічного характеру, які мають місце при використанні даного методу.

Вибір того чи іншого методу організації переходу на випуск нової продукції необхідно обґрунтовувати розрахунками техніко-економічних показників різних можливих варіантів організації освоєння нових виробів у період розробки планів і при проектуванні даного процесу.

Приклад. Визначити, який з методів переходу на випуск нової продукції є більш ефективним (паралельний чи паралельно-послідовний), та визначити величину економічного ефекту від використання цього методу освоєння нового виробу, якщо відомі такі дані:

1. Досягнутий випуск старого виробу на місяць – 200 шт.
2. Проектний випуск нового виробу на місяць – 325 шт.
3. Інтенсивність згорання виробництва старого виробу на місяць:
  - а) при паралельному методі - 20 шт/міс.;
  - б) при паралельно-послідовному методі – 15 шт/міс.
4. Тривалість випуску нових виробів на резервних ділянках – 3 міс.
5. Інтенсивність нарощування випуску нових виробів на резервних ділянках – 18 шт/міс.
6. Інтенсивність нарощування випуску нових виробів в основному виробництві :
  - а) при паралельному методі – 25 шт/міс.;
  - б) при паралельно-послідовному методі – 50 шт/міс.
7. Тривалість часу сумісного випуску старих і нових виробів при паралельному методі – 5 місяців.
8. Додаткові поточні затрати підприємства, пов'язані із створенням резервних ділянок – 350 грн.
9. Час короткотермінової зупинки складальної лінії – 1 міс.
10. Ціна виробів:
  - а) старого – 6,5 грн.; б) нового – 6,2 грн.
11. Собівартість виробів:
  - а) старого – 5,8 грн.; б) нового – 5,5 грн.

Розв'язок задачі передбачає низку послідовних етапів.

І. Для визначення обсягів випуску старої і нової продукції при паралельному та паралельно-послідовному методах побудуємо відповідні графіки переходу на випуск нової продукції (рис. 9.6 та рис. 9.7.).

*Паралельний метод переходу:*

1. Розраховуємо тривалість проміжку часу, необхідного для повного згортання випуску старої продукції. Для цього досягнутий рівень випуску старої продукції ділимо на інтенсивність згортання виробництва цих виробів:

$$200 : 20 = 10 \text{ місяців.}$$

Відкладаємо цей час на графіку.

2. Визначаємо момент, від якого бере початок випуск нових виробів паралельно з випуском старих виробів:

$$10 - 5 = 5 \text{ місяців.}$$

3. Обчислюємо тривалість часу, необхідного для виведення випуску нових виробів на проектну потужність:

$$325 : 25 = 13 \text{ місяців.}$$

На графіку відображаємо цей час, починаючи з моменту нарощування випуску нової продукції.

Як видно з графіку, всього перехід на випуск нової продукції при паралельному методі займе

$$5 + 13 = 18 \text{ місяців.}$$

*Паралельно-послідовний метод переходу:*

1. Обчислюємо, на скільки одиниць впаде випуск старої продукції при даному методі переходу за час роботи резервної дільниці. Для цього інтенсивність згортання випуску старих виробів множимо на час їх виробництва:

$$15 \cdot 3 = 45 \text{ виробів.}$$

2. Знаходимо, до якого рівня впаде інтенсивність випуску старих виробів:

$$200 - 45 = 155 \text{ виробів/місяць.}$$

3. Обчислюємо, якого рівня інтенсивності досягне випуск нових виробів на резервних дільницях:

$$18 \cdot 3 = 48 \text{ виробів/місяць.}$$

4. Визначаємо, скільки часу знадобиться для того, щоб вийти на проектну потужність в основному виробництві:

$$325 : 50 = 6,5 \text{ місяців.}$$

Відкладаємо цей час на графіку, попередньо врахувавши час зупинки складальної лінії (1 міс.). Як видно з графіку, вихід виробництва на проектну потужність при паралельно-послідовному методі займе 10,5 місяців. Це значно менше порівняно з паралельним методом, за якого для досягнення проектного випуску нових виробів необхідно 18 місяців. Проте для отримання порівнюваних даних щодо обсягів випуску продукції ми повинні обчислити ці обсяги за однаковий (тобто максимальний) час при обох методах. Тому на графіку, де цей час є меншим (у нашому випадку – на графіку паралельно-послідовного методу), проводимо вертикальну лінію, яка відобразить максимальний час досягнення проектною інтенсивністю випуску нової продукції.

II. Наступним кроком є розрахунок кількості старої і нової продукції, яка буде випущена при обох методах переходу за обраний для порівняння період часу (18 місяців). Цю кількість можемо обчислити як площі геометричних фігур.

*Паралельний метод переходу:*

Кількість старої продукції визначається площею трикутника АВО:

$$200 \cdot \frac{10}{2} = 1000 \text{ виробів.}$$

Кількість нової продукції дорівнює площі трикутника СДЕ:

$$300 \cdot \frac{13}{2} = 1950 \text{ виробів.}$$

*Паралельно-послідовний метод переходу:*

Кількість старої продукції визначається площею трапеції ОМНК:

$$3 \cdot \frac{(200+155)}{2} = 533 \text{ вироби.}$$

Кількість нової продукції дорівнює сумі площ трикутника ОРК і трапеції АВСД:

$$48 \cdot \frac{3}{2} + 300 \cdot \frac{(7,5+14)}{2} = 72 + 3245 = 3317 \text{ виробів.}$$

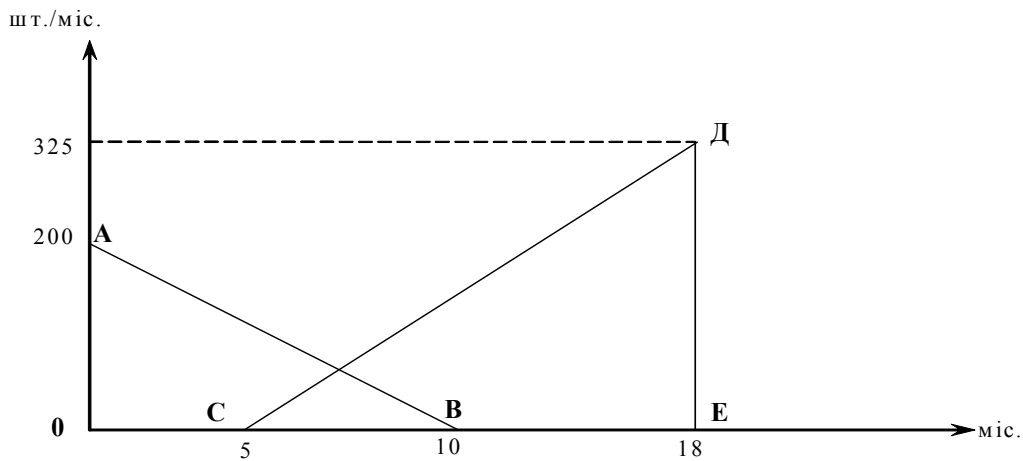


Рисунок 9.6 - Паралельний метод переходу на випуск нових виробів

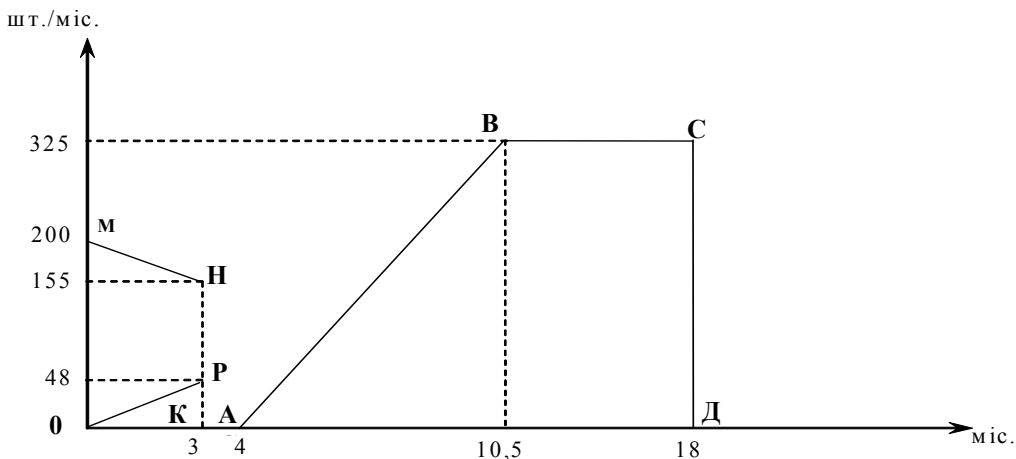


Рисунок 9.7 - Паралельно-послідовний метод переходу на випуск нових виробів

III. Для визначення того варіанту освоєння нового виробу, який є більш ефективним, необхідно порівняти сумарний прибуток від випуску старої і нової продукції при обох методах. Для обчислення величини прибутку підприємства необхідно прибуток від випуску одиниці продукції (старої та нової) помножити на відповідні обсяги виробництва продукції. Знайдемо величину прибутку, отриманого при кожному з методів.

*Паралельний метод переходу:*

$$PP_n = (6,5 - 5,8) \cdot 1000 + (6,2 - 5,5) \cdot 1950 = 700 + 1365 = 2065 \text{ грн.}$$

*Паралельно-послідовний метод переходу:*

$$PP_m = (6,5 - 5,8) \cdot 533 + (6,2 - 5,5) \cdot 3317 = 373,1 + 2321,9 = 2695 \text{ грн.}$$

Як показують проведені розрахунки, більший сумарний прибуток буде отримано при паралельно-послідовному методі. Проте для визначення економічного ефекту при цьому методі треба ще врахувати затрати підприємства на створення резервних ділянок

$$E_m = 2695 - 350 = 2345 \text{ грн.}$$

Висновки. Паралельно-послідовний метод переходу на випуск нової продукції є більш ефективним порівняно з паралельним методом. Він дозволить підприємству отримати економічний ефект у розмірі 2345 грн.

## 9.2. Оптимізація термінів освоєння виробництва нових виробів та оцінка його ефективності

При виборі методу переходу на випуск нових виробів враховують необхідність забезпечення мінімальних втрат при випуску продукції. При цьому слід зважати на тип виробництва, склад виробу, ступінь конструктивної спадковості, ресурси підприємства та інші фактори. Як правило, паралельно-послідовний метод має перевагу при випуску складних багатоагрегатних виробів з низьким ступенем конструкторської спадковості, а послідовний - при випуску простих виробів з високим ступенем конструктивної спадковості.

Процес освоєння вважається завершеним при досягненні проектних показників трудомісткості чи собівартості нової продукції. За рахунок проведення організаційно-технічних заходів можна прискорити процес нарощування випуску продукції, що відіб'ється на розмірі економічного ефекту. Зростання випуску продукції  $N$  є функцією часу  $T$  з початку освоєння виробництва (рис. 9.8).

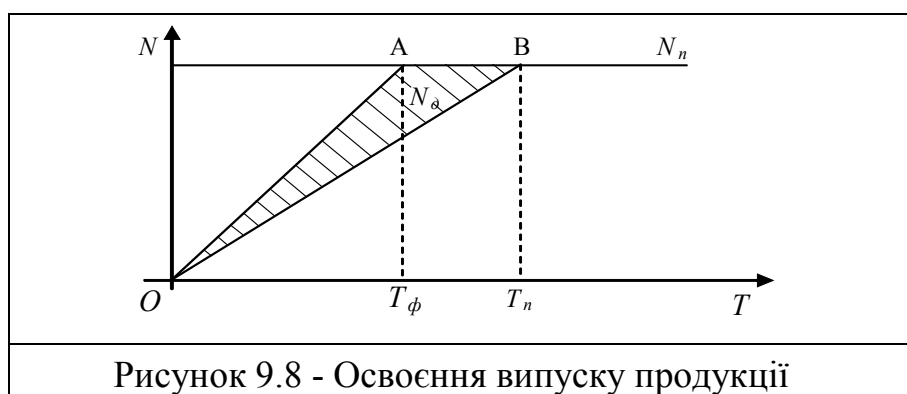


Рисунок 9.8 - Освоєння випуску продукції

Пряма ОА показує фактичне нарощування випуску продукції, а ОВ - проектне. Площа АОАВ характеризує додатковий випуск продукції, отриманої в результаті прискореного освоєння виробництва.

Додаткова продукція, яка була вироблена за рахунок прискореного освоєння виробництва, визначається за формулою:

$$N_{\phi} = \frac{N_n \cdot (T_n - T_{\phi})}{2}, \quad (9.1)$$

де  $T_n$  і  $T_{\phi}$  - відповідно проектна і фактична тривалість освоєння виробництва нових виробів (дні, місяці, роки);

$N_n$  - проектний випуск нових виробів, шт.

Економічний ефект, який отримується за рахунок виробництва та використання додаткової кількості виробів, визначається за формулою

$$E = E_1 \cdot N_{\phi}, \quad (9.2)$$

де  $E_1$  - річний економічний ефект на один виріб, грн.

### **9.3. Види і зміст планування комплексної підготовки виробництва**

*Планування створення нових виробів* - це система розрахунків, що спрямована на вибір та обґрунтування цілей впровадження нової продукції і підготовку рішень, необхідних для їх досягнення.

Система планування створення нових виробів - складний процес, який передбачає цільову орієнтацію всіх учасників проекту створення нових виробів; врахування прогнозів динаміки зовнішнього середовища для раннього розпізнавання проблем розвитку; координацію діяльності учасників проекту створення нових виробів, у тому числі розпорядницьку, ініціативну, програмну та бюджетну; обґрунтування управлінських і проектно-конструкторських рішень; створення об'єктивної бази для контролю процесу реалізації проекту створення нових виробів; інформування всіх учасників інноваційного проекту про цілі, прогнози, альтернативи, терміни, ресурси та адміністративні умови його реалізації; пропозиції учасників створення нових виробів.

