

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Кафедра управління вантажною і комерційною роботою

**ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ТВОРЧОСТІ**

Конспект лекцій

Харків 2026

Основи наукових досліджень та інженерної творчості: Конспект лекцій / С. М. Продащук, О. О. Шапатіна, О. В. Ковальова, В. М. Запара. – Харків: УкрДУЗТ, 2026. – 80 с.

У конспекті лекцій розглянуто основи методології та методи наукових досліджень, особливості постановки і розв'язання наукових і творчих задач у транспортній сфері.

Охоплено методи обґрунтування управлінських рішень, підходи щодо активізації творчості, принципи подолання технічних суперечностей, а також питання розвитку технічних систем, проведення експериментів і оцінювання ефективності технічних рішень. Висвітлено правила оформлення результатів науково-дослідної роботи, підготовку звітів і заявок на винаходи.

Рекомендовано для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності J7 «Залізничний транспорт» усіх форм здобуття освіти.

Іл. 5, табл. 1, бібліогр.: 33 назв.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри управління вантажною і комерційною роботою 27 квітня 2026 р., протокол № 10.

Рецензент

доц. О. А. Малахова

ЗМІСТ

Тематичний план навчальної дисципліни	4
Вступ	5
Лекція 1. Методологічні основи науки та наукового дослідження. Основні поняття і визначення	6
Лекція 2. Постановка мети і завдань дослідження. Формулювання гіпотези	13
Лекція 3. Методи обґрунтування управлінських рішень	21
Лекція 4. Методи активізації творчої діяльності	29
Лекція 5. Критерії розвитку (показники якості) технічних об'єктів	37
Лекція 6. Технічні суперечності та основні принципи їх усунення	47
Лекція 7. Значення вивчення історії конструктивного минулого технічних об'єктів і методика проведення експерименту	57
Лекція 8. Правила оформлення науково-дослідної роботи. Заявки на винахід і корисну модель	64
Список літератури	77

Тематичний план навчальної дисципліни

Номер лекції	Тема лекції	Кількість годин
Лекція 1	Методологічні основи науки та наукового дослідження. Основні поняття і визначення	2
Лекція 2	Постановка мети і завдань дослідження. Формулювання гіпотези	2
Лекція 3	Методи обґрунтування управлінських рішень	2
Лекція 4	Методи активізації творчої діяльності	2
Лекція 5	Критерії розвитку (показники якості) технічних об'єктів	2
Лекція 6	Технічні суперечності та основні принципи їх усунення	2
Лекція 7	Значення вивчення історії конструктивного минулого технічних об'єктів і методика проведення експерименту	2
Лекція 8	Правила оформлення науково-дослідної роботи. Заявки на винахід і корисну модель	2

ВСТУП

Одним із основних викликів сучасності є стрімкий розвиток науково-технічного прогресу, який висуває підвищені вимоги щодо рівня підготовки здобувачів, їхніх знань, творчого мислення, здатності ухвалювати раціональні конструктивні, технологічні та організаційні рішення. Важливим також є вміння орієнтуватися в потоці наукової інформації, формулювати і вирішувати принципово нові завдання.

Метою викладення освітнього компонента є формування у здобувачів уявлення про сутність науки, її основні поняття, а також методику і організацію науково-дослідницької діяльності.

У межах освітнього компонента «Основи наукових досліджень та інженерної творчості» розглянуто теоретичні та практичні аспекти науково-технічної творчості, особливості організації дослідної роботи, а також підходи щодо розв'язання інженерних задач. Значну увагу приділено формуванню системи знань і вмінь, що забезпечують залучення здобувачів до творчої діяльності та розвитку їхнього професійного потенціалу.

Освітній компонент гарантує теоретичну базу для виконання науково-дослідної роботи здобувачів, сприяє узагальненню додаткових знань і практичних умінь, а також є важливим елементом формування особистості сучасного фахівця, незалежно від вибраної професійної діяльності.

Конспект лекцій може бути використаний здобувачами вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності J7 «Залізничний транспорт» усіх форм здобуття освіти для самостійного опрацювання матеріалу освітнього компонента «Основи наукових досліджень та інженерної творчості».

Лекція 1

МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ НАУКИ ТА НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ВИЗНАЧЕННЯ

Усвідомлення людиною незнання в будь-якій царині буття викликає об'єктивну необхідність набуття і трансформації нових знань про нескінченну загальну гармонію з природою.

Знання – це перевірений практикою результат пізнання дійсності, адекватне її відображення у свідомості людини [1].

Поняття «наука» має кілька основних значень. По-перше, як науку (грец. *episteme*, лат. *scientia*) ми розуміємо сферу людської діяльності, спрямовану на вироблення і теоретичну схематизацію об'єктивних знань про дійсність. У другому значенні наука є результатом цієї діяльності – системою набутих наукових знань. По-третє, термін «наука» вживають для позначення окремих галузей наукового знання.

Наукове пізнання – це дослідження, що має свої особливі цілі та завдання, методи набуття і перевірки нових знань. Воно покликане прокладати шлях практиці, давати теоретичні основи для розв'язання практичних проблем. Рушійною силою пізнання є практика, вона дає науці фактичний матеріал, який потребує теоретичного осмислення та обґрунтування, що створює надійну основу розуміння сутності явищ об'єктивної дійсності. Шлях пізнання визначений від живого споглядання до абстрактного мислення і далі до практики. Це є головною функцією наукової діяльності [1].

Пізнання може бути чуттєвим і раціональним (рисунок 1.1).

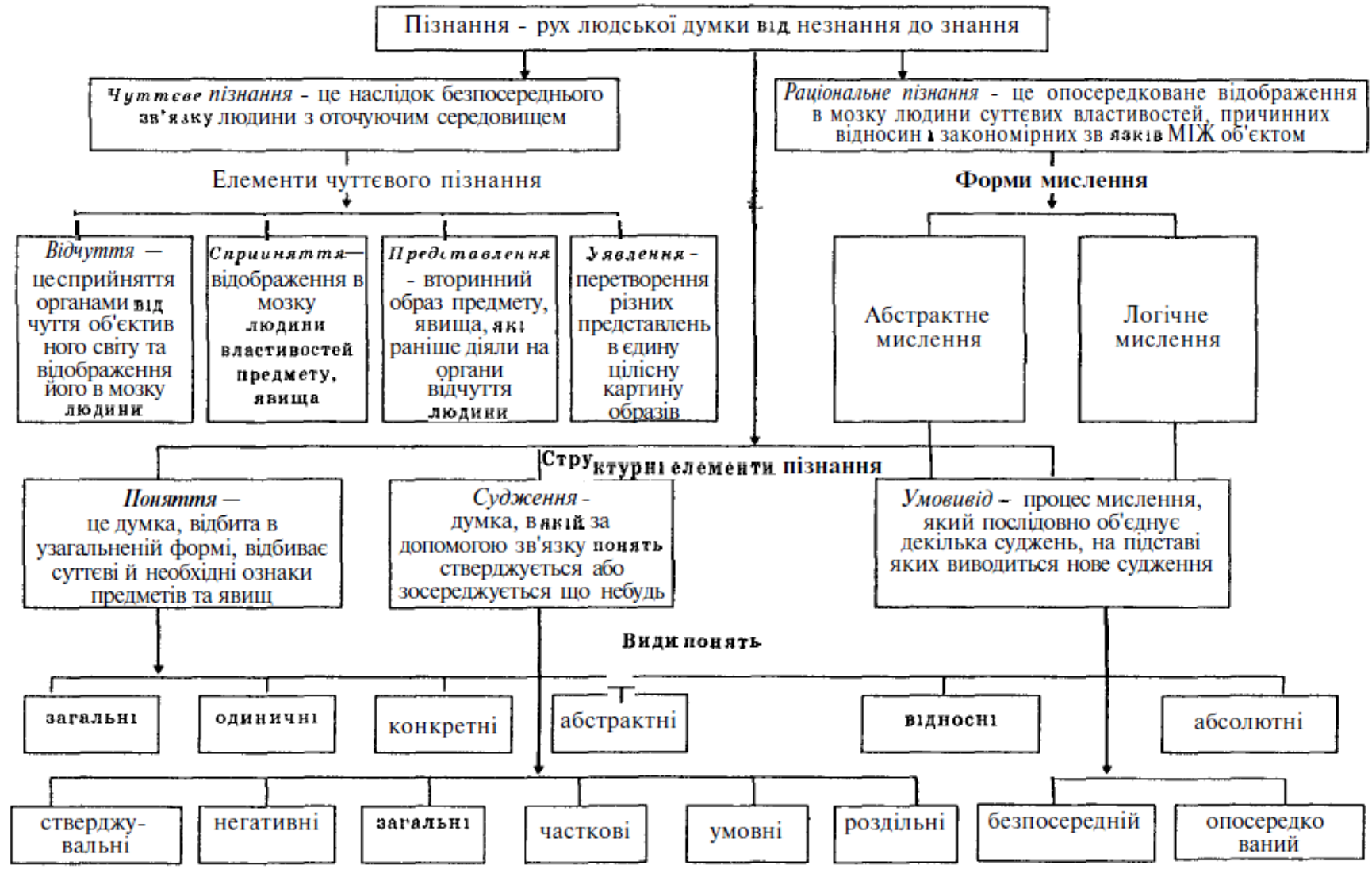


Рисунок 1.1 – Структура процесу пізнання

Наука – сфера людської діяльності, система знань об'єктивних законів природи, суспільства, мислення, що виражено в точних категоріях, а також діяльність, спрямована на здобуття нового знання і результати цієї діяльності [1].

Безпосередні цілі науки – це набуття знань про навколишній світ, передбачення процесів і явищ дійсності на основі відкритих нею законів.

У широкому сенсі мета науки – це теоретичне відображення дійсності. Наука створена для безпосереднього виявлення істотних сторін усіх явищ природи, суспільства і мислення.

Однак не кожне знання можна розглядати як наукове. Не можна визнати науковими ті знання, яких набуває людина лише на основі простого спостереження. Ці знання відіграють у житті людей важливу роль, але вони не розкривають сутності явищ, зв'язку між ними, що дало б змогу пояснити, чому певне явище відбувається так чи інакше, і спрогнозувати подальший його розвиток.

Правильність наукового знання визначає не тільки логіка, але насамперед обов'язкова перевірка його на практиці. Наукові знання принципово відрізняються від сліпої віри, беззаперечного визнання правдивим того або іншого положення без якого-небудь логічного його обґрунтування і практичної перевірки.

Для сучасної науки характерне прагнення до цілісного та багатобічного охоплення досліджуваних об'єктів. Кожна конкретна структура наукового мислення після свого твердження відкриває шлях до екстенсивного розвитку пізнання, його поширення на нові сфери реальності. Однак нагромадження нового матеріалу, що не можна пояснити на основі наявних схем, змушує шукати нові, інтенсивні шляхи розвитку науки, що іноді призводить до наукових революцій, тобто радикальної зміни основних компонентів змістовної структури науки, висування нових принципів пізнання, категорій і методів науки. Науку

можна розглядати як систему, що складається з теорії, методології, методики і техніки досліджень, практики впровадження отриманих результатів.

Теорія – це сукупність висновків, що відображує об'єктивно існуючі відносини і зв'язки між явищами об'єктивної реальності.

Методологія (від грец. *methodos* – шлях дослідження, спосіб пізнання і *logos* – слово, поняття, вчення) – систематизована сукупність підходів, способів, методів, прийомів і процедур, застосовуваних у процесі наукового пізнання і практичної діяльності для досягнення наперед визначеної мети [1].

Методика – це конкретні форми і засоби використання методів, за допомогою яких глибше пізнають різні проблеми галузі. Порівняно з методологією методика вирішує тактичні питання, її завдання – розроблення певного алгоритму дослідницької діяльності в конкретних умовах, із конкретним об'єктом дійсності з використанням певної системи засобів тощо [1].

Техніка наукового дослідження – це спосіб досягнення його мети за умов фіксованого поділу функцій між технічними засобами і природними інформаційними органами людини, що відповідають можливостям перших та останніх, а також встановленій логіці дослідження.

Науки розрізняють за предметом і об'єктом дослідження. **Предмет дослідження** – це те, що саме вивчають у межах певної науки з усього об'єкта дослідження. **Об'єкт дослідження** – це сторона реальності, на вивчення якої спрямована наука. Кожній науці властиві свої поняття, засоби і методи [2].

Однак розвиток науки йде від збору **фактів**, їх вивчення та систематизації, узагальнення і розкриття окремих закономірностей до логічно стрункої системи наукових знань, що допомагає пояснити вже відомі факти і спрогнозувати нові.

Процес пізнання включає нагромадження фактів. Без систематизації та узагальнення, логічного осмислення фактів не може існувати жодна наука. Але хоча **факти** – це необхідний матеріал для вченого, самі по собі вони ще не наука. Факти стають складовою наукових знань, коли вони систематизовані, узагальнені.

Факти систематизують і узагальнюють за допомогою найпростіших абстракцій – понять (визначень), що є важливими структурними елементами науки. Найбільш широкі поняття називають категоріями. Це найзагальніші абстракції. До категорій належать філософські поняття про форму і зміст явищ, в економічній теорії, наприклад, це товар, вартість і т. ін.

Важлива форма знань – принципи (постулати), аксіоми. Під принципом розуміють вихідні положення будь-якої галузі науки. Вони є початковою формою систематизації знань. Найважливішою складовою в системі наукових знань є наукові закони, що відображують найбільш суттєві, стійкі, повторювані об'єктивні внутрішні зв'язки в природі, суспільстві та мисленні. Зазвичай закони є формою певного співвідношення понять, категорій.

Найвищою формою узагальнення та систематизації знань є теорія. Як теорію розуміють учення про узагальнений досвід (практику), що формулює наукові принципи і методи, які дають змогу узагальнити і пізнати існуючі процеси і явища, проаналізувати дію на них різних факторів і запропонувати рекомендації з використання їх у практичній діяльності людей.