Плани розробки і освоєння виробництва нових виробів поділяють на *перспективні (довготривалі)* і *поточні (короткотермінові)*. В перспективних планах вказують терміни виконання основних стадій та етапів розробки і освоєння виробництва нових виробів, терміни і зміст модернізації виробів, що випускаються, організації-виконавці. До перспективних планів додаються карти технічного рівня, в яких вказують основні характеристики виробів, результати порівняльного аналізу з вітчизняними і зарубіжними аналогами (моделями), розрахунки економічного ефекту.

Поточні плани розробляються на основі перспективних. В них вказують конкретні обсяги і терміни виконання робіт конкретними підрозділами і керівниками.

При плануванні розробки і освоєння виробництва нових виробів визначають:

- трудомісткість і тривалість робіт по всіх стадіях і етапах;
- цикли окремих етапів і всієї підготовки в цілому;

- кошторис витрат на всі види робіт.

Для цих розрахунків використовують *об'ємні* (в натуральному вираженні) *і трудові* (в нормо – годинах) *нормативи*. При великій степені новизни нових виробів *трудомісткість і тривалість робіт може визначатися методами експертних оцінок* (див. спец. літературу).

#### 9.4. Зміст об'ємно-календарного планування. Розрахунок трудомісткості робіт і тривалості циклів по стадіях і етапах підготовки

При плануванні нескладних робіт із невеликою кількістю етапів і незначним числом виконавців переважно використовуються *лінійні графіки* (графіки Ганта).

За структурою такий календарний план можна розділити на дві частини:

- ліву, де наводиться перелік та характеристика робіт, які підлягають виконанню (тобто назва роботи, її обсяг, трудомісткість і тривалість виконання, професійний склад та кількість виконавців тощо);

- праву, де за допомогою горизонтальних ліній, які в масштабі часу відображають тривалість виконання робіт, визначається їх початок і закінчення, а також взаємозв'язки (рис. 9.9).

Назва етапів	Викона- вць	Сумарна трудоміст- кість (днів)	Кількість виконавців	Тривалість етапу (днів)	Графік роботи по місяцях і днях																	
					Січень			Лютий			Березень			Квітень								
					I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III						
Розробка технічного завдання	ВГК	10	2	5	■																	
Розробка технічного проекту	ВГК	50	5	10		■	■															
Розробка робочого проекту	ВГК	1000	20	50			■	■	■	■	■	■										
Розробка технол. процесів	ВГТ	280	10	28									■	■	■	■						

Рисунок 9.9 - Приклад лінійного графіка

Загальна процедура формування календарного лінійного плану включає такі етапи:

- визначення переліку й обсягів робіт, що підлягають виконанню;
- підрахунок їх трудомісткості;
- розподіл робіт між виконавцями;
- розрахунок тривалості виконання робіт;
- формування вихідного варіанта календарного плану;
- приведення календарного плану у відповідність до заданих обмежень у часі.

Трудомісткість для окремої стадії чи етапу зі створення й освоєння нової продукції визначається за формулою:

$$T_{pi} = t_i^n \cdot O_i, \tag{9.3}$$

де  $t_i^H$  - нормативна трудомісткість  $i$ -го виду роботи, нормо-годин на одиницю;

$O_i$  - показник обсягу  $i$ -го виду роботи, одиниць (сторінок тексту, листів креслень, технологічних процесів і т.д.).

Нормативна трудомісткість розраховується залежно від групи складності конструкції виробу з урахуванням її новизни та складності:

$$t_i^H = a + b \cdot x^k, \quad (9.4)$$

де  $a, b, k$  - змінні коефіцієнти, що залежать від виду й складності роботи;  
 $x$  — група складності роботи.

Тривалість циклу стадії чи етапу в робочих днях при укрупнених розрахунках визначається за формулою:

$$T_{ei} = \frac{T_{pi} \cdot k_{\partial z}}{p \cdot T_{zm} \cdot k_{вн} \cdot 3}, \quad (9.5)$$

де  $k_{\partial z}$  - коефіцієнт, який враховує додаткові затрати часу, що не передбачені нормативами (1,1-1,5);

$p$  - кількість виконавців, які одночасно виконують роботу етапу або стадії;

$T_{zm}$  - тривалість однієї робочої зміни, годин;

$k_{вн}$  - коефіцієнт виконання норм;

$3$  - число робочих змін на добу.

Тривалість циклу в календарних днях визначається шляхом ділення тривалості циклу в робочих днях на коефіцієнт переведення робочих днів у календарні. Цей коефіцієнт дорівнює відношенню номінальної кількості робочих днів у році до календарної кількості, середнє його значення можна приймати рівним 0,7.

Виконання робіт з створення нової продукції може бути організоване у послідовній або у паралельно-послідовній формах.

За послідовного виконання робіт загальна тривалість циклу створення нової продукції розраховується за формулою:

$$T_u^n = \sum_{i=1}^n T_{ei}, \quad (9.6)$$

де  $n$  – кількість стадій чи етапів.

У такому випадку всі роботи виконуються одна за другою без суміщення. Проте на практиці досить часто виконання робіт на окремих стадіях чи етапах суміщають у часі, тобто наступна робота починається ще до завершення попередньої.

За паралельно-послідовного виконання робіт загальна тривалість циклу розраховується за формулою:

$$T_u^{n-n} = \sum_{i=1}^n T_{ei} - \sum_{i=1}^{n-1} \tau_{(i \rightarrow i+1)}, \quad (9.7)$$



де  $\tau_{(i \rightarrow i+1)}$  - тривалість сумісного виконання двох логічно пов'язаних робіт.

При великій кількості робіт, проектуванні складної продукції та технології, що потребує залучення значного числа виконавців, формування календарних планів із використанням лінійних графіків ускладнюється й стає неефективним. Тому при розробці календарних планів реалізації складних проектів створення нової продукції використовують сіткові моделі.

### **9.5. Принципи сіткового планування і управління. Порядок побудови сіткових моделей**

*Сіткове планування і управління (СПУ)* – це комплекс графічних і розрахункових методів, організаційних заходів і контрольних прийомів, які забезпечують моделювання, аналіз і динамічну перебудову плану виконання складних проектів і розробок.

#### *а) Основні поняття та визначення.*

Основним плановим документом в системі СПУ є *сітковий графік (модель)* – графічне зображення комплексу робіт (операцій) у логічній послідовності їх виконання з відображенням наявних технологічних та організаційних взаємозв'язків.

В термінах теорії графів сітковий графік – це орієнтований граф без контурів, ребра якого мають одну або кілька числових характеристик. Ребра графу – це роботи, а вершини – події. Таким чином, сітковий графік складається з робіт і подій.

*Роботи* – це процеси або дії, які приводять до досягнення певних результатів (подій). Роботи є дійсні (ті, які вимагають витрат часу на виконання) і фіктивні (відображають зв'язок між результатами окремих робіт (подій), але витрат часу не вимагають). Роботи в сітковому графіку позначають стрілкою (дійсні – суцільною, фіктивні – пунктирною). Над стрілкою проставляють час виконання робіт.

*Події* – це результат виконання робіт. Формулювання події завжди записується в завершій формі, яка не допускає двоякого тлумачення (наприклад, проектування виробу закінчено, технологічне оснащення виготовлено, лабораторні випробування завершено і т.п.). Подія означає момент завершення даної роботи і може бути відправною точкою для початку послідовних робіт. Події в сітковому графіку позначають будь-якою геометричною фігурою, в якій проставляють її номер.

В сіткових графіках розрізняють наступні події:

- вихідна подія – подія, яка не має попередніх і відображає початок всього комплексу робіт (позначається символом  $J$ );
- завершальна подія – подія, яка не має послідовних і відображає кінець всього комплексу робіт (позначається символом  $C$ );
- події, які знаходяться між вихідною і завершальною. Їх поділяють на початкові (за якими починається робота) і кінцеві (яким передують дана робота). Початкові події позначають символом  $i$ , а кінцеві -  $j$ .

Будь яка послідовність робіт в сітковому графіку, в якій кінцева подія попередньої роботи служить початковою подією для наступної роботи, називається *шляхом* (рис. 9.10).

В системах СПУ розрізняють:

- повний шлях – від вихідної події до завершальної (позначається  $L(J \div C)$ );
- шлях до даної події – від вихідної події до даної (позначається  $L(J \div i)$ );
- шлях за даною подією – від даної події до завершальної (позначається  $L(i \div C)$ );
- шлях між двома проміжними подіями (позначається  $L(i \div j)$ );
- критичний шлях - максимальний по тривалості шлях між вихідною і завершальною подіями. На графіку виділяється жирною лінією або іншим кольором.

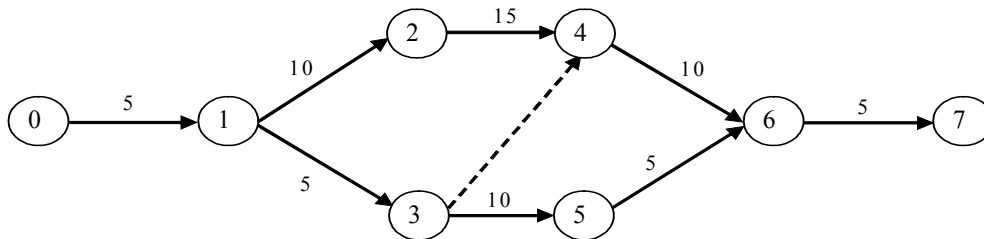


Рисунок 9.10 - Приклад сіткового графіка

*б) Порядок розробки сіткових графіків.*

При розробці сіткових графіків рекомендується такий порядок:

1. Весь комплекс робіт поділяють на окремі етапи або групи, призначають відповідальних виконавців.
2. Кожен відповідальний виконавець складає перелік всіх робіт і подій, необхідних для виконання поставленого перед ним завдання, та складає графік для даної частини роботи.
3. Визначають час для виконання кожної роботи.
4. Розраховують всі параметри сіткового графіка;
5. Проводять аналіз і оптимізацію сіткового графіка.

*в) Правила побудови сіткових графіків:*

- потік часу в графіку повинен іти зліва направо та зверху вниз (номер події на кінці стрілки повинен бути більшим за номер події, з якої вона виходить);
- графік не повинен мати «тупиків», тобто подій, які не мають попередніх чи послідуєчих робіт (окрім вихідної та завершальної);
- графік повинен мати лише одну вихідну та одну завершальну подію (для одноцільової моделі);
- в графіку не повинно бути замкнутих контурів;
- між двома подіями може бути проведена лише одна робота. Якщо необхідно провести дві роботи, то вводиться додаткова подія і фіктивна робота.

## 9.6. Розрахунок основних параметрів сіткових моделей

При сітковому плануванні розраховуються наступні параметри:

1. *Тривалість виконання робіт*, яка може визначатися:

- детерміновано, тобто однозначно з достатньою достовірністю;

- ймовірно, тобто час виконання робіт коливається в досить широких межах і є випадковою величиною.

У першому випадку трудомісткість розраховується за нормативним методом з врахуванням кількості виконавців (див. лінійні графіки).

У ймовірнісних сіткових графіках тривалість робіт розраховується на основі даних про реалізацію аналогічних проектів з врахуванням думок кваліфікованих експертів як імовірна величина, що визначається або трьома параметрами часу: мінімально необхідним  $t_{\min}$ , максимально необхідним  $t_{\max}$  та найбільш імовірним  $t_{н.і}$ , або двома параметрами:  $t_{\min}$  та  $t_{\max}$ . Тривалість виконання роботи, що очікується, визначається шляхом статистичного усереднення вказаних імовірнісних оцінок. Зрозуміло, що точність визначення у цьому випадку залежить від розсіювання  $t_{\min}; t_{\max}$ . Чим ближче ці величини, тим надійнішою буде оцінка тривалості роботи.

Якщо використовується три оцінки часу, то очікувану тривалість роботи визначають за формулою:

$$t_{оч} = \frac{t_{\min} + 4t_{н.і} + t_{\max}}{6}. \quad (9.8)$$

Дисперсія (міра «розсіювання» часу):

$$\sigma_{t_{оч}}^2 = \left( \frac{t_{\max} - t_{\min}}{6} \right)^2. \quad (9.9)$$

Якщо використовується дві оцінки часу, то очікувану тривалість роботи визначають за формулою:

$$t_{оч} = \frac{3t_{\min} + 2t_{\max}}{5}, \quad (9.10)$$

а дисперсію:

$$\sigma_{t_{оч}}^2 = 0,04(t_{\max} - t_{\min})^2, \quad (9.11)$$

де  $t_{\min}$  - мінімальна тривалість роботи при сприятливих умовах її виконання;

$t_{\max}$  - максимальна тривалість роботи при несприятливих умовах її виконання;

$t_{н.і}$  - найбільш імовірна тривалість роботи, тобто тривалість її виконання за нормальних умов (які найчастіше зустрічаються).

Оскільки робота на сітковому графіку визначається початковою ( $i$ -тою) та кінцевою ( $j$ -тою) подіями, то найбільш часто очікувану тривалість кожної роботи позначають  $t_{ij}$ .

Тривалість робіт оцінюється в одиницях часу (годинах, днях тощо).

2. *Тривалість шляху* у сітковому графіку (будь-якої неперервної послідовності робіт між двома подіями) дорівнює сумі тривалостей робіт, які належать цьому шляху, тобто:

$$T_{Lij} = \sum t_{ij} . \quad (9.12)$$

Максимальний за тривалістю шлях, який веде від початкової до завершальної події графіка (критичний шлях):

$$T_{L\text{кр}} = T_{L(J \rightarrow C)\text{max}} . \quad (9.13)$$

3. *Ранній строк (термін) настання будь-якої події* ( $T_{pi}$ ) досягнеться тоді, коли будуть виконані всі роботи, які знаходяться на максимально тривалому шляху від вихідної події до даної, тобто:

$$T_{pi} = T_{L(J \rightarrow i)\text{max}} . \quad (9.14)$$

4. *Пізній строк (термін) настання події* ( $T_{ni}$ ) дорівнює різниці між тривалістю критичного шляху і максимальною тривалістю з усіх можливих шляхів від даної події до завершальної:

$$T_{ni} = T_{L\text{кр}} - T_{L(i \rightarrow C)\text{max}} . \quad (9.15)$$

При цьому:

- для будь-якої події, що розташована на критичному шляху, ранній і пізній строки (терміни) її настання рівні між собою;
- для завершальної події сіткового графіка ранній та пізній строки (терміни) її настання рівні між собою й дорівнюють тривалості критичного шляху;
- взагалі тривалість критичного шляху визначає мінімально можливу загальну тривалість виконання всього комплексу робіт, що становить сітковий графік;
- для вихідної події сітки її ранній і пізній строки настання дорівнюють нулю.

5. *Резерв часу події* ( $R_i$ ) є мірою її критичності й визначається різницею між пізнім і раннім строками її настання:

$$R_i = T_{ni} - T_{pi} . \quad (9.16)$$

Для подій, що розташовані на критичному шляху, резерв часу відсутній, тобто дорівнює нулю.

6. *Ранній початок роботи* ( $T_{pn\ ij}$ ) - це найбільш ранній час, коли вона може бути розпочата. Він дорівнює ранньому строку настання початкової події роботи:

$$T_{pn\ ij} = T_{pi} . \quad (9.17)$$

Ранній початок усіх робіт, що починаються з вихідної події, дорівнює нулю.

7. *Раннє закінчення роботи* ( $T_{pz\ ij}$ ) дорівнює сумі її раннього початку і тривалості цієї роботи:

$$T_{pz\ ij} = T_{pn\ ij} + t_{ij} . \quad (9.18)$$

8. *Пізнє закінчення роботи* ( $T_{n3\ ij}$ ) — це найбільш пізній із можливих строків її завершення, при якому не буде змінюватися тривалість критичного шляху (загальний термін виконання комплексу робіт). Пізній строк закінчення роботи дорівнює пізньому строку настання її завершальної події:

$$T_{n3\ ij} = T_{nj} . \quad (9.19)$$

9. *Пізній початок роботи* ( $T_{m1\ ij}$ ) дорівнює різниці між її пізнім завершенням і тривалістю цієї роботи:

$$T_{m1\ ij} = T_{n3\ ij} - t_{ij} . \quad (9.20)$$

10. *Повний (загальний) резерв (запас) часу роботи* ( $R_{n\ ij}$ ) - це кількість часу, на яку можливо збільшити тривалість цієї роботи, не змінюючи пізнього строку настання завершальної події сіткового графіка, тобто не змінюючи тривалості критичного шляху. Повний (загальний) резерв часу роботи дорівнює різниці між пізнім та раннім закінченням роботи:

$$R_{n\ ij} = T_{n3\ ij} - T_{p3\ ij} = T_{nj} - T_{pi} - t_{ij} . \quad (9.21)$$

11. *Вільний резерв часу роботи* ( $R_{e\ ij}$ ) визначають як різницю між раннім початком наступної роботи та раннім закінченням даної роботи, тобто:

$$R_{e\ ij} = T_{p1\ jk} - T_{p3\ ij} = T_{pj} - T_{pi} - t_{ij} . \quad (9.22)$$

Для робіт, які знаходяться на критичному шляху, повний і вільний резерви часу дорівнюють нулю.

Розрахунок сіткового графіка доцільно проводити в табличній формі за строками настання подій у наступній послідовності:

- креслиться таблиця розрахунку сіткового графіка. Кількість горизонтальних рядків таблиці дорівнює кількості робіт сіткового графіка;
- до таблиці заносяться коди робіт та їх тривалість. Роботи заносяться відповідно до порядку зростання номерів їх початкових і кінцевих подій;
- у випадку імовірнісного оцінювання тривалості роботи її значення розраховується за наведеними вище формулами визначення очікуваної тривалості робіт;

- розраховуються ранні терміни настання подій. Рекомендується спочатку розрахувати  $T_{pi}$ , а потім  $T_{pj}$ . Розрахунки здійснюються послідовно від першої події до останньої, тобто "зверху - донизу";

У процесі розрахунків треба пам'ятати, що для збіжних (однакових) номерів початкових і кінцевих подій різних робіт  $T_{pi} = T_{pj}$ . Це, з одного боку, полегшує розрахунок, а з другого - є засобом перевірки розрахунків.

- визначаються пізні терміни настання кінцевих подій робіт;
- визначаються терміни початку та завершення робіт;
- визначаються резерви часу подій та робіт.

### 9.7. Аналіз та оптимізація сіткових моделей

Реалізація кожного проекту, як правило, обмежується у часі та за використанням ресурсів. Тому після побудови і розрахунку сітковий графік піддається коригуванню – оптимізації за цими двома напрямками.

Перший етап оптимізації полягає в аналізі сіткового графіка, що дозволяє оцінити доцільність його структури, визначити ступінь складності виконання кожної роботи, ймовірність настання завершальної події у встановлений термін.

Рівень напруженості виконання кожної роботи сіткового графіка (крім робіт критичного шляху) характеризується *коефіцієнтом напруженості роботи*:

$$k_{n\ ij} = \frac{T_{L\ max} - T'_{L\ kp}}{T_{L\ kp} - T'_{L\ kp}}, \quad (9.23)$$

де  $T_{L\ max}$  - тривалість максимального шляху, який проходить через дану роботу і веде від початкової до завершальної події графіка;

$T_{L\ kp}$  - тривалість критичного шляху;

$T'_{L\ kp}$  - відрізок, на якому  $T_{L\ max}$  і  $T_{L\ kp}$  співпадають.

Роботи, які мають однакові повні резерви часу, можуть мати різні  $k_{n\ ij}$ , тобто резерв недостатньо повно характеризує складність їх виконання. Роботи з коефіцієнтом напруженості  $k_{n\ ij} = 0,8 \div 0,9$  відносяться до критичної зони і називаються роботами підкритичного шляху. Роботи з коефіцієнтом напруженості  $k_{n\ ij} < 0,8$  мають частину вільних ресурсів, які можуть бути передані для використання на роботах критичного і підкритичного шляху.

Ймовірність настання завершальної події у встановлений термін визначають за формулою

$$P(T_{\text{дир}}) = \Phi(z), \quad (9.24)$$

$$\text{де } z = \frac{T_{\text{дир}} - T_{L\ kp}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \sigma_{ij}^2(\text{крит})}}, \quad (9.25)$$

де  $T_{\text{дир}}$  - встановлений термін виконання робіт;

$T_{L\ kp}$  - величина критичного шляху;

$n$  – число робіт, які належать критичному шляху;

$\sigma_{ij}^2$  - міра розсіювання часу робіт критичного шляху.

По таблицях математичної статистики за значенням  $z$  знаходять значення функції  $P(T_{\text{дир}})$ . Для величини  $P(T_{\text{дир}})$  є визначені границі допустимого ризику, а саме:  $0,35 < P(T_{\text{дир}}) < 0,65$ .

Якщо величина  $P(T_{\text{дир}})$  знаходиться в даних границях – завершальна подія наступить у заданий термін. При  $P(T_{\text{дир}}) < 0,35$  - необхідне перепланування графіка, а при  $P(T_{\text{дир}}) > 0,65$  - на роботах критичного шляху є зайві ресурси. Тоді тривалість робіт можна скоротити.

Оптимізація сіткового графіка за часом проводиться тоді, коли тривалість критичного шляху перевищує встановлену директивну тривалість виконання

всього комплексу робіт ( $T_{L\text{кр}} > T_{\text{дир}}$ ). Зменшення тривалості робіт критичного, а за необхідності і підкритичного шляху досягається:

а) зміною топології графіка, тобто поділом певної роботи на декілька простіших робіт, які можна виконувати паралельно;

б) переведенням працівників з робіт, які мають значні резерви часу (враховуються значення коефіцієнтів напруженості робіт) на виконання критичних робіт. В результаті досягається вирівнювання резервів часу робіт та скорочення загальної тривалості критичного шляху;

в) зміною термінів початку та закінчення робіт в межах повного резерву часу їх виконання.

Прикладом оптимізації сіткового графіка за використанням ресурсів може бути оптимізація за критерієм рівномірності завантаження задіяних працівників. Її суть полягає у згладжуванні “піків” і “провалів” на графіку використання працівників. Згладжування виконується на тих роботах, що мають резерви часу, шляхом “переміщення” або “розтягнення” строків їх виконання.

Оптимізація завантаження задіяних працівників здійснюється шляхом побудови “карти проекту”, тобто графіка щоденної потреби у працівниках, у наступній послідовності:

а) будується лінійна діаграма, в якій по осі абсцис наноситься рівномірна шкала часу (від 0 до  $T_{L\text{кр}}$ );

б) кожна робота зображається паралельною осі абсцис (вище від неї) смугою, довжина якої рівна тривалості роботи. Роботи на діаграму наносяться по ранніх строках (термінах) настання початкової події і розташовуються знизу вверх просторово у порядку зростання індексів “ $i$ ” та “ $j$ ”;

в) щоденна потреба у працівниках визначається як сума задіяних на кожній роботі у даний період виконавців і зображається на нижній частині діаграми (нижче осі абсцис) у вигляді стовпчикової діаграми. Ця діаграма дозволяє наочно показати дні з максимальною і мінімальною потребою в працівниках;

г) для вирівнювання потреби в працівниках аналізується можливість пересування вправо окремих робіт з періодів, у яких задіяна надлишкова чисельність персоналу. Аналіз починається з першого такого періоду. Переважно пересуваються роботи, які мають максимальний повний резерв часу, а далі – по мірі зменшення цього резерву. Не допускається перенесення робіт критичного шляху, лише у випадку крайньої потреби пересуваються роботи, виконання яких розпочалося раніше;

д) після досягнення бажаної чисельності виконавців на першому проаналізованому етапі будується нова лінійна діаграма і за аналогічною схемою проводиться оптимізація для наступного періоду і т.д. Розглянувши таким чином кожен період, можна досягти встановленої чисельності виконавців.

Приклад. Для сіткового графіка, наведеного на рис. 9.11, розрахувати основні параметри:

- тривалість критичного шляху;
- ранні та пізні терміни настання подій;
- резерви часу подій;
- терміни початку та завершення робіт;
- резерви часу робіт;
- коефіцієнти напруженості робіт.

Очікуваний час виконання робіт  $t_{ij}$  розрахований на основі трьох параметрів часу, зазначених експертами для кожної роботи сіткового графіка:

для роботи 1-2 -  $t_{12} = 3$ ;      для роботи 2-3 -  $t_{23} = 1$ ;      для роботи 4-6 -  $t_{46} = 2$ ;

для роботи 1-3 -  $t_{13} = 2$ ;      для роботи 2-5 -  $t_{25} = 4$ ;      для роботи 5-6 -  $t_{56} = 4$ .

для роботи 1-4 -  $t_{14} = 4$ ;      для роботи 3-6 -  $t_{36} = 3$ ;

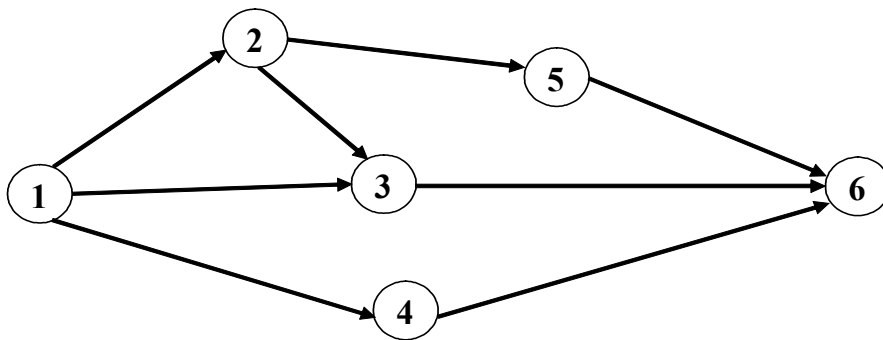


Рисунок 9.11 – Схема сіткового графіка

Для виконання робіт планується задіяти 3 виконавців. Провести оптимізацію сіткового графіка за критерієм рівномірності завантаження задіяних працівників.

Розв'язок. Для визначення критичного шляху у сітковому графіку необхідно розрахувати тривалості всіх чотирьох можливих шляхів, які ведуть від початкової до завершальної події графіка:

шлях I – 1-2-5-6,  $T_{LI} = 3 + 4 + 4 = 11$ ;

шлях II – 1-2-3-6,  $T_{LII} = 3 + 1 + 3 = 7$ ;

шлях III – 1-3-6,  $T_{LIII} = 2 + 3 = 5$ ;

шлях IV – 1-4-6,  $T_{LIV} = 4 + 2 = 6$ .

Таким чином, критичний шлях сіткового графіка проходить через роботи 1-2, 2-5 і 5-6. Тривалість критичного шляху  $T_{LKK} = 11$ .



Результати розрахунку інших параметрів сіткового графіка зведені у таблицю.

Код роботи	$t_{ij}$	$T_{pi}$	$T_{pj}$	$T_{ni}$	$T_{nj}$	$R_i$	$R_j$	$T_{pij}$	$T_{p3ij}$	$T_{n3ij}$	$T_{mij}$	$R_{nij}$	$R_{6ij}$
12	3	0	3	0	3	0	0	0	3	3	0	0	0
13	2	0	4	0	8	0	4	0	2	8	6	6	2
14	4	0	4	0	9	0	5	0	4	9	5	5	0
23	1	3	4	3	8	0	4	3	4	8	7	4	0
25	4	3	7	3	7	0	0	3	7	7	3	0	0
36	3	4	11	8	11	4	0	4	7	11	8	4	4
46	2	4	11	9	11	5	0	4	6	11	9	5	5
56	4	7	11	7	11	0	0	7	11	11	7	0	0

Коефіцієнти напруженості робіт розраховуються кожної роботи сіткового графіка, крім робіт критичного шляху:

$$k_{n13} = \frac{T_{L\max} - T'_{Lkp}}{T_{Lkp} - T'_{Lkp}} = \frac{5-0}{11-0} = 0,45,$$

де  $T_{L\max} = 5$  - тривалість максимального шляху, який проходить через роботу 1-3 і веде від початкової до завершальної події графіка (цей шлях включає роботи 1-3 і 3-4);

$T_{Lkp} = 11$  - тривалість критичного шляху;

$T'_{Lkp} = 0$  - оскільки для даної роботи  $T_{L\max}$  і  $T_{Lkp}$  не співпадають на жодному відрізку.

$$k_{n14} = \frac{6-0}{11-0} = 0,55;$$

$$k_{n23} = \frac{7-3}{11-3} = 0,5;$$

Для даної роботи  $T'_{Lkp} = 3$ , оскільки  $T_{L\max}$  і  $T_{Lkp}$  проходять через роботу 1-2.

$$k_{n36} = \frac{7-3}{11-3} = 0,5;$$

$$k_{n46} = \frac{6-0}{11-0} = 0,55.$$

Для оптимізації завантаження задіяних на виконання робіт сіткового графіка працівників будується “карта проекту” (рис. 9.12).