Наукова (науково-дослідна) діяльність – діяльність, спрямована на набуття і застосування нових знань, зокрема:

- **фундаментальні наукові дослідження** – експериментальна або теоретична діяльність, спрямована на здобуття нових знань про основні закономірності побудови, функціонування і розвитку людини, суспільства, навколишнього природного середовища;

- **прикладні наукові дослідження** – дослідження, спрямовані переважно на застосування нових знань для досягнення практичних цілей і вирішення конкретних завдань.

Фундаментальні науки пізнають світ безвідносно до можливостей практичного застосування, а прикладні науки орієнтовані на застосування знань, набутих фундаментальними дослідженнями. Однак фундаментальна і прикладна науки існують тільки у взаємозв'язку. Вони доповнюють і розвивають одна одну. Наукове дослідження спрямоване на виявлення властивостей і особливостей досліджуваного об'єкта, встановлення його істотних ознак, властивостей і особливостей.

Науково-технічна діяльність – діяльність, спрямована на набуття, застосування нових знань для розв'язання технологічних, інженерних, економічних, соціальних, гуманітарних та інших проблем, забезпечення функціонування науки, техніки і виробництва як єдиної системи.

Експериментальні розробки – діяльність, базована на знаннях, набутих у результаті проведення наукових досліджень або на основі практичного досвіду і спрямована на збереження життя і здоров'я людини, створення нових матеріалів, продуктів, процесів, пристроїв, послуг, систем або методів і їх подальше вдосконалювання.

Експеримент має бути проведений по можливості в найкоротший термін із мінімальними витратами за найвищої якості отриманих результатів [2].

Науковий і науково-технічний результат – продукт наукової або науково-технічної діяльності, що містить нові знання або рішення, зафіксований на будь-якому інформаційному носіїві.

Контрольні запитання

- 1 Що спонукає людину до здобуття нових знань?
- 2 Як визначають поняття «знання»?
- 3 Які основні значення має поняття «наука»?
- 4 Що таке наукове пізнання і які його основні особливості?
- 5 Яку роль відіграє практика у процесі наукового пізнання?
- 6 Чим наукові знання відрізняються від звичайних (повсякденних)?
- 7 Що таке наукова революція і за яких умов вона виникає?
- 8 Яку роль відіграють факти у формуванні наукових знань і чому їх недостатньо самих по собі?
- 9 Із яких основних компонентів складається наука як система?
- 10 Що таке теорія та яку роль вона відіграє в науці?
- 11 У чому полягає різниця між методологією та методикою?
- 12 Чим відрізняються об'єкт і предмет наукового дослідження?
- 13 Що таке техніка наукового дослідження?
- 14 Яка різниця між фундаментальними та прикладними науковими дослідженнями?
- 15 Яке значення мають експериментальні розробки та науково-технічна діяльність у сучасному суспільстві?

Лекція 2

ПОСТАНОВКА МЕТИ І ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕННЯ. ФОРМУЛЮВАННЯ ГІПОТЕЗИ

План

2.1 Формулювання мети і завдань у структурі наукового дослідження.

2.2 Сутність, види і формулювання гіпотези дослідження.

2.1 Формулювання мети і завдань у структурі наукового дослідження

Процедуру постановки мети наукового дослідження виконують на етапі ознайомлення з проблемою дослідження і вибору його теми. Остаточню формулюють мету, спираючись на результати виконання процедур вибору об'єкта дослідження та обґрунтування його об'єкт-предметної структури.

Мета наукового дослідження є центральним елементом структури і найважливішим методологічним інструментом дослідження. Цим пояснюють особливу увагу до процесу її постановки і жорстку однозначність вимог щодо її формулювання.

Мета – один з елементів свідомої діяльності людини, що характеризує розумове передбачення результату діяльності, шляхи його реалізації за допомогою певних засобів.

Мета дослідження як передбачення кінцевого результату є основою:

- 1) для огляду стану вивченості питання дослідження і формулювання висновків, отриманих за результатами огляду;
- 2) вибору раціонального шляху наукового пошуку, спрямованого на розв'язання досліджуваної проблеми;

- 3) обґрунтування предметів дослідження;
- 4) постановки завдань дослідження;
- 5) визначення необхідного спрямування і широти теоретичного та експериментального пошуку в межах теми дослідження;
- 6) розроблення класифікації явищ, які вивчають в обсязі об'єкта дослідження;
- 7) розроблення моделі об'єкта, що досліджують, і моделей предметів дослідження;
- 8) формування загальних висновків і пропозицій щодо використання результатів дослідження;
- 9) побудови структури викладення наукового звіту до дисертації.

Якщо узагальнити, то мету визначають як відповідь на запитання **«Для чого проводять дослідження?»**. Чітке формулювання конкретної мети – одна з найважливіших методологічних вимог щодо програми наукового дослідження. Поставленої мети треба обов'язково досягти, на завершальному етапі досліджень необхідно перевірити, чи відповідають висновки поставленій меті [2].

Мету формулюють лаконічно, вона має точно виражати те основне, що намагається зробити дослідник.

Крім того, мета в її співвіднесенні з проблемою дослідження дає змогу визначити:

- доцільність започаткованого (або вже проведеного) дослідження;
- наукову новизну;
- практичне значення;
- актуальність виконання самого дослідження;
- надійність одержаних результатів.

Для правильної постановки мети дослідження необхідно чітко уявляти:

- сучасне теоретичне знання про структуру та загальні закономірності функціонування об'єкта дослідження;
- суть і структуру суперечностей, що породжують проблему дослідження та основні питання, що входять до неї;
- об'єкт-предметну структуру та основні аспекти започаткованого дослідження;
- необхідні обсяги і шляхи проведення теоретичного і (або) експериментального досліджень;
- сучасні теоретичне знання, експериментальні методи і засоби, що можуть бути використані для наукового пізнання об'єкта.

Окрім того, дослідник повинен також мати певні уявлення про ряд методологічних особливостей реалізації процесу постановки мети дослідження. Мета впливає із завдань розвитку певної галузі наукового знання, сформульованих у її проблемах, але відрізняється від них конкретизацією об'єкта, що вивчають, і дає змогу на основі уточнення його головних сторін і відношень через предмети дослідження переходити до завдань дослідження.

При цьому дослідження, спрямоване на розв'язання наукової проблеми, здійснюване в обсязі теми саме відповідно до поставленої мети. Зазначимо також, що процедура визначення об'єкта є конкретизацією типового змісту головних суперечностей, що входять у проблему дослідження, а мета дає змогу перейти від об'єкта до предметів дослідження як носіїв різних сторін визначених суперечностей.

Разом із метою дослідник повинен сформулювати завдання, у яких конкретизовано і має розвиток мета дослідження.

Оскільки досягнення мети – це процес не одномоментний, він базований на кількох окремо виділених, послідовних етапах, що являють собою завдання, які є маленькими підцілями проведеного дослідження. Завдяки реалізації таких завдань досягають мети.

Як свідчить досвід, завдання, що їх ставить перед собою дослідник, завжди мають комплексний характер і націлені на уточнення та поглиблення знання про сутність, природу і структуру досліджуваного об'єкта; аналіз його реального стану і внутрішніх суперечностей; розкриття шляхів і способів розв'язання актуальної проблеми.

Під час постановки завдань дослідження необхідно дотримуватися таких правил:

1 Завданнями дослідження можна робити лише ті завдання, вирішення яких необхідне для досягнення мети.

2 Завдання, для вирішення яких не потрібне застосування теоретичних або експериментальних наукових методів, не можуть бути завданнями дослідження.

3 Послідовність постановки і викладення завдань дослідження має чітко відповідати прийнятій у ньому логіці наукового пізнання предметів дослідження.

4 Завдання не мають дублювати мету.

5 Завдання не можна підміняти методами дослідження.

6 Завдання мають бути пов'язані зі структурою роботи.

7 Сукупність поставлених у дослідженні завдань має бути мінімальною за ознаками їх необхідності, достатності для досягнення мети дослідження.

8 Завдання, сформульовані в роботі, мають бути домірними за рівнем їхньої складності вирішення.

Формулювання завдань наукового дослідження також має бути досить чітким, оскільки зведено зазвичай до перерахування того, що має бути зроблено відповідно до мети дослідження (наприклад вивчити вплив ринкових перетворень на розвиток соціальної сфери; встановити залежність продуктивності праці від освітнього рівня; розкрити суть перехідної економіки тощо).

Завдання, що вирішують у процесі досягнення мети конкретно-наукових праць, можна класифікувати так: теоретичні, логічні, статистичні, аналітичні та експериментальні. Така їхня диференціація зумовлена реальними умовами функціонування об'єктів дослідження, а також наявністю певного наукового знання про самі об'єкти і засоби вивчення їхніх окремих сторін (предметів дослідження).

Зазначені обставини дають дослідникові змогу вибрати з арсеналу наукового знання ті методи і засоби пізнання, які найбільш адекватно відповідають проблемі, що розглядають.

Звідси стає зрозумілою необхідність розгляду основного складу пізнавальних дій, сукупність яких утворює конкретні процедури вирішення різних за своєю природою завдань дослідження.

2.2 Сутність, види і формулювання гіпотези дослідження

Формулювання завдання супроводжують формулюванням гіпотези. **Гіпотеза** – це науково обґрунтоване припущення, передбачення про можливе існування будь-яких соціально-економічних явищ і причини їх виникнення. Гіпотеза дослідження – це його прогнозований результат, припущення, достовірність якого перевіряють за допомогою досліду. Заради її підтвердження або спростування вибирають бібліографічні джерела, виконуючи теоретичні і практичні дослідження, оформлюють роботу. У висновку диплома або курсової має бути оцінка, чи відповідає висунута гіпотеза істині. Якщо так, то вона стане теорією, яка була доведена в роботі. Якщо ні – її відкидають, адже спростування – теж цінний висновок.

Формулювання завдання супроводжують формулюванням гіпотези. **Гіпотеза** – це науково обґрунтоване припущення, передбачення про

можливе існування будь-яких соціально-економічних явищ і причини їх виникнення.

Прийнято розрізняти гіпотези описові, пояснюючі та описово-пояснюючі.

Види гіпотез:

1 **Описові гіпотези** – це фактично припущення, здогадка про існування того чи іншого соціально-економічного явища. Таку здогадку можна висунути тільки після того, як будуть опрацьовані наявні джерела наукової інформації, співставленні різні точки зору і проаналізовані найновіші наукові факти, на основі яких можна, так би мовити, заглянути в невідомість.

2 **Пояснюючі гіпотези** розкривають причини існування того чи іншого явища. Їх (причини) також можна розкрити тільки тоді, коли дослідник добре знає історію питання і застосує нові підходи і найновіші знання.

3 **Описово-пояснюючі гіпотези** мають риси, притаманні обом попереднім групам гіпотез.

Будь-яку гіпотезу будують на базі достовірних фактів, яких достатньо для теоретичного припущення, але замало для створення повноцінної концепції, теорії. Тому гіпотеза не стверджує існування того чи іншого соціально-економічного явища, а лише констатує ймовірність його існування.

Потреба в гіпотезі виникає тоді, коли з'являються факти, які неможливо пояснити за допомогою наявної теорії, тобто тоді, коли виникає суперечність між новими фактами і старою теорією. Під час дослідження з метою найкращого вирішення сформульованого завдання можна висувати декілька гіпотез.

Наукові гіпотези потрібно висувати з дотриманням таких основних принципів:

- гіпотеза має бути побудована на достовірному матеріалі і відповідати сучасній теорії та методології;

- гіпотеза має бути такою, що її можна перевірити. Перевіряють гіпотезу переважно виведенням з імовірних причин одного чи кількох наслідків і співставленням цих останніх із реальною дійсністю. Якщо гіпотетичні наслідки узгоджені з досвідом, то гіпотезу вважають науковою, перевіреною, а якщо не узгоджена, то її відхиляють як ненаукову;

- гіпотеза має бути логічно простою, виключати довільне та штучне конструювання, яке суперечить теоретико-методологічним принципам науки.

Ще на етапі пошуку опорного матеріалу гіпотеза має бути у вас у думках, однак остаточно її рекомендовано оформити після завершення основної частини роботи, коли написані теоретичний і практичний розділи. Адже в процесі підготовки наукової роботи, наприклад під час написання магістерської, дослідник, ретельно вивчаючи об'єкт і предмет, просувається до наміченої мети, уважно аналізує використані джерела і краще орієнтується у вибраній сфері дослідження. Навіть якщо спочатку жодних ідей щодо гіпотези немає, потрібно сміливо приступати до написання роботи – із часом гіпотеза сама сформується у свідомості [3].

Контрольні запитання

1 На якому етапі наукового дослідження здійснювана постановка мети?

2 Чому мету вважають центральним елементом структури наукового дослідження?

3 Як визначають поняття «мета» у контексті наукової діяльності?

4 Які основні функції виконує мета дослідження?

- 5 Яке головне запитання допомагає визначити мету дослідження?
- 6 Які вимоги висувають щодо формулювання мети дослідження?
- 7 Які аспекти дослідження можна визначити через співвіднесення мети з проблемою?
- 8 Що необхідно враховувати для правильної постановки мети дослідження?
- 9 Чим відрізняється мета дослідження від наукової проблеми?
- 10 Як пов'язані між собою мета, об'єкт і предмет дослідження?
- 11 Що таке завдання наукового дослідження і яку роль вони відіграють?
- 12 Яких правил потрібно дотримуватися під час формулювання завдань дослідження?
- 13 Яку роль відіграє гіпотеза під час формулювання завдань дослідження?
- 14 Які види гіпотез виділяють у науковому дослідженні?
- 15 Які основні принципи висунення наукових гіпотез?

Лекція 3

МЕТОДИ ОБҐРУНТУВАННЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ

План

3.1 Класифікація методів обґрунтування управлінських рішень.

3.2 Процес ухвалення рішень.

3.1 Класифікація методів обґрунтування управлінських рішень

Результативне ухвалення рішень є необхідною умовою реалізації управлінських функцій, тому цей процес посідає головне місце в теорії управління.

Дослідники у сфері управління прагнуть підвищити ефективність організацій, розвиваючи здатність керівників ухвалювати виважені й об'єктивні рішення у складних ситуаціях, застосовуючи моделі та різні методи.

У сучасній літературі з теорії ухвалення рішень існують різні підходи щодо класифікації методів обґрунтування управлінських рішень [4].

Один із найпоширеніших способів класифікації подано на рисунку 3.1.

За цим способом, усі методи обґрунтування управлінських рішень поділяють на кількісні та якісні.

Якісні методи використовують, коли фактори, що визначають ухвалення рішення, не можна кількісно охарактеризувати або вони взагалі не піддаються кількісному вимірюванню. До якісних методів належать здебільшого експертні методи.



Рисунок 3.1 – Класифікація методів обґрунтування управлінських рішень

Кількісні методи залежно від характеру інформації, що має особа, яка ухвалює рішення, класифікують так:

1) методи, що застосовують в умовах однозначної визначеності інформації про ситуацію ухвалення рішення (аналітичні методи і частково методи математичного програмування);

2) методи, що застосовують в умовах імовірнісної визначеності інформації про ситуацію ухвалення рішення (статистичні методи і частково методи математичного програмування);

3) методи, що застосовують в умовах невизначеності інформації про ситуацію ухвалення рішення (теоретико-ігрові методи, які залежно від того, що спричиняє невизначеність ситуації: об'єктивні обставини або свідомі дії противника, поділяють на методи теорії статистичних рішень і методи теорії ігор).

Аналітичні методи встановлюють аналітичні (функціональні) залежності між умовами розв'язання задачі (факторами) і її результатами

(ухваленим рішенням). До аналітичних належить широка група методів економічного аналізу діяльності фірми (наприклад побудова рівняння беззбитковості і знаходження точки беззбитковості).

Статистичні методи ґрунтовані на збиранні та обробленні статистичних матеріалів. Характерною рисою цих методів є врахування випадкових впливів і відхилень. Статистичні методи включають методи теорії ймовірностей і математичної статистики.

В управлінні широко використовують такі методи з цієї групи: метод платіжної матриці, метод «дерева рішень», кореляційно-регресійний аналіз; дисперсний аналіз; факторний аналіз; кластерний аналіз; методи статистичного контролю якості і надійності та інші.

Математичне програмування – це розділ математики, який містить теорію та методи розв’язання умовних екстремальних задач із кількома змінними. У задачах математичного програмування необхідно вибрати значення змінних (тобто параметрів управління) так, щоб забезпечити максимум (або мінімум) цільової функції за певних обмежень.

Найбільш широко методи математичного програмування застосовувані у сферах планування номенклатури і асортименту виробів; визначення маршрутів виготовлення виробів; мінімізації відходів виробництва; регулювання запасів; календарного планування виробництва тощо [5].

Метод платіжної матриці допомагає оцінити кожен альтернативу як функції різних можливих результатів реалізації цієї альтернативи [6].

Основними умовами застосування методу платіжної матриці є:

- наявність кількох альтернатив розв’язання проблеми;
- наявність декількох ситуацій, які можуть мати місце з реалізацією кожної альтернативи;
- можливість кількісно виміряти наслідки реалізації альтернатив.

У концепції платіжної матриці основним є поняття «очікуваний ефект».

Очікуваний ефект – це сума можливих результатів ситуацій, які можуть виникнути в процесі реалізації альтернативи, помножених на ймовірність настання кожної з них. У методі платіжної матриці критично важливим є точне оцінювання ймовірностей виникнення ситуації в процесі реалізації альтернатив.

Метод дерева рішень передбачає графічну побудову різних варіантів дій, які можуть бути здійснені для розв'язання існуючої проблеми [7].

Теоретико-ігрові методи. У більшості випадків для ухвалення управлінських рішень використовують неповну і неточну інформацію, яка і утворює ситуацію невизначеності. Для обґрунтування рішень в умовах невизначеності використовують методи теорії статистичних рішень (ігри з природою); методи теорії ігор [6, 8].

Методи теорії статистичних рішень використовують, коли невизначеність ситуації обумовлена об'єктивними обставинами, які або невідомі, або мають випадковий характер [8, 9].

Теорію ігор використовують у випадках, коли невизначеність ситуації обумовлена свідомими діями розумного суперника [6-9].

Організації звичайно мають цілі, які суперечать цілям інших організацій-конкурентів. Тому робота менеджерів часто полягає у виборі рішення з урахуванням дій конкурентів. Для розв'язання таких проблем призначені методи теорії ігор.

Теорія ігор – це розділ прикладної математики, який вивчає моделі і методи ухвалення оптимальних рішень в умовах конфлікту.

Під **конфліктом** розуміють таку ситуацію, у якій зіштовхуються інтереси двох або більше сторін, що переслідують різні (найчастіше суперечливі) цілі. При цьому кожне рішення потрібно ухвалювати в

розрахунку на розумного суперника, який намагається зашкодити іншому учаснику гри досягти успіху.

Для дослідження конфліктної ситуації будують її формалізовану спрощену модель. Для побудови такої моделі необхідно чітко описати конфлікт:

1) уточнити кількість учасників (учасників або сторони конфлікту називають гравцями);

2) вказати на всі можливі способи (правила) дій гравців, які називають стратегіями гравців;

3) розрахувати, якими будуть результати гри, якщо кожний гравець вибере певну стратегію (тобто з'ясувати виграші або програші гравців).

Основну задачу теорії ігор можна сформулювати так: визначити, яку стратегію має застосувати розумний гравець у конфлікті з розумним суперником, щоб гарантувати кожному з них виграш, при цьому відхилення будь-кого з гравців від оптимальної стратегії може тільки зменшити його виграш.

3.2 Процес ухвалення рішень

У теорії ухвалення рішень розрізняють дві основні технології. Найпростішою технологією ухвалення рішень є **інтуїтивна**, яку у спрощеному схематичному вигляді подано на рисунку 3.2.

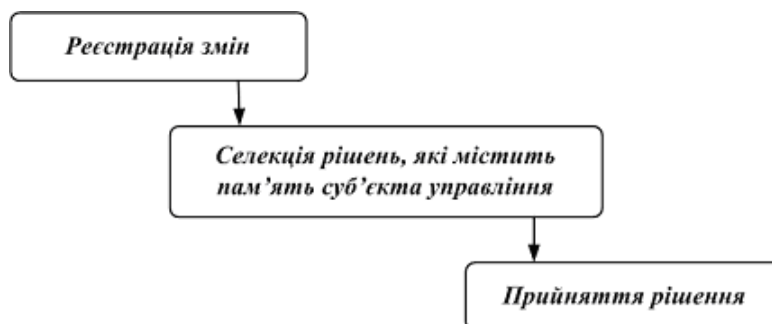


Рисунок 3.2 – Модель інтуїтивної технології прийняття рішення

Зміна стану висуває проблему, необхідність позбавитися якої і потребує ухвалення рішення. За інтуїтивної технології, досвід ухвалення рішень в аналогічних (подібних) ситуаціях, що накопичив певний суб'єкт управління, і визначає саме рішення.

Отже, якщо в минулому накопиченому досвіді суб'єкта управління не було ухвалено аналогічних рішень, імовірність ухвалення помилкового рішення зростає. Перевага інтуїтивної технології полягає у швидкості ухвалення рішень, а основний недолік – у значній імовірності помилки.

Спрощена модель раціональної технології ухвалення рішень наведена на рисунку 3.3.



Рисунок 3.3 – Раціональна технологія ухвалення управлінських рішень

У практиці ухвалення рішень часто виникає питання про доцільність застосування групового або індивідуального підходу для процедури ухвалення рішень. Модель, спрямована на вирішення цього питання, розроблена Ріком Роскіним.

Модель, подана на рисунку 3.4, потребує від менеджера зважити кожен з цих змінних і визначити залежно від цього стиль ухвалення рішення: індивідуальний чи груповий.

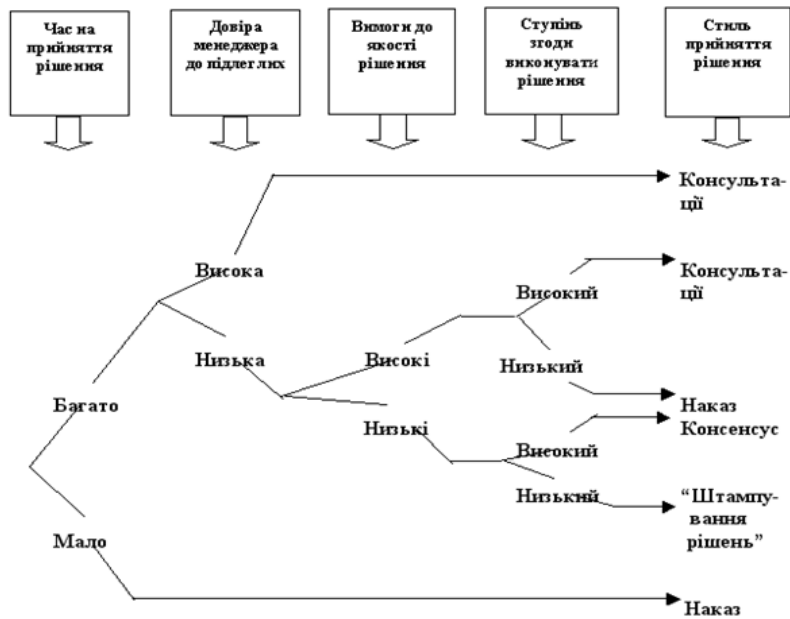


Рисунок 3.4 – Дерево стилів рішень

Контрольні запитання

- 1 На які дві основні групи поділяють методи обґрунтування управлінських рішень?
- 2 У яких випадках застосовують якісні методи ухвалення рішень?
- 3 Як класифікують кількісні методи залежно від характеру інформації?
- 4 Які методи використовують в умовах однозначної визначеності інформації?
- 5 У чому сутність статистичних методів і які їхні основні характеристики?
- 6 Чим відрізняються статистичні методи від аналітичних?
- 7 У чому полягає суть аналітичних методів?
- 8 Які основні особливості статистичних методів для ухвалення рішень?
- 9 Що таке математичне програмування і для чого його застосовують?

- 10 Які умови необхідні для використання методу платіжної матриці?
- 11 Що означає поняття «очікуваний ефект» у методі платіжної матриці?
- 12 У чому полягає метод «дерево рішень»?
- 13 Коли застосовують теоретико-ігрові методи ухвалення рішень?
- 14 Що розуміють під конфліктом у теорії ігор?
- 15 Які переваги та недоліки інтуїтивної і раціональної технологій ухвалення рішень?

Лекція 4

МЕТОДИ АКТИВІЗАЦІЇ ТВОРЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Метод (від грец. *methodos* – шлях, спосіб дослідження, викладення) – система правил і прийомів підходу для вивчення явищ і закономірностей природи, суспільства, мислення; планомірний шлях, спосіб досягнення певних результатів у науковому пізнанні й практичній діяльності; узагалі прийом, спосіб або характер дії.

Методи активізації творчості – це способи інтенсифікації генерації ідей, підвищення концентрації оригінальних ідей у загальному їхньому потоці, можливість перебороти психологічну інертність [10].

В управлінській практиці використовують різні методи творчого пошуку альтернативних варіантів, які умовно поділяють на три групи [10, 11]:

1 Методи індивідуального творчого пошуку (аналогії, інверсії, ідеалізації).

2 Методи колективного творчого пошуку («мозковий штурм», «конференція ідей», «колективний блокнот», синектика).

3 Методи активізації творчого пошуку (контрольних запитань, фокальних об'єктів, морфологічного аналізу).

Перелічені методи можна віднести до евристичних.

Евристичними методами називають логічні прийоми і методичні правила наукового дослідження і винахідницької творчості, які здатні приводити до мети в умовах неповноти вихідної інформації та відсутності чіткої програми управління процесом розв'язання задачі.

Евристичні методи (інтуїтивні) – це спеціальні методи аналізу, базовані на використанні досвіду, інтуїції фахівця та його творчого мислення.

Метод аналогії – це важливий евристичний метод вирішення творчих завдань. Застосування аналогії є проміжною ланкою між інтуїтивними і логічними процедурами мислення. Для вирішення творчих

завдань використовують конкретні та абстрактні аналогії. Наприклад, шукають аналогії живої природи та переносять їх у галузь неживих предметів (галузі техніки). У цих останніх аналогіях можуть бути встановлені аналогії за формою, структурою, функціями, процесами тощо.

Методи асоціацій і аналогій передбачають насамперед активізацію асоціативного мислення людини. Сутність цих методів полягає в тому, що нові ідеї та пропозиції виникають на основі зіставлення з іншими більш-менш аналогічними об'єктами. Найчастіше застосовують особисту аналогію – прийом, за допомогою якого людина ототожнює себе з аналізованим об'єктом. Це дає змогу глибше зрозуміти завдання, що стоїть перед аналітиком.

Метод заснований на властивості людського мозку встановлювати зв'язки між словами, поняттями, думками, враженнями, тобто встановлювати асоціативні зв'язки.

На початковому етапі метод аналогії використовують для найчіткішого виявлення і засвоєння учасниками суті розв'язуваної проблеми. Необхідно відмовлятися від очевидних рішень. Потім у процесі спеціально організованого обговорення визначають головні труднощі і суперечності, перешкоджаючи розв'язанню. Виробляють нові формулювання проблеми, визначають цілі. Надалі за допомогою спеціальних запитань, що викликають аналогії, шукають ідеї та рішення. Одержані рішення оцінюють і перевіряють. За необхідності повертаються до проблеми для повторного її обговорення і розвитку одержаних раніше ідей.

Основний недолік методу аналогій полягає в тому, що часто для успішного використання аналогій потрібна спеціальна підготовка, а також схильність людини до фантазії і образного мислення.

Метод інверсії – специфічний метод, що передбачає пошук варіантів від протилежного (підходи для пошуку варіантів: перевернути звичайне рішення «догори дригом»; вивернути навиворіт; поміняти місцями тощо).

Метод інверсії орієнтований на пошук ідей вирішення творчого завдання в нових, несподіваних напрямках, найчастіше протилежних традиційним поглядам і переконанням, продиктованих формальною логікою і здоровим глуздом.