У верхній частині “карти проекту” паралельною осі абсцис зображається кожна робота сіткового графіка: знизу вверх роботи відкладаються просторово у напрямку зростання індексів подій “i” та “j”, а зліва направо - зі збереженням їх тривалості у часі, виходячи з раннього терміну початку роботи  $T_{pij}$ . Під кожною роботою проставлено кількість задіяних на її виконанні працівників.

На нижній частині “карти проекту” у вигляді стовпчикової діаграми зображено графік щоденної потреби у працівниках, яка визначена як сума задіяних на виконанні кожної роботи у даний період виконавців. Наприклад, у

перший та другий день виконується 3 роботи (1-2, 1-3, 1-4), на кожен з яких планується задіяти по одному працівнику, тобто щоденна потреба складає 3 чол. У третій день будуть продовжені роботи 1-2 та 1-4, а робота 1-3 до цього моменту завершиться - потреба складає 2 чол. і т.д.

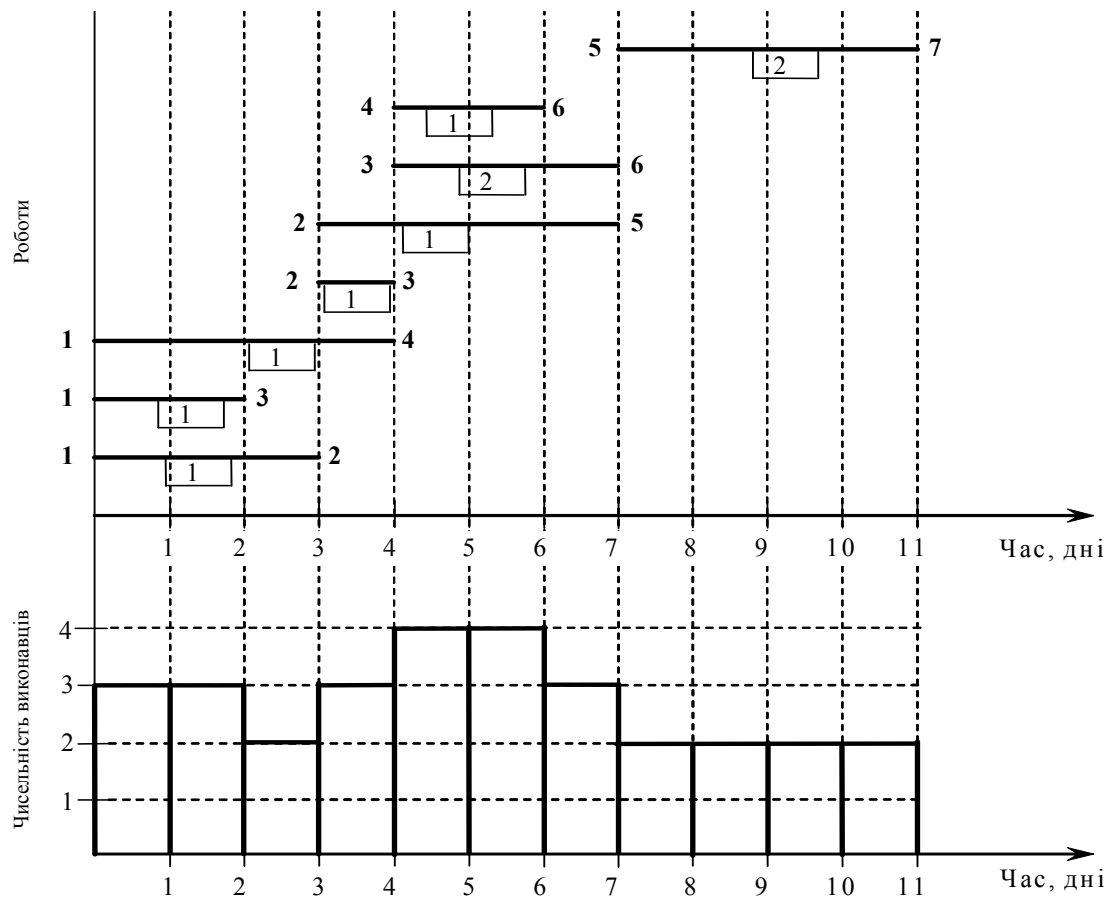


Рисунок 9.12 – Оптимізація завантаження задіяних на виконання робіт сіткового графіка працівників шляхом побудови “карти проекту”

Як видно з діаграми, при запланованому порядку на п’ятий та шостий дні роботи в повному обсязі виконати неможливо, так як у цей період потрібно 4 працівники, а умовою задачі їх чисельність обмежена 3.

До певної міри проблемним є також і третій день, так як після повного завантаження всіх наявних працівників у два перших дні, на цей період одного виконавця треба переводити на іншу роботу або залишати незадіяним.

Для вирівнювання потреби в працівниках аналізується можливість зміщення на пізніше початку окремих робіт з періодів, у яких задіяна надлишкова чисельність персоналу. Аналіз починається з першого проблемного періоду – у даному випадку з третього дня. За першим варіантом плану передбачалося, що робота 1-3 на цей момент буде завершена. Проте, як видно з результатів попередніх розрахунків, повний резерв часу цієї роботи рівний 6 днів, тобто саме на такий максимальний період можна відкласти її початок. Обмежимося зміщенням на один день.

На п'ятий та шостий дні заплановані 3 роботи (2-5, 3-6, 4-6). Максимальний повний резерв часу має робота 4-6 – 5 днів. Відкладемо початок її виконання на 3 дні.

Оптимізований варіант «карти проекту» подано на рис. 9.13.

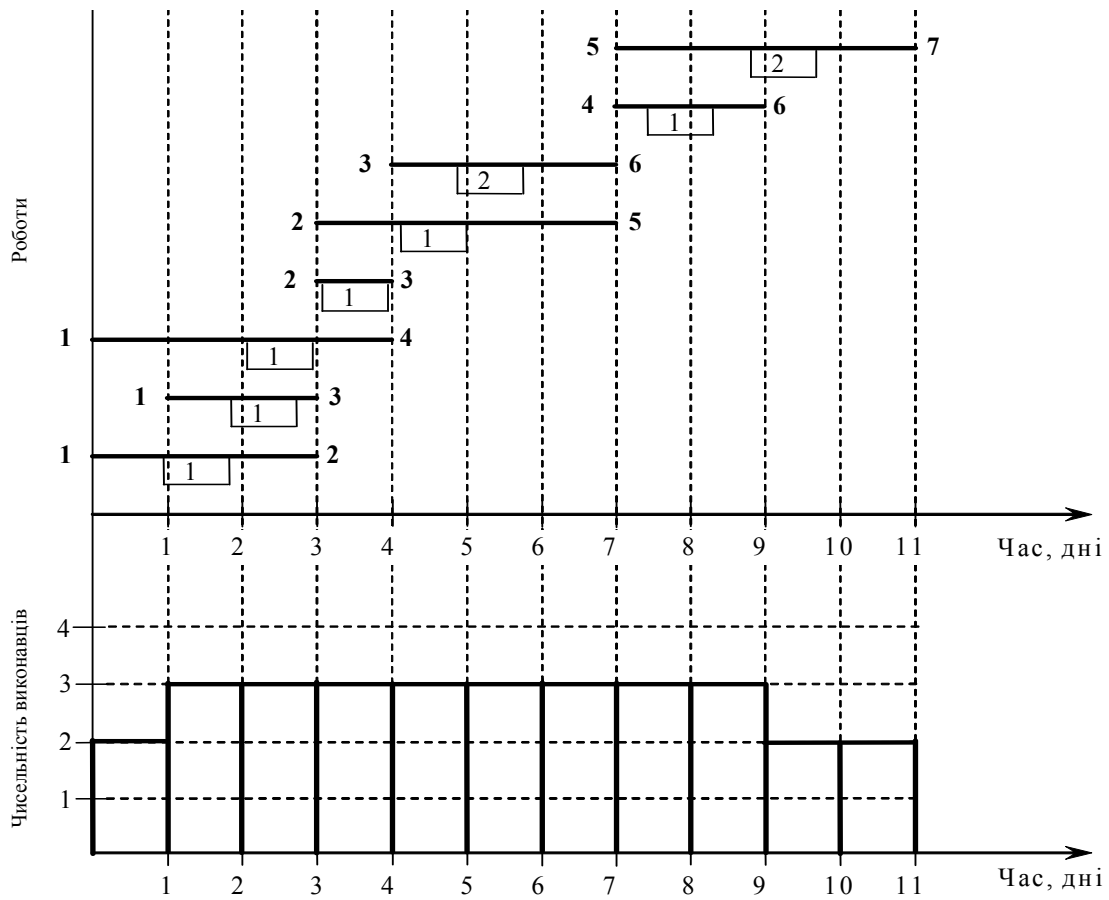


Рисунок 9.13 – Оптимізований варіант «карти проекту»

## Контрольні запитання

### **Контрольні запитання до теми №1:**

1. Розкрийте суть виробничої системи.
2. Назвіть передумови створення підприємства і головні напрямки його діяльності.
3. Які є основні завдання промислового підприємства?
4. Дайте визначення науково-технічного прогресу і розкрийте його особливості.
5. Висвітліть поняття і зміст науково-технічного потенціалу.
6. У чому полягає сутність інноваційної діяльності?
7. Хто здійснює вибір пріоритетних напрямків розвитку науки і техніки?
8. Які науково-технічні програми розробляються в рамках пріоритетних напрямків науково-технічного прогресу?
9. Яким науково-технічним програмам приділяють особливе значення в Україні? Розкрийте їх сутність.
10. Чи потрібне державне регулювання науково-технічного прогресу і чому?
11. Які є особливості державного втручання у розвиток науки і техніки?
12. Як здійснюється комплексна оцінка ефективності заходів, направлених на прискорення науково-технічного прогресу?
13. Дайте визначення терміну «інновації».
14. Назвіть основні заходи науково-технічного прогресу.
15. Як проводиться формування науково-технічного прогресу в США і Японії?
16. Як проводиться прогнозування і планування науково-технічного прогресу та інноваційна діяльність в Україні?

### **Контрольні запитання до теми №2:**

1. Розкрийте суть створення нової продукції.
2. Про що свідчить концепція життєвого циклу товару.
3. Розкрийте суть етапів життєвого циклу виробу.
4. Дайте коротку характеристику науково-дослідних робіт.
5. Розкрийте суть проектно-конструкторських робіт.
6. Що означає планування створення нової продукції?
7. Які основні завдання вирішує система планування створення нової продукції?
8. Назвіть загальні принципи планування створення нової продукції.
9. Охарактеризуйте заходи по покращенню системи створення та освоєння нової продукції.
10. Охарактеризуйте зарубіжний досвід з розробки і освоєння нових виробів.
11. У чому полягає суть технічного завдання?
12. Розкрийте суть технологічної підготовки виробництва.

### ***Контрольні запитання до теми №3:***

1. У чому є суть пошуку і рішення творчих технічних задач?
2. У чому є суть технічної творчості?
3. Охарактеризуйте джерела розвитку технічних об'єктів.
4. Охарактеризувати задачі за ступенем їх складності.
5. Які існують перешкоди при розробці нових технічних рішень?
6. Які розділи включає технічне завдання?
7. Які є методи активізації пошуку нових технічних рішень?
8. Як проводять використання «чужих ідей» технічних рішень для розвитку технічних об'єктів в області техніки розробника?
9. Як здійснюється використання нових матеріалів і пристроїв?
10. Що таке мозковий штурм?
11. Які є модифікації мозкового штурму?
12. В чому суть методу контрольних питань при пошуку ідей?
13. Охарактеризуйте метод синетики.
14. Охарактеризуйте метод морфологічного аналізу.
15. У чому полягає метод алгоритму рішення винахідницьких задач?
16. Охарактеризуйте метод очікування рішень.
17. Які є різновиди творчих технічних задач?

### ***Контрольні запитання до теми №4:***

1. Як відбувалось зародження авторського права?
2. Як здійснюється правова охорона результатів творчої діяльності?
3. Які є етапи патентних досліджень?
4. Охарактеризуйте основні положення патентного дослідження.
5. Який є порядок проведення патентних досліджень?
6. Що таке винахід?
7. Що таке відкриття?
8. Що таке раціоналізаторська пропозиція?
9. З яких документів складається заявка на винахід?
10. Розкрийте суть формули винаходу.
11. Які є види робіт при проведенні патентних досліджень?
12. Дайте порівняльну характеристику понять «винахід» і «відкриття».
13. Поняття винахід і його характеристика.
14. Перелік об'єктів, які не визнаються винаходами, їхнє значення.
15. Сукупність документів необхідних для отримання патенту на винахід.
16. Формула винаходу і її структура.
17. Що таке товарний знак і знак обслуговування?
18. Як здійснюється класифікація винаходів?
19. Відкриття як об'єкт промислової власності.
20. У чому суть патентних досліджень?
21. Що таке патентоспроможність?
22. У чому суть патенту на промисловий зразок?
23. Порядок проведення патентних досліджень та їх суть.

### ***Контрольні запитання до теми №5:***

1. Що таке наука?
2. Які науки відносяться до фундаментальних?
3. Які науки відносяться до прикладних?
4. Охарактеризуйте систему наукових закладів України?
5. Що таке наукове дослідження?
6. Яка мета наукового дослідження?
7. Розкрийте суть схеми приведення наукового дослідження.
8. Що таке теорія?
9. У чому суть теоретичних досліджень?
10. Які є задачі теоретичних досліджень?
11. Що таке науковий закон?
12. Розкрийте суть наукового напрямку та наукової проблеми.
13. Розкрийте суть наукового документу.
14. Що таке предмет і об'єкт дослідження?
15. Розкрийте суть гіпотези.
16. Які ставляться вимоги до задач досліджень?
17. Що таке математична модель?
18. Розкрийте суть основних методів проведення теоретичних та експериментальних досліджень.
19. Розкрийте суть індукції та дедукції.
20. Розкрийте суть наукової ідеї та гіпотези.
21. Розкрийте суть абстракції.
22. Розкрийте суть пошукових дослідів.
23. Розкрийте суть системного підходу і системного аналізу.
24. Як проводиться аналіз результатів досліджень і їх оформлення?
25. Як проводиться обробка результатів дослідження?
26. Розкрийте суть структуру звіту з виконання наукових досліджень.

### ***Контрольні запитання до теми №6:***

1. Розкрийте суть експерименту.
2. Розкрийте суть теорії планування експерименту.
3. Що є характерним для планування експерименту?
4. Розкрийте суть програми експерименту.
5. Назвіть методи нейтралізації факторів.
6. Розкрийте суть параметру оптимізації.
7. Дайте загальну характеристику дисперсійного аналізу.
8. Назвіть методи проведення експериментальних досліджень.
9. Розкрийте суть якісних та кількісних факторів.
10. У чому полягає сутність вимірювальної системи?
11. Розкрийте суть поняття апріорної інформації.
12. Розкрийте суть методик дисперсійного аналізу.
13. Розкрийте суть методик кореляційного аналізу.
14. Розкрийте суть однофакторного дисперсійного аналізу.
15. Розкрийте суть методик експериментальних досліджень.

**Контрольні запитання до теми №7:**

1. Розкрийте суть поняття дослідно-конструкторська робота.
2. Що таке конструкторська документація?
3. Що таке технічна документація?
4. Що таке дослідний зразок і дослідна партія?
5. Розкрийте суть поняття проектно-конструкторські роботи.
6. Що таке технічне завдання?
7. Що таке технічна пропозиція?
8. Що таке ескізний проект?
9. Які підрозділи беруть участь у розробці виробу і у чому полягають їхні функції?
10. Чим займається дослідне (експериментальне) виробництво?
11. Розкрийте суть поняття стандартизація і уніфікація виробів.
12. Що таке випереджаюча стандартизація?
13. Як проводиться відпрацювання конструкції виробу на технологічність?
14. Якими показниками оцінюється конструкція виробу на технологічність?
15. У чому різниця між стандартним, уніфікованим, запозиченим і оригінальним виробом?
16. Розкрийте суть коефіцієнтів стандартизації, уніфікації та збірності.
17. Що таке функціонально-вартісний аналіз?
18. На чому ґрунтується метод функціонально-вартісного аналізу?
19. Які основні принципи функціонально-вартісного аналізу?
20. Які завдання можуть бути вирішені за допомогою функціонально-вартісного аналізу?
21. Назвіть етапи послідовності здійснення функціонально-вартісного аналізу.
22. З чого починається схема виконання робіт з функціонально-вартісного аналізу при вдосконаленні виробів?
23. Що включає в себе відпрацювання конструкції виробу на технологічність?
24. Що включає в себе комплекс робіт щодо зниження трудомісткості і собівартості виготовлення виробу?
25. В чому суть узгодження креслень виробу на технологічність?
26. Що включає в себе комплекс робіт щодо зниження матеріаломісткості виробу?
27. Розкрийте загальні поняття системи автоматизованого проектування.
28. Як здійснюється управління процесом автоматизованого проектування?
29. Як здійснюється управління розподілом інформації між учасниками робіт у системі автоматизованого проектування?
30. Які основні завдання електронного архіву?
31. Які є основні системи автоматизованого проектування?

### **Контрольні запитання до теми №8:**

1. Що таке технологічна підготовка виробництва?
2. Які роботи входять до складу технологічної підготовки виробництва?
3. Як здійснюється управління технологічною підготовкою виробництва?
4. Назвіть основні завдання єдиної системи технологічної підготовки виробництва.
5. Що є інформаційною основою єдиної системи технологічної підготовки виробництва?
6. Назвіть види виробництв і дайте їм характеристику?
7. Дайте визначення технологічної готовності виробництва.
8. Що таке виробничий цикл?
9. Охарактеризуйте виробничий цикл.
10. Що таке технологічне оснащення?
11. У чому полягає суть варіантного проектування технологічних процесів?
12. Що таке технологічний процес?
13. Що таке уніфікований технологічний процес?
14. Що таке груповий технологічний процес?
15. Які види технологічних процесів ви знаєте? Дайте їм характеристику.
16. Що називають технологічною документацією?
17. Назвіть основні документи при розробці технологічного процесу.
18. Дайте визначення поняття забезпечення технологічності конструкції виробу.
19. Які є обов'язки конструкторських підрозділів технологічних служб?
20. Що таке маршрутна карта?
21. Що таке карта технологічного процесу?
22. Що таке операційна карта?
23. Вирішення яких задач забезпечує відпрацювання конструкції виробу на технологічність?
24. Комплекс яких робіт проводиться щодо зниження матеріаломісткості виробу?
25. Комплекс яких робіт проводиться щодо зниження зниження трудомісткості і собівартості виготовлення виробу?
26. У чому полягає суть нормо-контролю конструкторської документації?
27. Які є обов'язки інструментальної служби?
28. Як здійснюється вибір технологічного оснащення при проектуванні технологічного процесу?
29. Як здійснюється вибір нормування витрат матеріальних ресурсів при проектуванні технологічного процесу?
30. Розкрийте суть коефіцієнту використання матеріалу.
31. Як здійснюється комплексна система автоматизації технологічної підготовки виробництва?
32. Чим займається бюро (група) розробки технологічних маршрутів?
33. Чим займається бюро (група) розробки технологічних процесів?



### **Контрольні запитання до теми №9:**

1. Розкрийте суть організаційної підготовки виробництва.
2. Розкрийте зміст етапів організаційної підготовки виробництва.
3. Як здійснюється розробка проекту технічного обслуговування виробництва?
4. Як здійснюється розробка проекту організації виробничого процесу?
5. Як здійснюється організація матеріально-технічного забезпечення і збуту нової продукції?
6. Як здійснюється розробка системи організації та оплати праці?
7. Як здійснюється створення нормативної бази для внутрізаводського техніко-економічного й оперативно-календарного планування?
8. Дайте характеристику послідовного методу переходу на випуск нової продукції.
9. Розкрийте особливості паралельного методу переходу на випуск нової продукції.
10. Розкрийте особливості використання паралельно-послідовного методу переходу на випуск нової продукції.
11. Розкрийте суть основних понять та визначень сіткового планування.
12. Який є порядок розробки сіткових графіків?
13. Які параметри розраховують при сітковому плануванні?
14. Які ви знаєте правила побудови сіткових графіків?
15. Як визначається тривалість виконання робіт при сітковому плануванні?
16. У чому різниця об'ємних і трудових нормативів при плануванні розробки і освоєння виробництва нових виробів?
17. Що таке графік Ганта?
18. Що таке подія у сітковому графіку?
19. Що таке у сітковому графіку?
20. Як скоротити тривалість критичного шляху у сітковому графіку?
21. Що таке вільний резерв часу роботи у сітковому графіку?
22. Що таке ранній строк (термін) настання будь-якої події у сітковому графіку?
23. Що таке пізній строк (термін) настання події у сітковому графіку?
24. Що таке пізнє закінчення роботи у сітковому графіку?
25. Що таке пізній початок роботи у сітковому графіку?
26. Що таке резерв часу події у сітковому графіку?
27. Що таке ранній початок роботи у сітковому графіку?
28. Що таке раннє закінчення роботи у сітковому графіку у сітковому графіку?
29. Що таке повний (загальний) резерв (запас) часу роботи у сітковому графіку?
30. З якою метою проводиться оптимізація сіткового графіка?
31. Як визначається коефіцієнт напруженості робіт сітковому графіку?

## Тестові завдання

### *Тестові завдання до розділу №1:*

1. Робота промислового підприємства базується на єдності:

- а) виробничо-технічній;
- б) організаційній;
- в) економічній;
- г) усіх перерахованих.

2. Сукупність засобів виробництва, матеріальних і трудових ресурсів, зумовлених виробничою технологією перетворювати матеріали і комплектуючі у кінцевий продукт господарської діяльності – це:

- а) виробнича система;
- б) виробничі об'єднання;
- в) системний аналіз;
- г) системний підхід.

3. Діяльність, яка пов'язана з підготовкою і підвищенням кваліфікації персоналу, створення належних умов праці і відпочинку, забезпечення соціального захисту працівників – це діяльність:

- а) виробнича;
- б) комерційна;
- в) економічна;
- г) соціальна.

4. Безперервний процес придбання, накопичення наукових знань про оточуюче середовище і на їх основі удосконалення діючих створення та впровадження прогресивних засобів і предметів праці, технологічних процесів - це:

- а) науково-технічна революція;
- б) науково-технічний прогрес;
- в) науково-технічний потенціал;
- г) науково-технічна діяльність.

5. Дослідження, за якими продукти праці відображаються у патентах на відкриття та винаходи, у монографіях, статтях, підручниках називається:

- а) фундаментальні дослідження;
- б) дослідно-конструкторські роботи;
- в) прикладні дослідження;
- г) усі перераховані.

6. Сукупність принципів і заходів, що забезпечують створення сприятливого інноваційного клімату у державі - це:

- а) інновації;
- б) інноваційна сфера;
- в) інноваційна діяльність;
- г) інноваційна політика.

7. Використання політики запозичення найважливіших технологічних розробок, відображають у групі пріоритетності:

- а) науково-технічні пріоритети вищого порядку;
- б) окремі інноваційні проекти;
- в) найважливіші види імпорту технологій;
- г) створення і впровадження новітніх технологій.

8. Вибір пріоритетних напрямків розвитку науки і техніки здійснюється:

- а) Комітетом по науці і технологіях;
- б) Міністерством економіки;
- в) АН з широким залученням вчених, конструкторів;
- г) усіх перерахованих.

9. Фундаментальні дослідження по пріоритетних напрямках науки, передбачають:

- а) підвищення рівня знань про людину та оточуюче середовище;
- б) науково-технічні і технологічні прориви по пріоритетних напрямках

НТП;

- в) реалізацію на міжнародному рівні;
- г) створення і освоєння новітніх видів техніки.

10. Після продажний сервіс забезпечує:

- а) обслуговування продукції у споживача;
- б) підготовку і підвищення кваліфікації персоналу;
- в) раціональне використання ресурсів підприємства;
- г) постійне вдосконалення продукції.

11. Раціоналісти:

а) це керівники, які приймають нове після глибокого пророблення, що виключає невиправданий ризик;

б) це керівники, які діють за вказівкою з боку, а ініціативу у прийнятті ризикованих рішень не виявляють;

в) це керівники, яким притаманний пошук, розробка, впровадження нового в виробництво; відсутність страху перед ризиком;

г) це керівники, яким притаманна прихильність новим ідеям, проектам незалежно від можливостей їхнього впровадження.

12. Ентузіасти:

а) це керівники, які приймають нове після глибокого пророблення, що виключає невиправданий ризик;

б) це керівники, які діють за вказівкою з боку, а ініціативу у прийнятті ризикованих рішень не виявляють;

в) це керівники, яким притаманний пошук, розробка, впровадження нового в виробництво; відсутність страху перед ризиком;

г) це керівники, яким притаманна прихильність новим ідеям, проектам незалежно від можливостей їхнього впровадження.

13. Науково-технічний потенціал:

а) сукупність науково-технічних кадрів, матеріальних, фінансових, інформаційних та інших ресурсів, необхідних для створення і реалізації досягнень НТП у народне господарство;

б) науковий або науково-прикладний результат науково-технічної діяльності, що має корисні властивості і призначений для застосування споживачем;

в) повністю або частково конфіденційні знання, досвід, технічні рішення, секрети виробництва, які не користуються правовою охороною, але містять інформацію для ефективної організації виробництва і є комерційною таємницею;

г) новостворені (застосовані) і (або) вдосконалені конкурентоздатні технології, продукція або послуги, а також організаційно-технічні рішення виробничого, адміністративного, комерційного або іншого характеру, що істотно поліпшують структуру та якість виробництва і (або) соціальної сфери.

#### 14. Науково-технічна продукція:

а) повністю або частково конфіденційні знання, досвід, технічні рішення, секрети виробництва, які не користуються правовою охороною, але містять інформацію для ефективної організації виробництва і є комерційною таємницею;

б) науковий або науково-прикладний результат науково-технічної діяльності, що має корисні властивості і призначений для застосування споживачем;

в) сукупність науково-технічних кадрів, матеріальних, фінансових, інформаційних та інших ресурсів, необхідних для створення і реалізації досягнень НТП у народне господарство;

г) новостворені (застосовані) і (або) вдосконалені конкурентоздатні технології, продукція або послуги, а також організаційно-технічні рішення виробничого, адміністративного, комерційного або іншого характеру, що істотно поліпшують структуру та якість виробництва і (або) соціальної сфери.

#### 15. «НОУ-ХАУ»:

а) науковий або науково-прикладний результат науково-технічної діяльності, що має корисні властивості і призначений для застосування споживачем;

б) сукупність науково-технічних кадрів, матеріальних, фінансових, інформаційних та інших ресурсів, необхідних для створення і реалізації досягнень НТП у народне господарство;

в) повністю або частково конфіденційні знання, досвід, технічні рішення, секрети виробництва, які не користуються правовою охороною, але містять інформацію для ефективної організації виробництва і є комерційною таємницею;

г) новостворені (застосовані) і (або) вдосконалені конкурентоздатні технології, продукція або послуги, а також організаційно-технічні рішення виробничого, адміністративного, комерційного або іншого характеру, що істотно поліпшують структуру та якість виробництва і (або) соціальної сфери.