Метод інверсії базований на оптимальному використанні протилежних (прямих і зворотних) процедур творчого мислення: аналіз і синтез, логічне та інтуїтивне, статичні і динамічні характеристики об'єкта дослідження, зовнішні і внутрішні боки об'єкта, збільшення чи, навпаки, зменшення розмірів, конкретне і абстрактне, реальне і фантастичне, роз'єднання та об'єднання. Якщо не вдається вирішити завдання від початку до кінця, то слід спробувати вирішити його від кінця до початку і т. д.

Недоліком і обмеженням методу інверсії є те, що потрібний досить високий рівень творчих здібностей, базисних знань, умінь і досвіду.

Метод ідеалізації базований на пошуку альтернативи через уявлення про ідеальне розв'язання проблеми, яке може нашоухнути на нові варіанти дій.

Метод ідеалізації – уявне конструювання об'єктів, яких немає в дійсності, або які практично нездійсненні. Мета ідеалізації: позбавити реальні об'єкти деяких притаманних їм властивостей і наділити (подумки) ці об'єкти певними нереальними і гіпотетичними властивостями.

У процесі ідеалізації відбувається відволікання від неголовних, несуттєвих характеристик об'єкта, умов, у яких існує реальний прообраз (наприклад ідеальний газ, абсолютна плинність тощо). Такий прийом дає змогу виділити об'єкт у «чистому» вигляді, спрощує його дослідження та вивчення потрібних властивостей.

Порівняно з індивідуальними колективні методи є більш ефективними. Групова робота принципово змінює характер взаємодії всередині творчого колективу. Групові методи розвитку творчих

здібностей продуктивні лише за умови подолання бар'єрів психологічного захисту людини в разі правильної організації спілкування в групі.

Метод мозкового штурму зведений до творчої співпраці певної групи спеціалістів заради розв'язання проблеми через, наприклад, проведення дискусії. Аби «мозковий штурм» не перетворився на звичайну нараду, потрібно дотримуватися певних правил:

- не дозволена критика і негативні коментарі щодо висловлювань учасників;

- ідеї та пропозиції, що висувають, не засуджують;

- заохочують вільне творче мислення;

- забезпечено висування якомога більшої кількості ідей;

- заохочують комбінування ідей, розвиток однієї ідеї на основі інших тощо.

Метод ґрунтований на груповому формуванні ідеї вирішення певного завдання. Група, для якої воно сформульовано, висуває якомога більше нових ідей, інколи абсолютно несподіваних, що сприяє створенню атмосфери невимушеності та співробітництва. Заохочують будь-яку пропозицію, думку, ідею. Тільки після збирання всіх пропозицій починають їх оцінювати, тобто всебічно та об'єктивно аналізувати всі пропозиції і вибирати найбільш оптимальну з них.

Методика мозкової атаки має кілька етапів [10, 12].

На першому етапі формулюють проблему, яку необхідно розв'язати; обґрунтовують основні завдання для пошуку рішення; визначають/встановлюють основні правила пошуку рішення і поведінки під час мозкової атаки; формують кілька робочих груп у складі трьох-п'яти осіб і визначають їхні завдання (розроблення критеріїв оцінювання і відбору найкращих ідей).

Другий (тренувальний) етап – формування навичок швидкого пошуку відповіді на проблемні запитання; вивільнення творчості та

ініціативи в учасників; розвиток почуття співробітництва, невимушеності; створення атмосфери змагальності та зняття «психологічних бар'єрів».

Третій етап – «штурм» визначеної проблеми. Попередньо ще раз уточнюють проблеми і завдання та нагадують правила гри і поведінки, конкретизують завдання для учасників заняття (наприклад експертної групи, спостерігачів, опонентів).

Продукування ідей починається одночасно в усіх робочих групах і триває до повного їх вичерпання. Кожна робоча група має власних експертів (також можуть бути і спостерігачі, якщо чисельність навчальної групи це дозволяє), які чітко фіксують усі ідеї, що виникають у групі.

Зміст четвертого етапу – це оцінювання і відбір оптимальних ідей експертами на основі попередньо опрацьованих критеріїв оцінювання висунутих ідей. Робочі групи в цей час відпочивають.

На заключному етапі повідомляють результати мозкової атаки; обговорюють результати роботи груп; оцінюють і обґрунтовують найкращі ідеї; публічно захищають оптимальний варіант розв'язання проблеми.

Після цього ухвалюють колективний варіант рішення і надають рекомендації щодо впровадження найкращої ідеї у практику.

Практично немає сфери, де за допомогою цього методу не можна було б розв'язати будь-яку складну проблему. Оптимальна кількість учасників для такого обговорення – 10 осіб, однак доцільно його використовувати і в групах із більшою кількістю учасників.

Метод конференції ідей. Різновидом групового творчого пошуку рішень є конференція ідей. Відрізняється від методу «мозковий штурм» тим, що допускає доброзичливу критику у формі реплік або коментарів. Вважають, що така критика може підвищити цінність ідей, які висувають. Усі висунуті ідеї фіксують у протоколі анонімно. Не рекомендовано залучати до «конференції ідей» осіб, які скептично налаштовані щодо можливостей розв'язання цієї проблеми.

Метод колективного блокнота (банку ідей) дає змогу поєднувати незалежне висування ідей кожним експертом із подальшим їх колективним обговоренням на нараді з пошуку шляхів вдосконалення.

При цьому кожен учасник групи отримує блокнот, у якому викладена сутність розв'язуваної проблеми. Упродовж певного періоду часу (зазвичай два тижні) кожен учасник групи записує в блокнот власні ідеї щодо розв'язання цієї проблеми. За цей час учасник не розлучається з блокнотом і заносить у нього всі думки, що стосуються проблеми. Потім блокноти збирає керівник групи для узагальнення та систематизації інформації. Реалізація методу завершується творчою дискусією всієї групи та обговоренням систематизованого матеріалу.

Синектика (з англ. синектика – «суміщення різнорідних елементів») – методика дослідження, заснована на соціально-психологічній мотивації колективної інтелектуальної діяльності, запропонована В. Дж. Гордоном.

На відміну від мозкового штурму, у синектиці дозволена критика. Ну і, звичайно, головною особливістю є суть методу синектики – це використання порівнянь і аналогій.

Метод синектики застосовують у невеликій групі (п'ять-сім учасників). Інші умови застосування методу (правила ведення дискусії, професійний і соціальний склад групи та ін.) відповідають тим самим умовам, що і для організації класичного мозкового штурму.

Для активізації процесу творчого пошуку альтернативних варіантів використовують третю групу методів.

Метод контрольних запитань. Його сутність полягає у стимулюванні пошуку ідей за допомогою універсальних запитань. На практиці часто використовують перелік універсальних запитань, складений А. Осборном [10, 12].

Універсальні запитання:

- яке нове застосування об'єкта можна запропонувати;
- які модифікації об'єкта можливі, якщо його обертати, скручувати, змінювати функції, колір, форму тощо;
- що можна на об'єкті збільшити (зменшити): розміри, міцність, кількість елементів тощо;
- що можна на об'єкті замінити тощо.

Метою цього методу є вирішення завдання за допомогою усунення виявлених недоліків прототипу.

Метод фокальних об'єктів полягає в перенесенні ознак випадково вибраних об'єктів на об'єкт, що вдосконалюють. Унаслідок цього можна отримати нові, оригінальні варіанти розв'язання проблеми вдосконалення цього об'єкта [13].

Метод фокальних об'єктів реалізують у такій послідовності:

- а) вибирають фокальний об'єкт і встановлюють мету його вдосконалення;
- б) навмання вибирають кілька випадкових об'єктів;
- в) складають списки ознак випадкових об'єктів;
- г) ознаки випадкових об'єктів приєднують до фокального об'єкта;
- д) отримані сполучення розвивають через вільні асоціації;
- е) отримані варіанти оцінюють і відбирають раціональні рішення.

Метод морфологічного аналізу ґрунтований на застосуванні комбінаторики, тобто системному дослідженні всіх теоретично можливих варіантів, які впливають із закономірностей побудови (морфології) об'єкта, що аналізують. Синтез охоплює як відомі, так і нові, незвичайні варіанти. Комбінуванням варіантів можна отримати рішення, окремі з них можуть мати практичний інтерес.

Суть методу морфологічного аналізу і синтезу технічних рішень полягає в тому, що в технічному об'єкті, що нас цікавить, виділяють групу основних конструктивних або інших ознак, а потім для кожної ознаки

вибирають альтернативні варіанти, комбінують їх між собою і отримують безліч різних рішень.

Перевага методу морфологічного аналізу технічних рішень полягає в тому, що він дає змогу надати всі можливі рішення проблеми (завдання).

Контрольні запитання

- 1 Що означає поняття «метод» і яку роль він відіграє в науковому пізнанні та практичній діяльності?
- 2 Що таке евристичні методи та в яких умовах вони є найбільш ефективними?
- 3 У чому полягає сутність методу аналогії, його переваги та недоліки?
- 4 Як працюють асоціативні зв'язки у процесі генерації нових ідей?
- 5 У чому полягає суть методу інверсії та які прийоми він передбачає?
- 6 Які обмеження існують для використання методу інверсії?
- 7 У чому полягає суть методу ідеалізації?
- 8 Які основні правила проведення мозкового штурму і його етапи?
- 9 Чому під час мозкового штурму заборонена критика ідей?
- 10 Чим метод конференції ідей відрізняється від мозкового штурму?
- 11 У чому полягає сутність і відмінність методу мозкового штурму та синектики?
- 12 У чому полягає суть методу колективного блокнота (банку ідей)?
- 13 Яка мета методу контрольних запитань і як його реалізують?
- 14 У чому полягає метод фокальних об'єктів і які його основні кроки?
- 15 Яка сутність методу морфологічного аналізу та його переваги?

Лекція 5

КРИТЕРІЇ РОЗВИТКУ (ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ) ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

План

- 5.1 Суть, показники і методи оцінювання якості продукції.
- 5.2 Класифікація критеріїв розвитку технічних об'єктів.

5.1 Суть, показники і методи оцінювання якості продукції

Будь-який технічний об'єкт у сучасному інженерному розумінні розглядають як складну систему, що функціонує в певному середовищі та взаємодіє з користувачем, інфраструктурою і зовнішніми обмеженнями. Тому його оцінювання не може бути обмежено окремими параметрами, а має базуватися на системному підході, де головну роль відіграє категорія якості [14].

Якість продукції – це сукупність властивостей технічного об'єкта, що визначають його здатність забезпечувати заданий функціональний результат за встановлених умов експлуатації, з урахуванням витрат ресурсів, безпеки та екологічних вимог [15].

Поняття якості тісно пов'язане з технічним рівнем. Технічний рівень характеризує переважно техніко-експлуатаційні параметри (продуктивність, точність, надійність), тоді як якість охоплює ширший спектр характеристик, включаючи економічні, екологічні та ергономічні аспекти.

Головною особливістю сучасного підходу є орієнтація на життєвий цикл об'єкта. Концепція Life Cycle Cost (LCC) передбачає, що оцінюють якість з урахуванням усіх витрат – від етапу проектування до утилізації [16]. Це означає, що інженерні рішення мають оптимізувати не лише початкові витрати, але і витрати експлуатації, технічного обслуговування,

ремонту і виведення з експлуатації. На практиці це змінює критерії ухвалення рішень: дешевше на етапі виробництва рішення може виявитися неефективним у довгостроковій перспективі.

Рівень якості – це кількісна характеристика ступеня відповідності продукції встановленим або очікуваним вимогам для конкретних умов використання [15].

Виділяють такі рівні якості [15]:

– абсолютний – визначають через систему показників без порівняння з аналогами, можна зафіксувати фактичний стан об'єкта. Однак сам по собі він не дає уявлення про конкурентоспроможність;

– відносний – базований на порівнянні з еталонними або базовими зразками і є основним для інженерного аналізу, оскільки можна оцінити місце об'єкта серед аналогів;

– перспективний – ураховує тенденції розвитку техніки і технологій, що особливо важливо для проектування нових систем. Він орієнтований не на поточний стан, а на майбутні вимоги;

– оптимальний – визначають із позиції мінімізації сукупних витрат за життєвий цикл для досягнення заданого ефекту. Саме цей рівень є цільовим у сучасному інженерному проектуванні.

Оцінювання якості базовано на системі показників, які відображають різні аспекти функціонування технічного об'єкта [14]. Їх доцільно поділяти на дві групи.

Перша група – диференційовані показники, які характеризують окремі властивості об'єкта. До них належать функціональні параметри (продуктивність, точність), показники надійності (безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність), ергономічні характеристики (зручність, безпека взаємодії з людиною), екологічні показники (викиди, енергоефективність), економічні параметри.

Друга група – інтегральні показники, які дають змогу оцінити якість у цілому. Вони формовані узагальненням окремих характеристик і відображають системну ефективність об'єкта. Найбільш показовим є інтегральний показник якості, що визначений як відношення корисного ефекту до сукупних витрат:

$$K_{\text{інт}} = E / (C_{\text{вир}} + C_{\text{експ}}), \quad (5.1)$$

де E – корисний ефект;

$C_{\text{вир}}$ – витрати на виробництво;

$C_{\text{експ}}$ – витрати на експлуатацію.

Цей показник безпосередньо відображає ефективність використання ресурсів і є основою для оптимізаційних рішень.

Методичний інструментарій оцінювання якості включає кілька підходів, які застосовують залежно від характеру об'єкта і доступної інформації. Методи оцінювання якості поділяють на групи [17].

Об'єктивні методи базовані на використанні вимірювальних приладів, випробувань і лабораторного аналізу. Вони гарантують високу точність і застосовувані для технічних параметрів.

Органолептичні методи ґрунтовані на оцінюванні за допомогою органів чуття людини. Використовують для показників, що важко формалізовані (наприклад комфорт, зовнішній вигляд).

Диференційований метод передбачає порівняння окремих показників із базовими значеннями, що дає змогу виявити сильні та слабкі сторони об'єкта.

Комплексний метод орієнтований на формування узагальнюючого показника з урахуванням вагомості окремих параметрів і є найбільш придатним для системного аналізу.