#### 16. Інновації:

а) сукупність науково-технічних кадрів, матеріальних, фінансових, інформаційних та інших ресурсів, необхідних для створення і реалізації досягнень НТП у народне господарство;

б) науковий або науково-прикладний результат науково-технічної діяльності, що має корисні властивості і призначений для застосування споживачем;

в) повністю або частково конфіденційні знання, досвід, технічні рішення, секрети виробництва, які не користуються правовою охороною, але містять інформацію для ефективної організації виробництва і є комерційною таємницею;

г) новостворені (застосовані) і (або) вдосконалені конкурентоздатні технології, продукція або послуги, а також організаційно-технічні рішення виробничого, адміністративного, комерційного або іншого характеру, що істотно поліпшують структуру та якість виробництва і (або) соціальної сфери.

17. Система СОНП включає в себе:

а) виконання проектно-конструкторських робіт;

б) розробку технічного завдання;

в) експлуатацію виробу;

г) усі відповіді правильні.

18. Який з наведених етапів не належить до проектно-конструкторських робіт:

а) розробка технічної пропозиції;

б) виконання ескізного проекту;

в) відладка технологічного процесу виготовлення виробу;

г) розробка робочої документації.

19. Форми нової продукції:

а) технічне вдосконалення виробів;

б) принципово нові товари;

в) новий дизайн;

г) усі відповіді правильні.

20. Другий етап життєвого циклу виробу - це:

а) довготривалий період, що зумовлюється складністю процесів та інертністю ринку, системи збуту і реалізації;

б) період різкого збільшення обсягів випуску та реалізації (збуту);

в) період стабільного виробництва продукції;

г) період спаду виробництва та збуту

21. Завданням проектно-конструкторських робіт (ПКР) є:

а) мінімум витрат на ПКР;

б) скорочення циклу розробки;

в) досягнення високого науково-технічного рівня розробки;

г) усі відповіді правильні.

22. Який з поданих елементів не відноситься до періоду створення продукції:

а) виникнення ідеї;

б) проведення науково-дослідницьких робіт;

в) виконання конструкторсько-дослідницьких робіт;

г) зняття продукції з виробництва.

### **Тестові завдання до розділу №2:**

1. Під технічною творчістю розуміють:

- а) сукупність зв'язаних між собою технічних пристроїв, окремі технічні пристрої, вузли, деталі, матеріали, тобто все те, на що людина може безпосередньо впливати, висуваючи і впроваджуючи нові технічні пропозиції;
- б) діяльність направлену на розвиток об'єктів техніки на рівні винаходів та раціоналізаторських пропозицій;
- в) складові частини, що входять у технічний об'єкт, який вивчається;
- г) економічні, соціальні, політичні інтереси, що визначають рушійні фактори, які впливають з діяльності людини.

2. Під терміном технічний об'єкт розуміють:

- а) діяльність направлену на розвиток об'єктів техніки на рівні винаходів та раціоналізаторських пропозицій;
- б) складові частини, що входять у технічний об'єкт, який вивчається;
- в) сукупність зв'язаних між собою технічних пристроїв, окремі технічні пристрої, вузли, деталі, матеріали, тобто все те, на що людина може безпосередньо впливати, висуваючи і впроваджуючи нові технічні пропозиції;
- г) економічні, соціальні, політичні інтереси, які визначають рушійні фактори, які впливають з діяльності людини.

3. Елемент - це:

- а) складова частина, що входить у технічний об'єкт, який вивчається;
- б) економічні, соціальні, політичні інтереси, які визначають рушійні фактори, які впливають з діяльності людини;
- в) сукупність зв'язаних між собою технічних пристроїв, окремі технічні пристрої, вузли, деталі, матеріали, тобто все те, на що людина може безпосередньо впливати, висуваючи і впроваджуючи нові технічні пропозиції;
- г) діяльність направлену на розвиток об'єктів техніки на рівні винаходів та раціоналізаторських пропозицій.

4. Технічне завдання повинно включати такі розділи:

- а) назву, джерела розробки, технічні і економічні показники;
- б) назву, мету і призначення розробки, джерела розробки, технічні вимоги, економічні показники;
- в) економічні і фінансові показники, назву, джерела розробки;
- г) мету і призначення розробки, технічні вимоги, висновки.

5. Зворотній мозковий штурм:

- а) аналізуються генеровані ідеї і виконується пошук прийнятних;
- б) відбувається у письмовому вигляді, формується творче завдання і мета завдання і розсилається учасникам;
- в) використання спеціально складених питань у формі монологу винахідника;
- г) фіксуються варіанти виконання окремих функціональних вузлів або дій розгляд чуваного об'єкту і його елементів.

6. Метод контрольних питань:

- а) виконується пошук недоліків пристрою чи процесу; дозволяє сформулювати нові завдання по вдосконаленню досліджуваного об'єкта;

б) відбувається у письмовому вигляді, формується творче завдання і мета завдання і розсилається учасникам;

в) використання спеціально складених питань у формі монологу винахідника до себе або діалогу в процесі колективного пошуку творчих технічних задач;

г) фіксуються варіанти виконання окремих функціональних вузлів або дій розгляд чуваного об'єкту і його елементів.

7. Винахідник мозкового штурму:

а) З. Фрейд;

б) А. Файоль;

в) Ф. Кастро;

г) А. Осборн.

8. Метод пошуку ідей запропонований американським дослідником У. Гордоном:

а) синектика;

б) мозковий штурм;

в) морфологічний аналіз;

г) метод чорного ящика.

9. Який метод передбачає участь шести учасників, які протягом п'яти хвилин висувають і записують у своїх картках по три ідеї вирішення проблеми:

а) метод вільних асоціацій;

б) метод інверсії;

в) метод «635»;

г) метод комісії.

10. Недоліки методу комісії:

а) відсутність анонімності;

б) часто дискусія перетворюється у полемічність найбільш активних чи впливових учасників;

в) небажання учасників відступати від своїх ідей, конфронтація між учасниками;

г) усі відповіді правильні.

11. Речовини, властивостями яких можна варіювати, змінюючи поляризацію, енергетичний стан атомів та інше:

а) керовані матеріали;

б) біметали;

в) рідкі кристали;

г) піроелектрики.

12. Явище, властивість, закономірність - це об'єкт:

а) винаходу;

б) відкриття;

в) товарного знаку;

г) кінцевого відбору.

13. Винахід - це:

а) якісне створення об'єкту матеріального світу;

б) пристрій, спосіб, речовина, штам мікроорганізму, культура клітини;

в) нове, що має суттєві відмінності, технічне вирішення задачі в будь-якій області господарств, соціально-культурного будівництва чи оборони країни, що дає позитивний ефект та має промислову придатність;

г) конкретна область використання винаходу.

14. Об'єктами винаходу можуть бути:

а) пристрій, спосіб, речовина, штам мікроорганізму, культура клітини;

б) елементи, деталі, вузли;

в) теорії, правила, операції;

г) проекти, схеми і документація.

15. Який розділ міжнародної класифікації винаходів включає будівництво:

а) розділ H;

б) розділ C;

в) розділ A;

г) розділ E.

16. Що із переліченого нище не входить в структуру опису винаходу:

а) мета винаходу;

б) назва винаходу;

в) критика прототипу;

г) формула винаходу.

17. Детальний опис винаходу - це:

а) коротко складена за спеціальними правилами і формою словесна характеристика суті технічного рішення винаходу;

б) опис загальної будови винаходу та його принципи роботи;

в) опис, аналіз та критика недоліків, найбільш близькою за своєю технологічною і технічною суттю аналога;

г) позитивна дія, при виконанні якої будуть усунені недоліки.

18. Патент на промисловий зразок буває:

а) економічний;

б) технічний;

в) оригінальний;

г) товарний.

19. Товарний знак і знак обслуговування:

а) це позначення, призначені відповідно для відрізнення товарів і послуг, які виробляють чи надають одні фізичні або юридичні особи від однорідних товарів і послуг, які виробляють чи надають інші фізичні чи юридичні особи;

б) коротко складена за спеціальними правилами і формою словесна характеристика суті технічного рішення;

в) форма, рисунок, розфарбування або їх поєднання, що визначає зовнішній вигляд промислового виробу;

г) встановлення невідомих раніше об'єктивно існуючих закономірностей, явищ і властивостей матеріального світу, що вносять корінні зміни в рівень пізнання.

20. Промисловий зразок:



а) це позначення, призначені відповідно для відрізнення товарів і послуг, які виробляють чи надають одні фізичні або юридичні особи від однорідних товарів і послуг, які виробляють чи надають інші фізичні чи юридичні особи;

б) коротко складена за спеціальними правилами і формою словесна характеристика суті технічного рішення;

в) форма, рисунок, розфарбування або їх поєднання, що визначає зовнішній вигляд промислового виробу;

г) встановлення невідомих раніше об'єктивно існуючих закономірностей, явищ і властивостей матеріального світу, що вносять корінні зміни в рівень пізнання.

#### 21. Відкриття:

а) це позначення, призначені відповідно для відрізнення товарів і послуг, які виробляють чи надають одні фізичні або юридичні особи від однорідних товарів і послуг, які виробляють чи надають інші фізичні чи юридичні особи;

б) коротко складена за спеціальними правилами і формою словесна характеристика суті технічного рішення;

в) форма, рисунок, розфарбування або їх поєднання, що визначає зовнішній вигляд промислового виробу;

г) встановлення невідомих раніше об'єктивно існуючих закономірностей, явищ і властивостей матеріального світу, що вносять корінні зміни в рівень пізнання.

#### 22. Що є етапом проведення патентних досліджень (ПД):

а) розробка завдання на проведення ПД;

б) вибір джерел інформації;

в) проведення експериментальних досліджень;

г) визначення патентоспроможності об'єкта господарської діяльності.

#### 23. Патентоспроможність - це:

а) властивість якої набуває об'єкт господарської діяльності у разі відповідності умовам надання правової охорони винаходу, промислового зразку та іншим об'єктам промислової власності згідно з чинним законодавством;

б) це властивість, що має суттєві відмінності від кінцевого відбору охороноздатних технічних розв'язків;

в) право власності на товарний знак;

г) коротка словесна характеристика суті технічного рішення винаходу.

#### 24. Який із поданих документів не подається до заявки на винахід:

а) опис винаходу;

б) формула винаходу;

в) реферат;

г) детальний опис винаходу в статичному стані.

#### 25. На винаходи та промислові зразки видаються:

а) свідоцтва;

б) посвідчення;

в) дозвіл;

г) патенти.

26. Патент, який визначає авторство і пріоритет винаходу, діє на протязі:

а) 10 років;

б) 20 років;

в) 30 років;

г) термін необмежений.

27. Сфера дослідницької діяльності окремої частини суспільства, яка направлена на одержання нових знань про оточуючу нас природу, саме суспільство, мислення та взаємовідносини між ними - це:

а) наука;

б) наукова діяльність;

в) науковий процес;

г) науковий дослідження.

28. Закони функціонування природи, суспільства, мислення вивчають:

а) фундаментальні науки;

б) прикладні науки;

в) природничі науки;

г) точні науки.

29. За допомогою спостережень і експериментів встановлюються нові факти, які дозволяють визначити якісні і кількісні характеристики досліджуваних об'єктів і явищ на:

а) емпіричному рівні;

б) теоретичному рівні;

в) фундаментальному рівні;

г) практичному рівні.

30. Визначають і формулюють загальні для певної галузі закономірності, які дозволяють пояснити раніше виявлені факти і емпіричні закони, а також передбачити майбутні події і факти, на:

а) емпіричному рівні;

б) теоретичному рівні;

в) фундаментальному рівні;

г) практичному рівні.

31. Розробка гіпотези, доведення її до передбачуваних залежностей і, в решті решт, доведення її до математичної моделі - це

а) теоретичне дослідження;

б) практичні дослідження;

в) математична модель;

г) метод порівняння.

32. Операція мислення, за допомогою якої класифікується, впорядковується і оцінюється зміст дійсності - це:

а) дедукція;

б) індукція;

в) порівняння;

г) вимірювання.

33. Методика експериментальних досліджень:

а) сукупність способів та прийомів одержання залежностей та значення параметрів;

б) послідовність обробки та аналізу отриманих результатів;

в) розробка гіпотези чи теоретичного положення;

г) інтерпретація результатів експерименту.

34. До програми і методики проведення експерименту додається:

а) перелік учасників;

б) засоби вимірювання та контроль за ходом експерименту;

в) календарний план виконання робіт;

г) теоретичні розробки.

35. Вихідними величинами об'єкта можуть бути:

а) зовнішні впливи та параметри самого об'єкта;

б) вірогідність експерименту;

в) засоби вимірювання;

г) кількісні або якісні характеристики, стани чи параметри.

36. До недоліків пасивного експерименту відносять те, що:

а) деякі з факторів взаємопов'язаних між собою у випадку множеної кореляції не можливо оцінити;

б) аналізується вплив тільки одного фактора на досліджуваний показник якості;

в) висока кореляція між окремими ознаками якості дає можливість відмовитись від досліджень одних ознак;

г) побудова матриці коефіцієнтів парної кореляції.

37. Визначення показника фізичної величини дослідним шляхом за допомогою спеціальних технологічних засобів називається:

а) вимірюванням;

б) вимірювальною установкою;

в) вимірювальною системою;

г) вимірювальні параметри.

38. Науково поставлений дослід або дослідження явищ, процесів, що супроводжуються зміною умов, впливів та параметрів - це:

а) методика експериментальних досліджень;

б) експеримент;

в) планування експерименту;

г) повний класичний експеримент.

39. Функції експерименту:

а) відокремлення суттєвих факторів від несуттєвих;

б) перевірка вибраних раніше гіпотез, теорій;

в) пошук даних для побудови гіпотез, або пошуковий експеримент;

г) усі відповіді вірні.

40. Тіло чи пристрій, що відтворює фізичні величини заданого розміру, є:

а) еталоном;

б) вимірювальною установкою;

в) вимірювальною системою;

г) мірою.

### **Тестові завдання до розділу №3:**

1. Дослідно-конструкторська робота призначена для створення:

- а) матеріалів;
- б) речовин;
- в) виробів;
- г) проектів.

2. Дослідний зразок - це:

- а) складний процес, який поєднує власне конструкторські розробки з експериментальними дослідженнями;
- б) зразок продукції, виготовлений за новою технологічною документацією для перевірки шляхом випробувань його відповідності заданим технічним вимогам з метою прийняття рішення про можливість постановки на виробництво та використання за призначенням;
- в) сукупність дослідних зразків чи певний обсяг нештучної продукції, що виготовлені за новоствореною документацією для контролю відповідності продукції заданим вимогам та прийняттю рішення про запуск у виробництво даної продукції;
- г) сукупність документів, які є необхідними і достатніми для використання на кожній стадії життєвого циклу продукції.

3. Технічна документація - це:

- а) сукупність документів, які є необхідними і достатніми для використання на кожній стадії життєвого циклу продукції;
- б) зразок продукції, виготовлений за новою технологічною документацією для перевірки шляхом випробувань його відповідності заданим технічним вимогам з метою прийняття рішення про можливість постановки на виробництво та використання за призначенням;
- в) сукупність конструкторських документів, що містять дані для розробки, виготовлення, контролю, приймання, поставки, експлуатації та ремонту виробу;
- г) складний процес, який поєднує власне конструкторські розробки з експериментальними дослідженнями.

4. Розробка і класифікація конструкторських документів не включає:

- а) виконання умовних зображень і позначень;
- б) визначення складу і комплексності;
- в) вибір стадії розробки;
- г) класифікацію і позначення виробів і документів.

5. До етапів проектно-конструкторської роботи не належить розробка:

- а) технічного проекту;
- б) технічного завдання;
- в) робочої конструкторської документації;
- г) встановлення технології виготовлення виробу.

6. Під поняттям «проектно-конструкторські роботи» розуміють:

- а) зразок продукції, виготовлений за новою технологічною документацією для перевірки шляхом випробувань його відповідності заданим

технічним вимогам з метою прийняття рішення про можливість постановки на виробництво та використання за призначенням;

б) складний процес, який поєднує власні конструкторські доробки з експериментальними дослідженнями;

в) процес виготовлення готової продукції;

г) сукупність дослідних зразків чи певний обсяг нештучної продукції, що виготовлені за новоствореною документацією для контролю відповідності продукції заданим вимогам та прийняттю рішення про запуск у виробництво даної продукції.

7. Ескізний проект не включає:

а) проведення основних розрахунків;

б) розробку креслень загального виду;

в) виготовлення макета;

г) розробку робочої документації.

8. Розробка робочої документації включає:

а) оформлення і передача документації у дослідне виробництво;

б) розробку креслень загального виду;

в) конструкторська розробка макетів;

г) вивчення літератури.

9. На етапі технічної пропозиції:

а) створюються експериментальні макети виробу;

б) розв'язуються схемно-технічні питання, експериментально перевіряються схемні рішення;

в) обґрунтовується доцільність створення виробу, складається калькуляція, визначається орієнтовна вартість виробу, який розробляється;

г) виготовляється і перевіряється повний комплект конструкторської документації на виріб.

10. Метою розробки робочої конструкторської документації дослідного зразка є:

а) розв'язання схемно-технічних питань, експериментальна перевірка схемного рішення;

б) загальне складання і монтаж виробу;

в) виготовлення повного комплекту конструкторської документації на виріб.

г) вивчення літератури.

11. Відділ (бюро) патентних досліджень:

а) доопрацьовує схеми за результатами захисту ескізного проекту;

б) виконує роботи щодо забезпечення патентної здатності та патентної чистоти розробки;

в) бере участь у складанні текстової документації;

г) здійснює граничні випробування.

12. Стандартизація - це:

а) діяльність, пов'язана із поняттями технічного рівня і технічної новизни, якості та економічності продукції;

б) ощадливе використання матеріальних і трудових ресурсів;

в) встановлення і застосування правил з метою впорядкування діяльності у певній галузі на користь та за участю усіх зацікавлених осіб для досягнення загальної оптимальної економії при дотриманні умови експлуатації і вимог безпеки;

г) технічні завдання на рівні сучасних досягнень науки і техніки.

13. Властивість конкретної продукції, яка характеризує її пристосованість до виготовлення, транспортування, експлуатації та зберігання з мінімальними витратами трудових і матеріальних ресурсів - це

- а) продуктивність;
- б) технологічність;
- в) трудомісткість;
- г) метрологічність.

14. Формування вимог до виробу, який розробляється, за показниками технологічності на основі аналізу даних про технологічність подібних конструкцій і результатів науково-дослідних робіт це -

- а) технічне завдання;
- б) технічна пропозиція;
- в) технічний проект;
- г) ескізний проект;
- д) розробка робочої документації.

15. Аналіз варіантів можливих конструктивних рішень виробу і вибір оптимального варіанту це -

- а) технічне завдання;
- б) технічна пропозиція;
- в) технічний проект;
- г) ескізний проект;
- д) розробка робочої документації.

16. Аналіз принципів конструкторських рішень з врахуванням номенклатури використаних матеріалів, габаритних розмірів та конструкції складових частин, загального уявлення про технологічність з'єднання конструкції, складання і технічного обслуговування виробу це -

- а) технічне завдання;
- б) технічна пропозиція;
- в) технічний проект;
- г) ескізний проект;
- д) розробка робочої документації.

17. За значимістю показники технологічності поділяють на:

- а) основні і додаткові;
- б) стандартні і нестандартні;
- в) значимі і другорядні;
- г) матеріальні і нематеріальні.

18. Застосування математичних методів та ЕОМ при проектуванні виробу сприяє підвищенню:

- а) технологічного рівня;
- б) технічного рівня;

в) техніко-економічного рівня;

г) виробничого рівня.

19. Системи САПР, САВ, САМ:

а) дозволяють інженерам використовувати різні типи інформаційних даних і здійснювати проектування в автоматизованому режимі;

б) дозволяють інженерам визначити різні типи інженерних даних і проводити проектування;

в) дозволяють інженерам визначити різні типи експериментальних даних;

г) дозволяють інженерам визначити різні типи системних даних.

20. Що таке функціонально-вартісний аналіз (ФВА)?

а) це пошук можливого скорочення витрат на виготовлення існуючого виробу, при яких не проходить зниження цінності продукту;

б) це пошук можливого скорочення витрат при виробництві виробу;

в) це досягнення найкращого співвідношення між споживчою вартістю виробів і затратами на їх розробку, виготовлення та експлуатацію;

г) узгодженість у роботі окремих груп конструкторів, які спеціалізуються на складових одиницях виробу.

21. Обмеження номенклатури ходових частин, конструкторських елементів і матеріалів, які використовуються при виготовленні, відносяться до:

а) комплексу робіт щодо зниження трудомісткості і собівартості виготовлення виробу;

б) узгодження креслень виробі на технологічність;

в) комплекс робіт щодо зниження матеріаломісткості виробу;

г). відпрацювання конструкції виробу на технологічність.

22. Зниження трудомісткості, вартості і часу використання технологічного обладнання та ремонту виробу, відносяться до:

а) комплекс робіт щодо зниження матеріаломісткості виробу;

б) відпрацювання конструкції виробу на технологічність;

в) комплексу робіт щодо зниження трудомісткості і собівартості виготовлення виробу;

г) узгодження креслень виробі на технологічність.

23. Технологічна підготовка виробництва - це:

а) комплекс заходів, спрямованих на впровадження нових і вдосконалення діючих процесів при освоєнні нових виробів, подальшу механізацію та автоматизацію виробництва, поліпшення показників виробничо-господарської діяльності підприємства;

б) розробка прогресивних технологічних процесів виготовлення деталей, вузлів і виробу в цілому з врахуванням операцій контролю, регулювання і випробування;

в) організація навчання персоналу і виконання будівельно-монтажних робіт, що зумовлені необхідністю технічного переозброєння та реконструкції виробництва;

г) впровадження (налагодження) технологічних процесів, обладнання і оснащення у виробничих підрозділах і на робочих місцях.

24. Основне завдання технологічної підготовки виробництва (ТПВ):

а) підвищення продуктивності праці, зниження витрат матеріалів, технологічного палива і енергії;

б) забезпечення високої якості виготовлення деталей, складання окремих вузлів (частин) та виробу в цілому;

в) найефективніше використання устаткування, виробничих площ і технологічного оснащення;

г) усі відповіді правильні.

25. До складу робіт з технологічної підготовки виробництва входять:

а) здійснення раціональної організації механізованого і автоматизованого виконання робіт та підготовка персоналу;

б) освоєння виробництва і випуск виробів високої якості при мінімальних термінах і витратах на підготовку виробництва;

в) аналіз технологічності конструкції;

г) усі відповіді правильні.

26. Технологічна готовність виробництва - це:

а) наявність на підприємстві комплектів технологічної і конструкторської документації, а також засобів технологічного оснащення, необхідних для здійснення заданого обсягу випуску продукції із встановленими техніко-економічними показниками;

б) сукупність заходів, які забезпечують технологічну готовність виробництва;

в) система організації і управління технологічною підготовкою виробництва, яка регулюється державними стандартами;

г) система, встановлена нормативно-технічною документацією підприємства у відповідності з ГОСТ і ОСТ.

27. ЄСТПВ - це:

а) система організації і управління технологічною підготовкою, яка встановлена галузевими стандартами, що розроблені у відповідності з державними стандартами;

б) система, встановлена нормативно-технічною документацією підприємства у відповідності з ГОСТ і ОСТ;

в) єдина система організації і управління технологічною підготовкою виробництва, яка регулюється державними стандартами;

г) сукупність заходів, які забезпечують технологічну готовність виробництва.

28. Виробнича дільниця - це:

а) виробництво з переважним застосуванням методів технології машинобудування при випуску виробів;

б) група робочих місць, які організовані за принципом предметним, технологічним, предметно-технологічним;

в) склад цехів і служб підприємства з вказуванням зв'язків між ними;

г) сукупність виробничих цехів;

29. Серійне виробництво - це:

а) виробництво, що характеризується малим обсягом випуску однакових виробів, повторне виготовлення і ремонт яких, як правило, не передбачається;



б) виробництво товарної продукції;

в) виробництво, що характеризується великим обсягом випуску виробів, які безперервно виготовляються або ремонтуються на протязі довгого часу, під час якого на більшості робочих місць виконується одна операція;

г) виробництво, що характеризується виготовленням або ремонтом виробів партіями, які періодично повторюються.

30. Потокове виробництво - це:

а) виробництво, що характеризується розміщенням засобів технологічного оснащення в послідовності виконаних операцій технологічного процесу і визначеним інтервалом випуску виробів;

б) виробництво виробів за остаточно відпрацьованою конструкторською і технологічною документацією;

в) виробництво, що характеризується спільним виготовленням або ремонтом груп виробів з різноманітним, але загальними технологічними показниками;

г) виробництво технологічного оснащення.

31. Виробничий цикл - це:

а) інтервал часу, через який періодично здійснюється випуск виробів або заготовок певних назв, типорозмірів і виконань;

б) кількість виробів або заготовок певних назв, типорозмірів і виконань, що випускаються за одиницю часу;

в) інтервал часу від початку і до закінчення виробничого процесу виготовлення чи ремонту виробу;

г) немає правильної відповіді.

32. Технологічний процес - це:

а) частина виробничого процесу, яка включає цілеспрямовані дії спрямовані на зміну предмету праці;

б) сукупність всіх дій виконавців і знарядь праці, спрямованих на виготовлення або ремонт продукції на даному підприємстві;

в) закінчена частина виробничого процесу, що виконується на одному робочому місці;

г) сукупність знарядь виробництва, що необхідні для забезпечення виробничого процесу.

33. Розрізняють такі види технологічних процесів:

а) індивідуальні;

б) типові;

в) групові;

г) правильні відповіді а) і б).

34. Маршрутна карта - це:

а) документ, який розробляють окремо на кожну операцію;

б) документ, який визначає послідовність проходження оброблюваної одиниці (деталі, вузла, виробу) за цехами і містить опис усіх операцій без виділення кожної операції у окремому документі;

в) сукупність технологічних документів, що визначають технологічний процес;

г) документ, який визначає послідовність обробки деталі чи вузла за операціями.

35. Максимально допустима кількість матеріалу, необхідна для виготовлення одиниці виробу заданої якості у даних виробничих умовах - це:

- а) відходи;
- б) втрати;
- в) норма витрат матеріалу;
- г) ділові відходи.

36. Вільний резерв часу роботи у сітковому графіку визначають як:

- а) різницю між раннім початком наступної роботи та раннім закінченням даної роботи;
- б) різницю між раннім закінченням даної роботи та раннім початком наступної роботи;
- в) відношення раннього початку наступної роботи та раннього закінчення даної роботи;
- г) відношення раннього закінчення даної роботи та раннього початку наступної роботи.

37. Подія, яка не має послідувачів і відображає кінець всього комплексу робіт у сітковому графіку - це:

- а) вихідна подія;
- б) завершальна подія;
- в) подія, яка знаходиться між вихідною і завершальною;
- г) подія попередньої роботи.

38. У сітковому графіку існують роботи:

- а) дійсні і фіктивні;
- б) дійсні і фактичні;
- в) дійсні і функціональні;
- г) правильні відповіді а) і б).

39. Такт випуску - це:

- а) кількість виробів або заготовок певних назв, типорозмірів і виконань, що випускаються за одиницю часу;
- б) інтервал часу, через який періодично здійснюється випуск виробів або заготовок певних назв, типорозмірів і виконань;
- в) розрахунковий максимально можливий у визначених умовах обсяг випуску виробів за одиницю часу;
- г) інтервал часу від початку до закінчення виробничого процесу виготовлення чи ремонту виробу.

40. Ритм випуску - це:

- а) інтервал часу, через який періодично здійснюється випуск виробів або заготовок певних назв, типорозмірів і виконань;
- б) кількість виробів або заготовок певних назв, типорозмірів і виконань, що випускаються за одиницю часу;
- в) розрахунковий максимально можливий у визначених умовах обсяг випуску виробів за одиницю часу;
- г) правильні відповіді а) і б).