У сучасній практиці ці методи суттєво доповнюють цифровими технологіями. Використання математичного моделювання, аналізу великих даних і концепції цифрових двійників дає змогу оцінювати якість ще на стадії проєктування, прогнозувати поведінку системи в різних умовах і оптимізувати її параметри без необхідності створення фізичних прототипів. Це принципово змінює підхід щодо забезпечення якості, переводячи його з реактивного (контроль після виготовлення) у проактивний (закладання якості на етапі проєктування).

Сучасне розуміння якості технічних об'єктів базовано на інтеграції технічних, економічних і соціально-екологічних аспектів, орієнтації на життєвий цикл і використанні системних і цифрових методів аналізу. Це гарантує перехід від локальної оптимізації окремих параметрів до комплексного підвищення ефективності функціонування технічних систем.

5.2 Класифікація критеріїв розвитку технічних об'єктів

Розвиток технічних об'єктів є закономірним процесом їх еволюційного вдосконалення, спрямованого на підвищення ефективності функціонування, надійності, економічності та відповідності вимогам людини і навколишнього середовища. Такий розвиток відбувається не хаотично, а відповідно до певних закономірностей, які відображені через систему критеріїв розвитку.

Критерії розвитку – це узагальнені кількісні або якісні параметри, що характеризують рівень технічної досконалості об'єкта, напрями його вдосконалення та ефективність функціонування на різних етапах життєвого циклу. Вони допомагають оцінювати технічні рішення, порівнювати альтернативні варіанти конструкцій і обґрунтовувати вибір оптимальних інженерних рішень [18].

Сучасний підхід передбачає системний аналіз критеріїв за чотирма групами: функціональні, технологічні, економічні та антропологічні.

Функціональні критерії відображають здатність технічного об'єкта виконувати свої основні функції відповідно до заданих параметрів. Вони є базовими, оскільки визначають доцільність існування об'єкта. До цієї групи належать продуктивність, точність, надійність, швидкодія, пропускна здатність тощо. Особливе місце займає надійність, яка характеризує здатність об'єкта зберігати працездатність у заданих умовах протягом визначеного часу. Надійність оцінюють через систему показників: імовірність безвідмовної роботи, інтенсивність відмов, середнє напрацювання на відмову [19]. У сучасних транспортних системах широко застосовують концепцію RAMS [16], яка комплексно враховує надійність, готовність, ремонтпридатність і безпеку. Це дає змогу оцінювати систему не лише з позиції її функціонування, а і з урахуванням експлуатаційних характеристик і ризиків.

Технологічні критерії характеризують ефективність створення, виготовлення, модернізації та ремонту технічного об'єкта. Вони визначають ступінь пристосованості конструкції до виробництва і обслуговування.

Критерій трудомісткості виготовлення машини

$$K_T = A_{TC}/Q, \quad (5.2)$$

де A_{TC} – сумарна трудомісткість проектування, виготовлення і підготовки до експлуатації виробу;

Q – показник ефективності (наприклад потужність або продуктивність).

Як головний показник ефективності машини можна прийняти встановлену потужність приводів, кВт, або інший показник.

Критерій технологічних можливостей відображає рівень використання уніфікованих, стандартизованих і перевірених рішень, його характеризує коефіцієнт технологічних можливостей K_{TM} .

Значення коефіцієнта $0 < K_{TM} < 1$, і *чим він більший, тим більше зберігаються відомі рішення в машині*, тим більшою мірою використовувані покупні та уніфіковані елементи, багаторазово перевірені в роботі та виготовленні.

Основні підсистеми при цьому зазвичай створюють заново.

Критерій використання металів K_{BM} характеризує технологічний процес виготовлення деталей машини і дорівнює відношенню маси машини G до маси витрачених матеріалів P (при цьому покупні комплектуючі елементи не враховують):

$$K_{BM} = G/P, \quad (5.3)$$

де G – маса машини;

P – маса витрачених матеріалів (покупні комплектуючі елементи не враховують).

Цей показник допомагає оцінити рівень відходів і раціональність технологічного процесу. *Значення K_{BM} в цілому не перевищує 0,55.*

Критерій розчленування конструкції відображає ступінь поділу об'єкта на вузли та деталі. Оптимальний рівень розчленування забезпечує баланс між простотою виготовлення, зручністю ремонту, можливістю уніфікації та мінімізацією маси і трудомісткості.

Чим менше в машині складальних одиниць і деталей, тим менше її маса, вище жорсткість і надійність, менше трудомісткість механічної обробки та складання.

Більше розчленування машини на складальні одиниці і деталі теж має свої переваги. Більше розчленування машини з новими елементами дає

змогу скоротити час і трудомісткість розроблення і доведення машини в цілому. У процесі розроблення і доведення нового обладнання економічніше і простіше усувати недоліки окремих більш простих вузлів і деталей. Розширені можливості уніфікації та стандартизації.

Економічні критерії характеризують ефективність функціонування технічного об'єкта з урахуванням витрат ресурсів на його створення та експлуатацію. Вони безпосередньо пов'язані з конкурентоспроможністю техніки. До основних належать металоємність, енергоємність, витрати на інформаційне забезпечення і габаритні характеристики.

Критерій металоємності K_M дорівнює відношенню маси машини G до її головного показника ефективності Q (встановлена потужність, кВт, максимальна ширина обробки, см, продуктивність, шт./хв, м/хв і т. д.):

$$K_M = G/Q, \quad (5.4)$$

де G – маса об'єкта,

Q – показник ефективності.

Зменшення металоємності свідчить про раціональність конструкції.

Критерій енергоємності K_e визначають як відношення витраченої енергії з експлуатацією в одиницю часу W до одного з показників ефективності Q . Він відображає енергетичну ефективність об'єкта.

$$K_e = W/Q, \quad (5.5)$$

де W – енергетичні витрати в одиницю часу.

Критерій витрат на інформаційне забезпечення K_{i3} визначають як відношення витрат на придбання та експлуатацію обчислювальної техніки,

розроблення програмного або інформаційного забезпечення до одного з показників ефективності:

$$K_{iz} = S/Q, \quad (5.6)$$

де S – витрати на придбання та експлуатацію обчислювальної техніки, розроблення програмного або інформаційного забезпечення.

Цей показник набуває особливого значення в умовах цифровізації транспорту.

Критерій габаритних розмірів K_r дорівнює відношенню габаритних розмірів машини V до її ефективності Q :

$$K_r = V/Q, \quad (5.7)$$

де V – габаритні розміри машини.

Чим менше значення K_r , тим менше машина займає виробничої площі і менше витрати матеріалів на її виготовлення. Менше значення свідчить про компактність і раціональне використання простору.

Антропологічні критерії враховують взаємодію людини з технічним об'єктом і спрямовані на гарантування безпеки, зручності та ефективності праці. Вони охоплюють ергономічність, безпеку, екологічність і естетичні характеристики.

Антропологічні критерії розвитку забезпечують максимальну пристосованість машини до людини, зниження дискомфорту, підвищення позитивних емоцій.

Критерій ергономічності характеризує використання в системі людина-машина фізичних, психологічних та інтелектуальних можливостей людини. Критерій дорівнює відношенню реалізованої ефективності

системи людина-машина до максимально можливої ефективності цієї системи.

Критерій ергономічності визначають як

$$K_{\text{ерг}} = E_{\text{ф}} / E_{\text{макс}}, \quad (5.8)$$

де $E_{\text{ф}}$ – фактична ефективність системи «людина – машина»;

$E_{\text{макс}}$ – максимально можлива ефективність системи «людина – машина».

Цей показник відображає ступінь відповідності техніки фізіологічним, психологічним і когнітивним можливостям людини.

Критерії краси, безпеки та екологічності характеризують зовнішній вигляд машини, її безпеку і здатність не завдавати шкоди навколишньому середовищі.

Критерії безпеки характеризують рівень ризику для людини, а екологічності – вплив на навколишнє середовище. Критерії естетичності впливають на сприйняття техніки та психологічний комфорт користувача.

Загальною закономірністю розвитку технічних об'єктів є необхідність досягнення компромісу між різними групами критеріїв. Підвищення одного показника часто супроводжує погіршення іншого, тому завдання інженера полягає у знаходженні оптимального балансу.

У транспортних системах це проявляється в таких напрямках: підвищення продуктивності без зниження безпеки, зменшення енерговитрат без втрати надійності, впровадження цифрових технологій без ускладнення експлуатації.

Оцінювання якості та критерії розвитку технічних об'єктів є основою інженерного аналізу і ухвалення рішень. Сучасний підхід базований на системному врахуванні функціональних, технологічних, економічних і людських факторів протягом усього життєвого циклу

об'єкта. Це гарантує підвищення ефективності, конкурентоспроможності, стійкості технічних систем, зокрема у транспортній галузі.

Контрольні запитання

1 Що розуміють під якістю продукції в сучасному інженерному підході?

2 Чим відрізняється поняття «якість продукції» від поняття «технічний рівень»?

3 У чому полягає сутність концепції Life Cycle Cost (LCC)?

4 Що таке рівень якості продукції?

5 Які основні рівні якості продукції виділяють у сучасній інженерії?

6 Які показники належать до диференційованих показників якості?

7 У чому полягає сутність інтегрального показника якості?

8 Які основні методи оцінювання якості технічних об'єктів застосовують на практиці?

9 У чому полягають особливості об'єктивних та органолептичних методів оцінювання якості?

10 Як цифрові технології впливають на сучасні методи оцінювання якості технічних систем?

11 Що таке критерії розвитку технічних об'єктів?

12 Які групи критеріїв розвитку технічних об'єктів виділяють у сучасному системному аналізі?

13 Які показники використовують для оцінювання надійності технічних систем?

14 У чому полягає сутність технологічних та економічних критеріїв розвитку технічних об'єктів?

15 Яке значення мають антропологічні критерії у процесі проектування та експлуатації технічних систем?

Лекція 6

ТЕХНІЧНІ СУПЕРЕЧНОСТІ ТА ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ЇХ УСУНЕННЯ

Проблема пошуку ефективних технічних рішень супроводжує розвиток інженерної діяльності протягом усього періоду існування техніки. Починаючи з початку ХХ століття, різні дослідники та винахідники неодноразово формували переліки так званих «винахідницьких прийомів» – типових способів удосконалення технічних систем. Однак ранні класифікації мали переважно емпіричний характер і були створювані без єдиної наукової методології. Відбирали прийоми суб'єктивно, без системного аналізу закономірностей розвитку технічних систем і причин виникнення інженерних проблем. Унаслідок цього такі переліки не набули широкого практичного застосування в інженерному проектуванні.

Суттєвий розвиток теорії винахідницької діяльності відбувся у 1950–1960-х роках у межах формування Теорії розв'язання винахідницьких задач (ТРВЗ) [20]. Саме в цей період було сформульовано поняття технічної суперечності як центрального елемента процесу технічного вдосконалення.

Технічна суперечність – це ситуація, за якої покращення одного параметра або властивості технічної системи призводить до погіршення іншого параметра чи властивості.

Інакше кажучи, технічна система досягає певної межі розвитку, коли традиційні способи вдосконалення перестають бути ефективними через взаємний конфлікт параметрів, наприклад:

- збільшення міцності конструкції транспортного засобу часто супроводжуване зростанням його маси;
- підвищення швидкості руху може призводити до збільшення енергоспоживання;

– підвищення точності вимірювального приладу нерідко ускладнює його конструкцію та збільшує вартість;

– збільшення вантажопідйомності транспортної системи може спричинити зростання навантаження на інфраструктуру.

Отже, розвиток технічних систем має суперечливий характер, а інженерна творчість фактично спрямована на подолання таких суперечностей.

У процесі дослідження значних масивів патентної інформації було встановлено, що велика кількість винахідницьких задач базована на повторюваних типах технічних суперечностей [21]. Аналіз патентного фонду дав змогу виділити типові параметри технічних систем, між якими найчастіше виникають конфлікти, а також узагальнити найбільш ефективні способи їх усунення.

Результатом таких досліджень стало формування системи 40 винахідницьких принципів, які являють собою універсальні підходи для усунення технічних суперечностей. Ці принципи не є конкретними технічними рішеннями, а лише узагальненими моделями перетворення технічних систем.

1 Принцип дроблення:

- а) розділити об'єкт на незалежні частини;
- б) виконати об'єкт розбірним;
- в) збільшити ступінь дроблення об'єкта.

2 Принцип винесення: відокремити від об'єкта частину (або властивість), що «заважає», чи, навпаки, виділити єдино потрібну частину (властивість).

3 Принцип місцевої якості:

- а) перейти від однорідної структури об'єкта (або зовнішнього середовища, зовнішнього впливу) до неоднорідної;
- б) різні частини об'єкта повинні мати (виконувати) різні функції;

в) кожна частина об'єкта має перебувати в умовах, найбільш сприятливих для її роботи.

4 Принцип асиметрії:

- а) перейти від симетричної форми об'єкта до асиметричної;
- б) якщо об'єкт асиметричний, збільшити ступінь асиметрії.

5 Принцип об'єднання:

- а) з'єднати однорідні або призначені для суміжних операцій об'єкти;
- б) об'єднати в часі однорідні або суміжні операції.

6 Принцип універсальності: об'єкт виконує кілька різних функцій, завдяки чому відпадає необхідність в інших об'єктах.

7 Принцип «матрьошки»:

- а) один об'єкт розміщений всередині іншого, який, у свою чергу, знаходиться всередині третього, і т. д.;
- б) один об'єкт проходить крізь порожнини в іншому об'єкті.

8 Принцип антиваги:

- а) компенсувати вагу об'єкта поєднанням з іншим, що має підйомну силу;
- б) компенсувати вагу об'єкта взаємодією з середовищем (за рахунок аеро- і гідродинамічних сил).

9 Принцип попередньої антидії:

- а) заздалегідь надати об'єкту напруги, протилежної неприпустимим або небажаним робочим напруженням;
- б) якщо за умовами завдання необхідно здійснити якусь дію, треба заздалегідь зробити антидію.

10 Принцип попередньої дії:

- а) заздалегідь виконати необхідну дію (повністю або хоча б частково);
- б) заздалегідь розставити об'єкти так, щоб вони могли вступити в дію без витрат часу на доставлення і з найбільш зручного місця.

11 **Принцип «заздалегідь підкладеної подушки»:** компенсувати відносно невисоку надійність об'єкта заздалегідь підготовленими аварійними засобами.

12 **Принцип еквіпотенціальності:** змінити умови роботи так, щоб не доводилося піднімати або опускати об'єкт.

13 **Принцип «навпаки»:**

а) замість дії, що продиктована умовами завдання, здійснити зворотню дію;

б) зробити рухому частину об'єкта або зовнішнього середовища нерухомою, а нерухому – рухомою;

в) перевернути об'єкт «догори дригом», вивернути його.

14 **Принцип сфероїдальності:**

а) перейти від прямолінійних частин до криволінійних, від плоских поверхонь до сферичних, від частин, виконаних у вигляді куба і паралелепіпеда, до кульових конструкцій;

б) використовувати ролики, кульки, спіралі;

в) перейти від прямолінійного руху до обертального, використовувати відцентрову силу.

15 **Принцип динамічності:**

а) характеристики об'єкта (або зовнішнього середовища) мають змінюватися так, щоб бути оптимальними на кожному етапі роботи;

б) розділити об'єкт на частини, здатні переміщатися один відносно одного;

в) якщо об'єкт у цілому нерухомий, зробити його рухливим, що переміщається.

16 **Принцип часткової або надмірної дії:** якщо важко отримати 100 % необхідного ефекту, треба отримати «трохи менше» або «трохи більше» – завдання при цьому істотно спроститься.

17 **Принцип переходу в інший вимір:**

а) труднощі, пов'язані з рухом (або розміщенням) об'єкта по лінії, усуваються, якщо об'єкт має можливість переміщатися у двох вимірах (тобто на площині). Відповідно завдання, пов'язані з рухом (або розміщенням) об'єктів в одній площині, усуваються із переходом до простору в трьох вимірах;

б) використовувати багатопверхову компоновку об'єктів замість одноповерхової;

в) нахилити об'єкт або покласти його «на бік»;

г) використовувати зворотний бік площини;

д) використовувати оптичні потоки, що падають на сусідню площину або зворотний бік наявної площини.

18 *Принцип використання механічних коливань:*

а) привести об'єкт у коливальний рух;

б) якщо такий рух вже відбувається, збільшити його частоту (аж до ультразвукової);

в) використовувати резонансну частоту;

г) використовувати ультразвукові коливання в поєднанні з електромагнітними полями.

19 *Принцип періодичної дії:*

а) перейти від безперервної дії до періодичної (імпульсної);

б) якщо дія вже здійснюється періодично, змінити періодичність;

в) використовувати паузи між імпульсами для іншої дії.

20 *Принцип безперервності корисної дії:*

а) вести роботу безперервно (усі частини об'єкта мають весь час працювати з повним навантаженням);

б) усунути холості і проміжні ходи.

21 ***Принцип проскакування:*** вести процес або окремі його етапи (наприклад шкідливі або небезпечні) на великій швидкості.

22 *Принцип «повернути шкоду на користь»:*

а) використовувати шкідливі фактори (зокрема шкідливий вплив середовища) для отримання позитивного ефекту;

б) усунути шкідливий фактор за рахунок складання з іншими шкідливими факторами;

в) посилити шкідливий фактор настільки, щоб він перестав бути шкідливим.

23 Принцип зворотного зв'язку:

а) ввести зворотний зв'язок;

б) якщо зворотний зв'язок є, змінити його.

24 Принцип «посередника»:

а) використовувати проміжний об'єкт, який переносить або передає дію;

б) на час приєднати до об'єкта інший об'єкт.

25 Принцип самообслуговування:

а) об'єкт має сам себе обслуговувати, виконуючи допоміжні і ремонтні операції;

б) використовувати відходи (енергії, речовини).

26 Принцип копіювання:

а) замість недоступного, складного, дорогого, незручного або крихкого об'єкта використовувати його спрощені і дешеві копії;

б) замінити об'єкт або систему об'єктів їхніми оптичними копіями (зображеннями). Використовувати при цьому зміну масштабу (збільшити або зменшити копії);

в) якщо використовують видимі оптичні копії, перейти до копій інфрачервоних і ультрафіолетових.

27 Принцип дешевої недовговічності натомість довговічності: замінити дорогий об'єкт набором дешевих об'єктів, поступившись при цьому деякими якостями (наприклад довговічністю).

28 Принцип заміни механічної схеми:

- а) замінити механічну схему оптичною або акустичною;
- б) використовувати електричні, магнітні та електромагнітні поля для взаємодії з об'єктом;
- в) перейти від нерухомих полів до рухомих, від фіксованих – до мінливих у часі, від неструктурованих – до тих, що мають певну структуру;
- г) використовувати поля в поєднанні з феромагнітними частинками.

29 **Принцип використання пневмо- і гідроконструкцій:** замість твердих частин об'єкта використовувати газоподібні та рідкі: надувні і гідронаповнювані, повітряну подушку, гідростатичні і гідрореактивні.

30 **Принцип використання гнучких оболонок і тонких плівок:**

- а) замість звичайних конструкцій використовувати гнучкі оболонки і тонкі плівки;
- б) ізолювати об'єкт від зовнішнього середовища за допомогою гнучких оболонок і тонких плівок.

31 **Принцип застосування пористих матеріалів:**

- а) виконати об'єкт пористим або використовувати додаткові пористі елементи (вставки, покриття і т. д.);
- б) якщо об'єкт уже пористий, попередньо заповнити пори якоюсь речовиною.

32 **Принцип зміни забарвлення:**

- а) змінити забарвлення об'єкта або зовнішнього середовища;
- б) змінити ступінь прозорості об'єкта або зовнішнього середовища.

33 **Принцип однорідності:** об'єкти, які взаємодіють із певним об'єктом, мають бути зроблені з того самого матеріалу (або близького за властивостями).

34 **Принцип відкидання і регенерації частин:**

а) частину об'єкта, що виконала своє призначення або стала непотрібною, потрібно відкинути (розчинити, випарувати і т. д.) або видозмінити безпосередньо під час роботи;

б) частини об'єкта, що витрачають, мають бути відновлені безпосередньо під час роботи.

35 Принцип зміни фізико-хімічних параметрів об'єкта:

а) змінити агрегатний стан об'єкта;

б) змінити концентрацію або консистенцію;

в) змінити ступінь гнучкості;

г) змінити температуру.

36 Принцип застосування фазових переходів: використовувати явища, що виникають за фазових переходів, наприклад зміна обсягу, виділення або поглинання тепла і т. д.

37 Принцип застосування теплового розширення:

а) використовувати теплове розширення (або стиск) матеріалів;

б) використовувати кілька матеріалів із різними коефіцієнтами теплового розширення.

38 Принцип застосування сильних окиснювачів:

а) замінити звичайне повітря збагаченим;

б) замінити збагачене повітря киснем;

в) впливати на повітря і кисень іонізуючим випромінюванням;

г) використовувати озонований кисень;

д) замінити озонований кисень (або іонізований) озonom.

39 Принцип застосування інертного середовища:

а) замінити звичайне середовище інертним;

б) вести процес у вакуумі.

40 Принцип застосування композиційних матеріалів: перейти від однорідних матеріалів до композиційних.

Практичне значення винахідницьких принципів полягає в тому, що вони допомагають систематизувати процес пошуку інженерних рішень і зменшити випадковість у творчій діяльності.

Для підвищення ефективності застосування винахідницьких принципів була розроблена матриця технічних суперечностей. Вона є аналітичним інструментом, який встановлює зв'язок між параметрами, що покращуються, і параметрами, які при цьому погіршуються.

Структурно матриця побудована так:

- по вертикалі розміщені характеристики технічної системи, які необхідно покращити;
- по горизонталі – характеристики, погіршення яких є небажаним або неприпустимим;
- на перетині відповідних рядків і стовпців зазначають рекомендовані винахідницькі принципи, які статистично найчастіше забезпечують ефективне усунення такого типу суперечності.

Використання матриці технічних суперечностей дає змогу:

- формалізувати процес інженерного пошуку;
- скоротити час розроблення технічних рішень;
- підвищити ефективність інноваційної діяльності;
- забезпечити системний підхід щодо модернізації технічних об'єктів.

У сучасних умовах принципи усунення технічних суперечностей широко застосовують у транспортному машинобудуванні, логістичних системах, цифрових технологіях, автоматизованих системах управління, робототехніці, інтелектуальних транспортних системах. Їх використання сприяє створенню більш ефективних, економічних, безпечних і адаптивних технічних систем.

Контрольні запитання

- 1 У чому полягає проблема пошуку ефективних технічних рішень у процесі розвитку техніки?
- 2 Чому ранні переліки винахідницьких прийомів не набули широкого практичного застосування?
- 3 Що стало основою розвитку Теорії розв'язання винахідницьких задач (ТРВЗ)?
- 4 Дайте визначення технічної суперечності.
- 5 Наведіть приклади технічних суперечностей у транспортних системах.
- 6 Чому розвиток технічних систем має суперечливий характер?
- 7 Яке значення мав аналіз патентної інформації для розвитку ТРВЗ?
- 8 Що являють собою 40 винахідницьких принципів?
- 9 У чому сутність принципу дроблення?
- 10 Яке призначення принципу універсальності?
- 11 У чому полягає принцип динамічності технічних систем?
- 12 Яка сутність принципу зворотного зв'язку?
- 13 Для чого використовують принцип самообслуговування?
- 14 Як побудована матриця технічних суперечностей?
- 15 Які переваги забезпечує використання матриці технічних суперечностей у процесі інженерного проектування?

Лекція 7

ЗНАЧЕННЯ ВИВЧЕННЯ ІСТОРІЇ КОНСТРУКТИВНОГО МИНУЛОГО ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

План

7.1 Значення вивчення історії конструктивного розвитку технічних об'єктів.

7.2 Сутність, види і методика проведення експерименту.

7.1 Значення вивчення історії конструктивного розвитку технічних об'єктів

Розвиток техніки є безперервним процесом накопичення, аналізу та вдосконалення інженерних рішень. Жоден сучасний технічний об'єкт не виникає ізольовано – його конструкція сформована на основі попереднього досвіду, наукових відкриттів, технологічних можливостей і практичних потреб суспільства. Тому вивчення історії конструктивного розвитку технічних об'єктів є важливою складовою інженерної підготовки та науково-дослідної діяльності.

Конструктивне минуле технічного об'єкта – це сукупність етапів його розвитку, змін конструкції, принципів роботи, технологій виготовлення та умов експлуатації впродовж певного історичного періоду.

Історія розвитку технічних систем допомагає виявляти основні закономірності еволюції техніки, аналізувати причини появи нових конструктивних рішень, оцінювати ефективність попередніх розробок, прогнозувати напрями подальшого розвитку, уникати повторення технічних помилок і формувати системне інженерне мислення.

Розвиток технічних систем має нерівномірний характер: періоди поступового вдосконалення змінюють етапи значних технологічних

стрибків. Такі зміни пов'язані з появою нових матеріалів, джерел енергії, методів обробки інформації або принципово нових наукових відкриттів.

У транспортній галузі, зокрема на залізничному транспорті, виділяють такі етапи розвитку: парова тяга, тепловозна тяга, електрична тяга, цифрові системи керування рухом та інтелектуальні транспортні системи. Кожний наступний етап базований на попередньому та вдосконалює його технічні рішення.

До основних закономірностей розвитку технічних систем належать підвищення рівня автоматизації, зростання продуктивності, зменшення матеріало- та енергоємності, підвищення рівня безпеки, впровадження цифрових технологій і зростання адаптивності систем.

Історичний аналіз у процесі проектування допомагає оцінювати ефективність технічних рішень, визначати причини конструктивних недоліків, встановлювати межі подальшого вдосконалення систем та обґрунтовувати вибір нових інженерних рішень.

Основними джерелами інформації про розвиток технічних систем є патентна документація, технічні архіви, наукові публікації, стандарти, цифрові бази даних, експлуатаційні спостереження.

Важливу роль відіграє патентний аналіз, який дає змогу визначати тенденції розвитку техніки, виявляти перспективні напрями модернізації, оцінювати рівень новизни технічних рішень та уникати дублювання вже існуючих розробок.

Сучасне інженерне проектування значною мірою базоване на концепції спадковості технічних систем. Це означає, що нові конструкції створені через розвиток, комбінування або модернізацію вже існуючих рішень.

Дослідження конструктивного минулого технічних об'єктів є важливою передумовою ефективної інженерної творчості та науково-технічного прогресу.

Одним із результатів дослідження закономірностей розвитку технічних систем стало формування Теорії розв'язання винахідницьких задач (ТРВЗ), яка базована на припущенні, що еволюція технічних об'єктів має закономірний характер. Аналіз значних масивів патентної та технічної інформації дав змогу встановити типові суперечності, що виникають у процесі розвитку техніки, а також сформуванати універсальні підходи для їх усунення.

7.2 Сутність, види і методика проведення експерименту

Експеримент є одним із основних методів наукового пізнання та інженерного дослідження. Його сутність полягає в цілеспрямованому впливі дослідника на об'єкт дослідження через зміну умов його функціонування з подальшою реєстрацією і аналізом отриманих результатів.

Експеримент – це метод наукового дослідження, за допомогою якого дослідник у спеціально створених або контрольованих умовах змінює параметри об'єкта чи середовища та фіксує результати цих змін для встановлення причинно-наслідкових залежностей, перевірки гіпотез і виявлення закономірностей функціонування системи.

На відміну від спостереження, під час експерименту дослідник активно втручається у процес дослідження, змінюючи окремі фактори та оцінюючи реакцію системи. Це дає змогу не лише описувати явища, а і встановлювати механізми їх виникнення та розвитку.

Методика експерименту має забезпечувати відтворення досліджуваного процесу у вигляді системи змінних параметрів експериментальної ситуації. У структурі експерименту виділяють:

- незалежні фактори – параметри, які цілеспрямовано змінює дослідник;
- залежні параметри – характеристики, що змінюються із впливом незалежних факторів;

– неконтрольовані фактори – випадкові впливи зовнішнього середовища, які можуть впливати на результати дослідження.