## Література

1. Александрова В.П. Формування державних науково–технічних програм та стимулювання їх реалізації // Проблеми науки. – 2008. – № 9. – С. 8–10.
2. Амиров Ю.Д. Организация й ефективность научно-исследовательских й опытно-конструкторских работ. - М.: Экономика, 1974. - 238 с.
3. Андрощук Г. Державна інноваційна політика // Інтелектуальна власність. - 2004. - №1. - С. 37-40.
4. Андрощук Г. Раціоналізаторська діяльність за кордоном // Інтелектуальна власність. - 2003. - № 4. - С. 29-34.
5. Балахтин Г.С. Организация и планирование конструкторских работ при освоении производства. - М.: Машиностроение, 1986. - 112 с.
6. Бондар О.В. Актуальні аспекти управління інноваційною діяльністю машинобудівних підприємств в період трансформації економіки України // Регіональні перспективи. - 2004. - № 3-4 (22-23). - С. 36-37.
7. Власова А. М., Краснокутська Н. В. Інноваційний менеджмент: Навч. посібник. – К.: КНЕУ, 2007. – 592 с.
8. Гавриш А.П., Єфремов А.И., Автоматизация технологической подготовки машиностроительного производства. – К.: Техніка, 1982. – 215 с.
9. Галушак М.П., Оксентюк А.О., Гевко І.Б. Організація виробництва у прикладах та задачах: Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2010. – 214 с.
10. Гевко Б.М., Гевко І.Б., Радик Д.Л. Технологія сільськогосподарського машинобудування: Підручник. – Київ: Кондор, 2006. – 496 с.
11. Гевко І.Б. Методи прийняття управлінських рішень: Підручник. – К.: Кондор, 2009. – 187 с.
12. Гевко І.Б. Операційний менеджмент: Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2005. – 228 с.
13. Гевко І.Б., Оксентюк А.О., Галушак М.П. Організація виробництва: теорія і практика: Підручник. – К.: Кондор, 2008. - 178 с.
14. Гринев В. Ф. Инновационный менеджмент: Учеб пособие. – К.: МАУП, 2005. – 148 с.
15. Грузнов И.Н. Освоение выпуска новых изделий: Подготовка, организация, экономика. - М.: Машиностроение, 1976. - 136 с.
16. ДСТУ 2391-94. Система технологічної документації. Терміни та визначення.
17. ДСТУ 2470-94. Надійність техніки. Системи технологічні. Терміни та визначення.
18. ДСТУ 2927-94. Системи якості. Комплекси керування. Системи технологічні. Загальні вимоги до інформаційно-технологічних моделей керування якістю.
19. ДСТУ 2960 – 94. Організація промислового виробництва. Основні поняття. Терміни та визначення.

20. ДСТУ 2961-94. Організація промислового виробництва. Нормування матеріалів та виробничих процесів. Терміни та визначення.
21. ДСТУ 2974-95. Технологічне підготовлення виробництва. Основні терміни та визначення.
22. ДСТУ 3004-94. Надійність техніки. Терміни та визначення.
23. ДСТУ 3004-95. Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними.
24. ДСТУ 3008-95. Документація, звіти у сфері науки і техніки; структура і правила оформлення.
25. ДСТУ 3138-95. Організація промислового виробництва. Праця та заробітна плата. Терміни та визначення.
26. ДСТУ 3278-95. Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Основні терміни та визначення.
27. ДСТУ 3973-2000. Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Правила виконання науково-дослідних робіт. Загальні положення.
28. ДСТУ 3974-2000. Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Правила виконання дослідно-конструкторських робіт. Загальні положення.
29. ДСТУ ГОСТ 2.001:2006 ЄСКД. Загальні положення.
30. ДСТУ ГОСТ 2.601:2006. Єдина система конструкторської документації. Експлуатаційні документи.
31. Душинський В.В. Основи наукових досліджень. К.: 2000. – 405 с.
32. Единая система конструкторской документации: Справочное пособие / Борушек С.С., Волков А.А., Ефимова М.М. и др. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Издательство стандартов, 1989. - 352 с.
33. Заблонський К.И. Основы проектирования машин. – К.: Вища шк., 1981. – 312 с.
34. Завлин П.Н., Васильева А.В. Оценка эффективности инноваций. – С.Пб.: Издательский дом «Бизнес-Пресса», 2008. – 216 с.
35. Закон України «Про авторське право і суміжні права» // Відомості Верховної Ради (ВВР), 1994, № 13, ст.64.
36. Закон України «Про інноваційну діяльність» // Відомості Верховної Ради (ВВР), 2002, № 36, ст.266.
37. Закон України «Про наукову і науково-технічну діяльність» // Відомості Верховної Ради (ВВР), 1995, № 9, ст.56.
38. Закон України «Про охорону прав на винаходи та корисні моделі» // Відомості Верховної Ради (ВВР), 2005, № 7, ст. 32.
39. Закон України «Про охорону прав на промислові зразки» // Відомості Верховної Ради (ВВР), 2005, № 7, ст. 34.
40. Закон України «Про пріоритетні напрямки інноваційної діяльності» // Відомості Верховної Ради (ВВР), 2003, № 13, ст.93.
41. Инновационный менеджмент: Справ.пособие / под. ред. П.Н.Завлина, А.К.Казанцева, Л.Э.Миндели. - СПб.: Наука, 1997. - с.560.
42. Инновационный менеджмент: Учебник для вузов / С. Д. Ильенкова,

Л. М. Гохберг, С. Ю. Ягудин и др.; Под ред. С. Д. Ильенковой. - М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 2007. – 327 с.

43. Кардаш В. Я. Товарна інноваційна політика: Навч. посібник. – К.: КНЕУ. – 2006. – 124 с.

44. Козловский В.А., Маркина Т.В., Макаров В.М. Производственный и операционный менеджмент. Учебник. – СПб: «Специальная литература», 1998. – 366 с.

45. Кондратьев Н.В., Родинков Е.К. Управление технической подготовкой производства в электромашиностроении. - Ленинград: Энергия, 1974. - 160 с.

46. Коренной А. А., Карпов В. И. Курс инновационного менеджмента. – К.: НИИ Статистики, 2007. – 336 с.

47. Крижна В.М. Права та обов'язки сторін за договором на виконання науково-дослідних або дослідно-конструкторських та технологічних робіт // Збірник наукових праць Науково-дослідного інституту інтелектуальної власності Академії правових наук України. Питання інтелектуальної власності. 2006. Випуск 4. С. 294-304.

48. Кузнецов Ю.М., Луців І.В., Дубиняк С.А. Теорія технічних систем. Навчальний посібник. Тернопіль: ТПІ, 1997. – 310 с.

49. Курейчик В. М. Математическое обеспечение конструкторского и технологического проектирования с применением САПР. – М.: Радио и связь, 1990. – 352 с.

50. Кутейников А.А. Искусство быть новатором (Мировой опыт «рискового бизнеса»). – М.: Знание, 2007. – 63 с.

51. Макаренко М.В., Махалина О.М. Производственный менеджмент: Учеб. пособие для вузов. – М: «Издательство ПРИОР», 1998. – 384 с.

52. Максименко А.Н. Управление проектными й научно-исследовательскими разработками с помощью ЭВМ. - Ленинград: ЛДНТП, 1986. - 20 с.

53. Мелешина Г.А., Аристов Б.Н. Реинжиниринг как направление автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства // Автоматизация и современные технологии. - 2001. - № 3. - С. 34-41.

54. Мироненко Н.М. Управление внедрением новой техники в отрасли промышленности: (Административно-правовой аспект). - К.: Наукова думка, 1981. – 160 с.

55. Моисеев Г.В., Алексеев Б.И., Ханин Г.П. Управление научно-производственными комплексами. - К.: Техніка, 1988. - 149 с.

56. Мойсеева Н.К. Выбор технических решений при создании новых изделий. - М.: Машиностроение, 1980. - 181 с.

57. Мякотин Ю.Г., Шукшунов В.Е. Инновационная деятельность: концепции, проблемы, становление, поиск технологий. - М.: Академические чтения, 2004. – 102 с.

58. Немцов В.Д., Довгань Л.Є., Сініок Г.Ф. Менеджмент організацій: Навч. посібник. – К.: ТОВ “УВПК “ЕксОб”, 2002. – 392 с.

59. Онищенко В.О., Редкін О.В., Старовірець О.С., Циганова В.Я.

Організація виробництва: Навчальний посібник. – К.: “Лібра”, 2003. – 336 с.

60. Організація, планування і управління на приладобудівних підприємствах / Під ред. В.А. Міщенко і М.І. Погорелова. - К.: НМК ВО, 1993. – 400 с.

61. Организация и планирование машиностроительного производства: Учебник для машиностр. спец. вузов / Под. Ред. М.И. Ипатова, В.И. Постникова и М.К. Захаровой. – М.: Высшая школа, 1988. – 367 с.

62. Организация и планирование приборостроительного производства. Управление предприятием / Под ред. Н.М. Лыча, А.Э. Розенплентера. – К.: Вища школа, 1986. – 344 с.

63. Организация, планирование и управление машиностроительным производством: Учебное пособие для студентов машиностр. спец. вузов / Под ред. Б.Н. Родионова. – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.

64. Организация, планирование и управление предприятием массового машиностроения: Учебное пособие для студентов машиностр. спец. вузов / Под ред. Б.В. Власова, Г.Б. Каца. – М.: высшая школа, 1985. – 432 с.

65. Организация, планирование и управление предприятием машиностроения / Под ред. И.М. Разумова. - М.: Машиностроение, 1982.–544 с.

66. Осипова Ю.В. Договір на виконання науково-дослідних або дослідно-конструкторських та технологічних робіт: окремі питання укладання та виконання // Збірник наукових праць Науково-дослідного інституту інтелектуальної власності Академії правових наук України. Питання інтелектуальної власності. 2007. Випуск 5. С. 192-205.

67. Основы научных исследований и технического творчества / И.В. Белый, К.П. Власов, В.Б. Клепиков. – Х.: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 1989. – 200 с.

68. Основы научных исследований. Комаров М.С. – Львов.: Вища школа. Изд-во при Львов. ун-те, 1982. – 128 с.

69. Основы научных исследований: Учеб. для техн. вузов. / Под. ред. В.И. Крутова, В.В. Попова. – М.: Высшая школа, 1989. – 400 с.

70. Павище В.Т. Основы конструювання та розрахунків деталей машин: Підручник. - К.: Вища шк., 1993. – 556 с.

71. Пасечный Л., Веньковський Я. Нововведения в организациях: Пер. с польск. – М.: Экономика, 2004. – 144 с.

72. Перлак И. Нововведения в организациях. М.: Экономика, 1999. – 144 с.

73. Петраков Ю.В. Автоматизоване управління процесами обробки матеріалів різанням. Навчальний посібник. – Київ: УкрНДІАТ. – 2003. – 383 с.

74. Плоткін Я.Д., Пащенко І.Н. Виробничий менеджмент: Навч. посібник; Збірник вправ. – Львів: “Інтелект+”, 1999. – 258 с.

75. Плоткін Я.Д., Янушевич О.К. Організація і планування виробництва на машинобудівному підприємстві: Навч. посібник. – Львів: Світ, 1996. – 352 с.

76. Погосов П.А., Погосов К.П. Вопросы рационального использования рабочего времени разработчиков новых товаров и технологий: Учебное пособие. - Донецк: ООО «Юго-Восток, Лтд», 2002. - 142 с.

77. Покропивний С.Ф., Колот В.М. Підприємництво: стратегія, організація, ефективність: Навч. посібник – К.: КНЕУ, 2008. – 352 с.
78. Практикум по организации и планированию машиностроительного производства: Учеб. пособие для машиностр. спец. вузов / Под. ред. Ю.В. Скворцова и Л.А. Некрасова. – М.: Высшая школа, 1990. – 224 с.
79. Пушкар М.С. Планування і організація підприємств, об'єднань і комплексів: Навч. посібник. – К.: НМК ВО, 1992. – 416 с.
80. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів в машинобудуванні. – К.: Вища школа, 1993. – 414 с.
81. Системы автоматизированного проектирования: в 9-ти книгах. Учебное пособие для вузов / Под ред. М.П. Норенкова. – М.: Высшая школа, 1986.
82. Смышляев П.П., Лыкосов В.М., Осипков Л.П. Управление технологическими процессами: Математические модели. Учебное пособие / Отв. ред. В.И. Зубов. - Ленинград: Издательство Ленинградского университета, 1989. - 284 с.
83. Твисс Б. Управление научно-техническими нововведениями: Сокр. пер. с англ. – М.: Экономика, 2005. – 271 с.
84. Технологичность конструкции изделия: Справочник / Под общ. ред. Ю.Д. Амирова. - М.: Машиностроение, 1990. – 768 с.
85. Управление научно-техническим прогрессом на предприятии / Отв. ред. Аганбекян А.Г., Речин В.Д. - Новосибирск: Наука, 1986. - 225 с.
86. Управление научно-техническими программами / Под ред. Бобрышева Д.Н. - М: Экономика, 1983. - 344 с.
87. Хаменко В.Н., Страхова О.А., Слюзберг М.О. Выбор и экономическое обоснование плановых решений по сокращению длительности цикла создания новой техники в условиях научно-технической организации. - Ленинград: ЛД, 1980. – 28 с.
88. Хокс Б. Автоматизированное проектирование и производство. – М.: Мир, 1991. – 796 с.
89. Хольштейн-Бек М. Экономическая восприимчивость производства к научно-техническим инновациям. – пер. с нем. М.: ИНФРА-М, 2004. – 294 с.

Підписано до друку 15.10.2015. Формат 60x80, 1/16.  
Друк лазерний. Папір офсетний. Гарнітура TimesNewRoman.  
Умовно-друк. арк. 10,82. Наклад- 300 прим.  
Замовлення № 15102015-2

Друк ФОП Паляниця В. А.  
Свідоцтво ДК №4870 від 20.03.2015 р.  
м. Тернопіль, вул. Б. Хмельницького, 9а, оф.38.  
тел. (0352) 528-777.