Наприклад, досліджуючи витрати пального локомотива, незалежним фактором може бути швидкість руху; залежним параметром – витрати пального; неконтрольованими факторами – погодні умови або стан колії.

Експеримент як науковий метод характеризує проведення дослідження на основі науково обґрунтованої гіпотези та активний вплив дослідника на об'єкт дослідження. Важливою ознакою експерименту є можливість змінювати умови проведення досліду для виявлення впливу окремих факторів на результати. Під час експерименту здійснювані постійний контроль і реєстрація необхідних параметрів, що гарантує точність і достовірність отриманих даних. Однією з важливих характеристик експериментального методу є повторюваність результатів, тобто можливість відтворення досліду за аналогічних умов. Отримані результати мають підлягати статистичній перевірці, що допомагає оцінити їхню достовірність і наукову обґрунтованість. Завершальним етапом експериментального дослідження є теоретичне узагальнення результатів і формулювання наукових висновків.

Основною перевагою експериментального методу є можливість встановлення причинно-наслідкових зв'язків між параметрами системи.

У технічних науках експеримент використовують:

- для перевірки теоретичних положень;
- оцінювання характеристик технічних систем;
- визначення надійності та ефективності;
- дослідження впливу зовнішніх факторів;
- оптимізації режимів роботи;
- перевірки працездатності нових конструкцій;
- підтвердження результатів математичного моделювання.

Залежно від умов проведення та характеру дослідження розрізняють різні види експерименту.

Лабораторний експеримент проводять у спеціально обладнаних приміщеннях за контрольованих умов. Його головною перевагою є висока точність вимірювань, можливість багаторазового повторення та мінімізація впливу випадкових факторів. Недоліком є обмежене відтворення реальних умов експлуатації.

Натурний експеримент здійснюваний безпосередньо на реальному об'єкті в умовах його фактичного функціонування. Такий підхід гарантує високу практичну достовірність результатів, однак часто супроводжуваний значними матеріальними витратами та складністю контролю зовнішніх факторів.

Виробничий експеримент проводять у процесі реальної виробничої або транспортної діяльності з метою оцінювання ефективності технологічних рішень, режимів роботи чи організації процесів.

Модельний експеримент базований на використанні фізичних або математичних моделей реальних об'єктів. Він дає змогу досліджувати складні системи без необхідності проведення дорогих натурних випробувань.

Обчислювальний експеримент ґрунтований на застосуванні математичного моделювання, комп'ютерних технологій, CAD/CAE-систем і цифрових двійників. У сучасній інженерній практиці він набуває особливого значення завдяки можливості прогнозування поведінки системи ще на етапі проектування.

Проведення наукового експерименту включає декілька послідовних етапів (таблиця 7.1).

Таблиця 7.1 – Етапи проведення експерименту

Етап проведення експерименту	Зміст етапу
1 Постановка мети дослідження	Визначають мету експерименту, об'єкт і предмет дослідження, наукову проблему, дослідницьку гіпотезу та очікувані результати. Правильне формулювання мети визначає ефективність подальшого дослідження
2 Аналіз наявної інформації	Аналізують наукову літературу, технічну документацію, патентну інформацію, результати попередніх досліджень, аналоги. Це допомагає визначити актуальність дослідження та уникнути дублювання існуючих рішень
3 Розроблення програми експерименту	Визначають досліджувані параметри, методи вимірювання, послідовність проведення дослідів, вибирають обладнання, умови проведення експерименту та методи обробки результатів
4 Вибір факторів і меж їх зміни	Встановлюють незалежні фактори, межі та крок їх зміни, оцінюють вплив зовнішніх факторів і забезпечують можливість повторення дослідів
5 Вибір засобів вимірювання	Вимірювальні прилади мають гарантувати точність, стабільність, відтворюваність і надійність вимірювань. Ураховують систематичні, випадкові та грубі похибки. Для підвищення достовірності проводять серії повторних вимірювань
6 Проведення експерименту	Змінюють параметри, реєструють результати, контролюють стабільність умов і дотримання методики дослідження. Важливою умовою є повторюваність експерименту
7 Обробка та аналіз результатів	Результати обробляють із застосуванням статистичних методів, математичного моделювання, графічного аналізу, кореляційного та регресійного аналізу. Визначають середнє значення, дисперсію, середньоквадратичне відхилення та коефіцієнт варіації
8 Формулювання висновків	Оцінюють підтвердження гіпотези, встановлюють закономірності, формулюють практичні рекомендації та визначають можливість впровадження результатів

У сучасній інженерній практиці експеримент дедалі частіше поєднують із цифровими технологіями. Це дає змогу скорочувати кількість фізичних випробувань, зменшувати витрати на дослідження, прогнозувати поведінку систем, оптимізувати параметри ще на етапі проєктування, підвищувати точність інженерних рішень.

Особливо важливе значення це має для транспортної галузі, де проведення натурних експериментів часто супроводжуване значними матеріальними витратами, складністю організації та підвищеним рівнем ризику.

Експеримент є одним із важливих методів науково-дослідної діяльності, який гарантує отримання достовірної інформації про властивості технічних систем, закономірності їх функціонування та напрями подальшого вдосконалення.

Контрольні запитання

- 1 Що розуміють під конструктивним минулим технічного об'єкта?
- 2 Чому вивчення історії розвитку технічних систем є важливим для інженерної діяльності?
- 3 Які основні закономірності розвитку технічних систем можна виявити під час історичного аналізу?
- 4 Які етапи розвитку пройшов залізничний транспорт у процесі технічної еволюції?
- 5 Яке значення має патентний аналіз у дослідженні розвитку техніки?
- 6 Які навички формуються в майбутніх інженерів під час вивчення історії технічного розвитку?
- 7 Який зв'язок існує між розвитком технічних систем і Теорією розв'язання винахідницьких задач (ТРВЗ)?
- 8 Що таке експеримент як метод наукового дослідження?
- 9 Чим експеримент відрізняється від спостереження?
- 10 Які основні елементи структури експерименту?
- 11 Що таке незалежні, залежні та неконтрольовані фактори експерименту?
- 12 Які основні види експерименту застосовують у технічних науках?
- 13 Які етапи включає методика проведення наукового експерименту?
- 14 Яке значення мають цифрові технології та обчислювальний експеримент у сучасній інженерній практиці?
- 15 У чому полягає концепція спадковості технічних систем?

Лекція 8

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ. ЗАЯВКИ НА ВИНАХІД І КОРИСНУ МОДЕЛЬ

План

8.1 Правила оформлення науково-дослідної роботи.

8.2 Порядок оформлення заявки на винахід і корисну модель.

8.1 Правила оформлення науково-дослідної роботи

Науково-дослідна робота є однією з основних форм наукової діяльності здобувачів, аспірантів, науковців та інженерів. Вона спрямована на здобуття нових знань, розв'язання науково-технічних проблем, удосконалення технологій і розроблення нових технічних рішень.

Усі матеріали, отримані в процесі дослідження, систематизують і оформлюють у вигляді наукової праці – документа, що містить логічно структуровані та обґрунтовані результати виконаної роботи.

Якість наукового дослідження визначають не лише змістом отриманих результатів, але і правильністю їх оформлення. Дотримання встановлених вимог гарантує логічність і послідовність викладення матеріалу, підвищує наукову достовірність дослідження, дає змогу перевірити отримані результати іншим дослідникам. Уніфіковане оформлення наукової документації сприяє зручності використання матеріалів у науковій і практичній діяльності, полегшує обмін інформацією між фахівцями та забезпечує коректне сприйняття результатів дослідження. Крім того, правильне оформлення роботи підвищує обґрунтованість висновків і рекомендацій, що є важливою умовою ефективного використання результатів наукової діяльності.

Науково-дослідні роботи оформлюють відповідно до державних стандартів, вимог закладів освіти, наукових установ і редакцій наукових видань.

Основними видами науково-дослідних робіт є реферати, курсові роботи, дипломні та магістерські роботи, дисертації, наукові статті, звіти про науково-дослідну роботу, а також тези доповідей на конференціях. Кожен із цих видів наукової діяльності має власні особливості оформлення і структури, однак усі вони мають відповідати загальним вимогам щодо наукового викладення матеріалу.

До основних вимог щодо науково-дослідної роботи належать чіткість і логічна послідовність викладення матеріалу, переконливість аргументації, стислість і точність формулювань, конкретність подання результатів, наукова обґрунтованість висновків, коректне використання спеціальної термінології та відсутність емоційно-оцінних висловів. Дотримання цих вимог гарантує належний науковий рівень роботи і підвищує достовірність отриманих результатів.

Науковий стиль викладення характеризують об'єктивність, доказовість, логічність і послідовність переходу між окремими частинами тексту. У наукових роботах особливу увагу приділяють аргументованості тверджень і точності формулювань.

Для підтвердження достовірності результатів і обґрунтування висновків у тексті обов'язково наводять посилання на використані джерела інформації. Це забезпечує академічну доброчесність, дає змогу перевірити наведені дані, свідчить про належний рівень опрацювання наукової літератури.

Більшість наукових праць мають типову структуру [22]:

- титульний аркуш;
- зміст;
- перелік умовних позначень (за потреби);

- вступ;
- основна частина;
- висновки;
- список використаних джерел;
- додатки.

Титульний аркуш є першою сторінкою науково-дослідної роботи і виконує інформаційну функцію. На ньому зазначають основні відомості про роботу, зокрема назву закладу освіти або наукової установи, назву кафедри, тему роботи, відомості про автора та наукового керівника, а також місто і рік виконання роботи. Правильне оформлення титульного аркуша є обов'язковою вимогою під час підготовки наукових праць і має відповідати встановленим нормативним вимогам закладу освіти або наукової установи.

Зміст розкриває структуру роботи і містить назви розділів, підрозділів, номери сторінок.

Назви розділів і підрозділів у змісті мають повністю відповідати заголовкам у тексті.

Перелік умовних позначень використовують у роботах із великою кількістю скорочень, символів або спеціальних термінів.

У вступі обґрунтовують:

- актуальність теми;
- мету дослідження;
- завдання дослідження;
- об'єкт дослідження;
- предмет дослідження;
- методи дослідження;
- наукову новизну;
- практичне значення результатів;
- зв'язок роботи з іншими науково-дослідними роботами.

Актуальність теми пояснює важливість досліджуваної проблеми для науки, техніки або виробництва.

Мета дослідження визначає кінцевий результат роботи, а завдання конкретизують етапи її досягнення.

Обсяг вступу зазвичай не має перевищувати 5–7 % загального обсягу основного тексту.

Основну частину поділяють на розділи та підрозділи. У ній:

- аналізують наукові джерела;
- розглядають сучасний стан проблеми;
- викладають теоретичні положення;
- описують методики дослідження;
- наводять результати експериментів;
- виконують розрахунки;
- аналізують отримані результати;
- формулюють проміжні висновки.

Текст має бути логічним, послідовним, аргументованим, науково обґрунтованим.

У технічних роботах широко використовують формули, графіки, таблиці, схеми, креслення, діаграми.

Формули мають бути пронумеровані та оформлені відповідно до вимог стандартів. Пояснення символів наводять безпосередньо після формули в тій самій послідовності, у якій вони наведені у формулі.

Ілюстрації розміщують після першого посилання на них у тексті. Кожний рисунок повинен мати номер, назву, пояснювальний підпис (за потреби).

До ілюстративного матеріалу належать графіки, схеми, діаграми, креслення.

Графіки використовують для відображення залежностей між величинами. Діаграми застосовують для наочного подання статистичних

даних. Схеми відображають структуру або взаємозв'язки елементів системи [22].

Цифровий матеріал зазвичай оформлюють у вигляді таблиць. Кожна таблиця повинна мати номер, назву, посилання в тексті. Таблиці розміщують після першого згадування про них у тексті [22].

Поділ тексту на розділи, підрозділи та інші структурні елементи називають рубрикацією. Для нумерації використовують арабські цифри. Додатки позначають великими літерами української абетки.

До основних технічних вимог щодо оформлення належать формат аркуша, поля, міжрядковий інтервал, шрифт, розмір шрифту, абзацний відступ [22].

Нумерують сторінки арабськими цифрами.

Для зменшення обсягу тексту допускають використання буквених абревіатур, складноскорочених слів, умовних графічних скорочень. Скорочення мають бути загальноприйнятими та зрозумілими.

У висновках:

- узагальнюють результати дослідження;
- оцінюють досягнення поставленої мети;
- формулюють основні наукові та практичні результати;
- визначають перспективи подальших досліджень;
- оцінюють можливість впровадження результатів.

Висновки мають бути конкретними, логічними та відповідати поставленим завданням.

До списку використаних джерел включають лише ті джерела, які були використані в роботі та на які є посилання в тексті. Список оформлюють відповідно до чинного бібліографічного стандарту [23]. Посилання на літературні джерела подають у квадратних дужках відповідно до номера джерела у списку. Посилання на формули, таблиці та рисунки наводять із зазначенням їхнього номера.

У додатках розміщують:

- великі таблиці;
- креслення;
- програмний код;
- допоміжні розрахунки;
- експериментальні дані;
- копії документів;
- анкети та інші допоміжні матеріали.

Додатки не враховують для визначення загального обсягу роботи.

Виконуючи науково-дослідну роботу, особливу увагу необхідно приділяти академічній доброчесності [24, 25].

Порушеннями академічної доброчесності є:

- плагіат;
- фальсифікація даних;
- фабрикація результатів;
- неправомірне запозичення матеріалів;
- відсутність посилань на використані джерела.

У сучасних умовах для перевірки текстів використовують спеціальні антиплагіатні системи.

Готову роботу передають науковому керівнику або рецензенту для перевірки та оцінювання.

Під час захисту автор коротко викладає актуальність теми, основний зміст дослідження, отримані результати, практичне значення роботи, висновки та рекомендації.

Доповідь потрібно супроводжувати ілюстративними матеріалами – таблицями, графіками, схемами або презентацією. Відповіді на запитання мають бути чіткими, короткими та аргументованими.

8.2 Порядок оформлення заявки на винахід і корисну модель

Результатом науково-технічної творчості можуть бути [26, 27]:

- винаходи;
- корисні моделі;
- промислові зразки;
- комп'ютерні програми;
- технології.

Особливе значення в технічних науках мають винаходи і корисні моделі, оскільки вони гарантують правовий захист нових технічних рішень і сприяють розвитку інноваційної діяльності підприємств.

Кількість запатентованих технічних рішень безпосередньо впливає на конкурентоспроможність підприємства, рівень його технологічного розвитку та економічну ефективність. Патентні дослідження є важливим інструментом оцінювання сучасного рівня техніки, прогнозування напрямів науково-технічного розвитку та ухвалення управлінських рішень у сфері інноваційної діяльності [22, 28].

Винахід – це результат інтелектуальної діяльності людини в будь-якій сфері технології, який відповідає умовам патентоспроможності [27].

Корисна модель – це нове та промислово придатне технічне рішення, що стосується конструкції виробу або способу [27].

Основною метою патентування є:

- правовий захист технічного рішення;
- закріплення авторських прав;
- захист від незаконного використання;
- можливість комерціалізації розробки;
- підвищення конкурентоспроможності підприємства.

Для отримання правової охорони подають заявку до відповідного патентного органу.

В Україні функції у сфері інтелектуальної власності виконує Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій (УКРНОІВІ) [29].

Основні умови патентоспроможності винаходу:

- новизна;
- винахідницький рівень;
- промислова придатність.

Для корисної моделі основними умовами є новизна та промислова придатність.

Важливим етапом підготовки заявки є проведення патентних досліджень [28].

Патентні дослідження – це дослідження технічного рівня та тенденцій розвитку об'єктів техніки, їхньої патентоспроможності та патентної чистоти на основі патентної інформації та патентно-асоційованої літератури [28].

Патентні дослідження проводять фахівці у сфері патентознавства у взаємодії з інженерно-технічним персоналом підприємства або наукової установи [22].

Патентна чистота – це юридична властивість технічного об'єкта, яка полягає в можливості його вільного використання в певній країні без порушення чинних патентів, що належать іншим особам [28].

Заявка на винахід або корисну модель включає [23, 27]:

- заяву про видачу патенту;
- опис винаходу або корисної моделі;
- формулу винаходу;
- креслення та графічні матеріали (за потреби);
- реферат.

У заяві про видачу патенту зазначають:

- назву технічного рішення;

- авторів;
- заявника;
- адресу для листування;
- відомості про представника (за потреби) [27].

Опис винаходу або корисної моделі є одним із основних документів патентної заявки. Його призначення полягає в повному розкритті сутності технічного рішення в такий спосіб, щоб спеціаліст у відповідній галузі техніки міг реалізувати запропонований винахід або корисну модель на практиці. У структурі опису зазвичай зазначають галузь техніки, до якої належить технічне рішення, характеризують сучасний рівень техніки, наводять відомі аналоги і визначають найближчий аналог – прототип. Далі викладають сутність технічного рішення, описують конструкцію, принцип роботи або спосіб реалізації, наводять перелік креслень і графічних матеріалів, а також приклади практичного використання. Обов'язковим елементом опису є технічний результат – позитивний ефект, якого можна досягти внаслідок застосування винаходу або корисної моделі [27]. Технічний результат – це позитивний ефект, якого досягають завдяки реалізації винаходу або корисної моделі.

Формула винаходу є найважливішою складовою патентної заявки, оскільки саме вона визначає обсяг правової охорони технічного рішення. Формула має бути чіткою, стислою, логічно побудованою і повністю ґрунтованою на матеріалах опису. У ній наводять сукупність суттєвих ознак винаходу або корисної моделі, які забезпечують досягнення заявленого технічного результату. Саме формулу використовують для визначення меж прав власника патенту та оцінювання можливого порушення патентних прав.

За необхідності до заявки додають креслення та інші графічні матеріали, зокрема схеми, графіки, структурні діаграми або технічні креслення. Графічні матеріали мають наочно пояснювати сутність

технічного рішення, відобразити його конструктивні елементи, принцип дії або взаємозв'язок окремих складових, повністю відповідати опису та формулі винаходу.

Реферат є короткою характеристикою технічного рішення, використовуваний для інформаційних цілей. У рефераті стисло зазначають галузь застосування винаходу або корисної моделі, сутність технічного рішення, отриманий технічний результат, основні ознаки конструкції чи способу реалізації [27].

Основними етапами патентування є проведення патентного пошуку, аналіз аналогів і прототипів, підготовка заявки, подання документів до патентного органу, проходження формальної та кваліфікаційної експертизи, а також отримання патенту. Кожен із цих етапів має важливе значення для забезпечення правового захисту технічного рішення та підтвердження його патентоспроможності.

Одним із найважливіших етапів є патентний пошук. Його проведення дає змогу перевірити новизну технічного рішення, виявити існуючі аналоги, оцінити сучасний рівень техніки, уникнути дублювання вже відомих розробок і визначити перспективні напрями подальшого вдосконалення технічної системи. Результати патентного пошуку є основою для формування заявки та визначення відмінних ознак винаходу або корисної моделі.

Патентний пошук розпочинається з визначення теми дослідження та відповідної рубрики Міжнародної патентної класифікації (МПК) [30]. Міжнародна патентна класифікація є універсальною системою поділу технічних рішень за галузями техніки, використовуваною для пошуку патентної інформації, оцінювання новизни, систематизації винаходів. Усю сукупність технічних рішень у МПК поділяють на вісім основних розділів, які позначені літерами латинського алфавіту від А до Н. Кожен розділ поділений на класи, підкласи, групи та підгрупи, що гарантує точну

класифікацію технічних рішень і спрощує проведення патентних досліджень.

Після визначення класифікаційної рубрики Міжнародної патентної класифікації аналізують описи винаходів, патентних бюлетенів, реферативних журналів та електронних патентних баз даних [27, 31]. Такий аналіз допомагає отримати інформацію про вже існуючі технічні рішення, визначити рівень розвитку певної галузі техніки та оцінити новизну запропонованої розробки.

Патентний пошук можна проводити за офіційними бюлетенями «Винаходи», бюлетенями «Корисні моделі», міжнародними патентними базами та сучасними цифровими пошуковими системами. Під час пошуку визначають бібліографічні дані патентних документів, аналізують формулу винаходу, опис технічного рішення, креслення і технічний результат, якого досягають унаслідок реалізації винаходу або корисної моделі.

У сучасних умовах патентні дослідження виконують із широким використанням міжнародних патентних баз, цифрових інформаційних систем, автоматизованих засобів аналізу патентної інформації та технологій штучного інтелекту [31]. Це дає змогу значно прискорити процес обробки великих обсягів патентної інформації, підвищити точність аналізу та ефективність пошуку аналогів.

Порівняно з винаходом процедура отримання патенту на корисну модель є швидшою, має спрощену процедуру експертизи та потребує менших фінансових витрат. Завдяки цьому корисні моделі широко використовують для оперативного правового захисту інженерних розробок, технічних удосконалень і нових конструктивних рішень.

Під час оформлення заявки та науково-технічних матеріалів необхідно правильно оформлювати посилання на джерела інформації [32]. У тексті посилання подають у квадратних дужках відповідно до номера джерела у списку використаних джерел.

Посилаючись на патент, у науковій або патентній документації необхідно зазначати основні бібліографічні відомості про патентний документ. До таких відомостей належать номер патенту, країна видачі, назва винаходу або корисної моделі, автор чи власник патенту, а також дата публікації документа. Правильне оформлення посилань гарантує достовірність інформації, спрощує пошук джерел і підтверджує використання патентної інформації у процесі дослідження. Наприклад, посилання на патент може бути оформлене так: Патент України № 123456 «Система автоматизованого керування рухом поїздів» [33].

Правильне оформлення науково-дослідної роботи і патентної документації є важливою складовою професійної діяльності інженера та науковця. Від якості підготовки наукових і патентних матеріалів залежить ефективність поширення наукових результатів, рівень правового захисту технічних рішень і можливість їх практичного впровадження.

Контрольні запитання

- 1 Що таке науково-дослідна робота і яка її основна мета?
- 2 Які основні вимоги висувають щодо оформлення науково-дослідної роботи?
- 3 Які види науково-дослідних робіт належать до основних?
- 4 Які характерні ознаки має науковий стиль викладення матеріалу?
- 5 Які структурні елементи входять до складу науково-дослідної роботи?
- 6 Яку інформацію містить титульний аркуш наукової роботи?
- 7 Що має бути обґрунтовано у вступі науково-дослідної роботи?
- 8 Які матеріали та результати подають в основній частині роботи?
- 9 Які типи викладення матеріалу використовують у наукових працях?

10 Які вимоги висувають щодо оформлення формул, таблиць, ілюстрацій?

11 Що таке рубрикація тексту і для чого її використовують?

12 Які технічні вимоги висувають щодо оформлення наукової роботи?

13 Що належить до порушень академічної доброчесності?

14 Які документи входять до складу заявки на винахід або корисну модель?

15 Яке призначення патентних досліджень і які основні етапи патентування?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Вікіпедія, вільна енциклопедія. URL: <https://uk.wikipedia.org>.
- 2 Крушельницька В. О. Методологія та організація наукових досліджень: навч. посіб. Київ: Кондор, 2003. 192 с.
- 3 П'ятницька-Позднякова І. С. Основи наукових досліджень у вищій школі: навч. посіб. Київ: Центр навчальної літератури, 2003. 116 с.
- 4 Скібіцька Л. І., Скібіцький О. М. Менеджмент: навч. посіб. Київ: Центр навч. літ., 2007. 416 с.
- 5 Гаркуша Н. М., Цуканова О. В., Горошанська О. О. Моделі і методи прийняття рішень в аналізі та аудиті: навч. посіб. Вид. 2-ге. Київ, 2012. 591 с.
- 6 Елементи теорії ігор: конспект лекцій з дисципліни «Оптимізаційні методи і моделі» / Ю. О. Акімова, О. О. Гончарова, О. І. Удодова та ін. Харків: УкрДУЗТ, 2016. Ч. 2. 53 с.
- 7 Юрчак Н. С., Бронза С. Д., Гончарова О. О. Математичні методи в задачах управління транспортними системами: конспект лекцій. Харків: УкрДАЗТ, 2012. 65 с.
- 8 Бартіш М. Я., Роман Л. Л. Теорія ігор. Львів: Видавничий центр ЛНУ, 2005. 120 с.
- 9 Кутковецький В. Я. Дослідження операцій: навч. посіб. Київ: «Видавничий дім «Професіонал», 2004. 350 с.
- 10 Цехмістрова Г. С. Методологія наукових досліджень: навч. посіб. Київ: Видавничий Дім «Слово», 2008. 280 с.
- 11 Василенко В. А. Теорія і практика: розробки управлінських рішень: навч. посіб. Київ: ЦУЛ, 2003. 420 с.
- 12 Alex F. Osborn. How to think up. Publisher: McGraw-Hill, 1942. 38 p.
- 13 Карамішева Н. В. Логіка. Пізнання. Евристика. Львів, 2002. 352 с.

14 ДСТУ ISO 9000:2015. Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів (ISO 9000:2015, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=64030.

15 ДСТУ EN 60300-1:2022. Управління надійністю. Частина 1. Настанови щодо управління та застосування (EN 60300-1:2014, IDT; ІЕС 60300-1:2014, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=100878.

16 ДСТУ EN 50126-1:2019. Залізничний транспорт. Специфікація та демонстрування надійності, доступності, безпеки та ремонтпридатності (РАМН). Частина 1. Основні вимоги та загальний процес (EN 50126-1:2017, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=87446.

17 ДСТУ 2925-94. Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=91090.

18 Методика визначення вартості життєвого циклу. URL: <https://infobox.prozorro.org/articles/metodika-viznachennya-vartosti-zhittyevogo-ciklu>.

19 Вартість життєвого циклу. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%B6%D0%B8%D1%82%D1%82%D1%94%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%86%D0%B8%D0%BA%D0%B%D1%83.

20 Теорія розв'язання винахідницьких задач. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F_%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B2%27%D1%8F%D0%B7%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D1%85%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87.

21 Altshuller G., Shulyak L. & Rodman S. 40 Principles Extended Edition: Triz Keys to Technical Innovation. Technical Innovation Center, Inc., 2002. 135 p.

22 ДСТУ 3008:2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=64463.

23 ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=64411.

24 Про освіту: Закон України від 05.09.2017 р. № 2145-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>.

25 Про вищу освіту: Закон України від 01.07.2014 р. № 1556-VII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text>.

26 Цивільний кодекс України: Закон України від 16.01.2003 р. № 435-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435-15#Text>.

27 Про охорону прав на винаходи і корисні моделі: Закон України від 15.12.1993 р. № 3687-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3687-12#Text>.

28 ДСТУ 3575-97. Патентні дослідження. Основні положення та порядок проведення. З Поправкою (ІПС № 12-1998). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=54743.

29 Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій (ІР офіс). URL: <https://nipr.gov.ua/>.

30 Нова версія Міжнародної патентної класифікації українською мовою – в інформаційно-довідковій системі. URL: <https://nipr.gov.ua/nova-versiia-mpk/>.

31 Всесвітня організація інтелектуальної власності. URL: https://vue.gov.ua/%D0%92%D1%81%D0%B5%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BD%D1%8F_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD

%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F_%D1%96%D0%BD
%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83%D0%B0
%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D1%97_%D0%B2%D0%BB%D0%
B0%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96.

32 International Patent Classification (IPC). URL:
<https://www.wipo.int/en/web/classification-ipc>.

33 Офіційний електронний бюлетень. «Промислова власність». URL:
<https://nipo.gov.ua/biuleten-promyslova-vlasnist/>.

ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ТВОРЧОСТІ

Конспект лекцій

Відповідальна за випуск Шапатіна О. О.

Редактор Ібрагімова Н. В.

Підписано до друку 06.05.2026 р.
Умовн. друк. арк. 4,75. Тираж . Замовлення № .
Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха,7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.