#### НМ-3. МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ ЗАДАЧ

***ЗМ-3.1. Класифікація методів розв'язання інженерних задач.***

***ЗМ-3.2. Методи пошуку і вибору розв’язань.***

***ЗМ-3.1. Класифікація методів розв'язання інженерних задач.***

* + 1. ***Деякі питання методології розв'язання інженерної задачі.***
		2. ***Загальна класифікація методів розв’язання інженерних задач.***

#### Деякі питання методології розв'язання

***інженерної задачі.***

#### Потреба – нестача чогось.

***Через усвідомлення потреби до дії.***

#### Життя і дії взаємопов’язані.

***Дії інженера – проектування й конструювання***

#### забезпечення ефективної техносфери.

***Діяти навмання неможливо.***

#### Дії інженера раціоналізації.

***Тому не можуть бути імпульсивними, а тільки методичними.***

#### Дію відтворити не можливо. Відтворюється тільки метод.

***Системний підхід до розв’язання інженерних задач – використання спеціальних методів, кількісних оцінок варіантів, особливий образ мислення.***

***Методологія розв’язання інженер- них задач – галузь загальних теоретичних понять інженерної діяльності.***

***Дія – використання певних проце- дур і операцій.***

***Спосіб – методично виконуєма дія.***

***Метод – обумовлений спосіб дії.***

#### Діяти можна:

***усвідомлено не усвідомлено***

***методично імпульсивно***

***обдумано необдумано***

***раціонально як-небудь.***

#### Типи процедур в розв’язанні інженерних задач:

***Аналіз – розчленування задачі на частини;***

***Синтез – з’єднання частин по-***

***новому ;***

***Оцінка – визначення наслідків від практичного використан - ня рішення.***

## Процедури виконуються циклічно з зменшенням узагальненості і збільшен- ням деталізації.

### *Метод* – система дій, яка за- безпечує *можливість* розв’язання проблеми але сам по собі цього

***не гарантує.***

## Метод визначається

* ***правилами (описом способу дій),***
* ***усвідомленням його необхід - ності,***
* ***підкоренням правилам,***
* ***описом ситуації для вико рис- тання методу.***

Науковий метод базується на упорядко ваному ітераційному процесі дії.



# Чим більше ми пізнаємо – тим більше ми усвідом- люємо, що ми ще не пізнали.

Розв’язання інженерних задач має анало - гічний науковому методу ітераційний характер.



***Ф1, Ф2 – формулювання; ПВ – проміжний варіант; А1, А2 – аналіз ; КВ – кінцевий варіант.***

***Р1, Р2 – розробка варіантів.***

#### Загальна класифікація методів розв’язання-інженерних задач.

***Класи методів розв’язання інженер -***

***них задач.***

1. ***Методи дослідження ситуацій – визначення умов, пошук і упорядку - вання інформації.***
2. ***Методи пошуку ідей – евристичні підходи з метою стимулювання твор - чої діяльності інженера.***
3. ***Методи пошуку рішень - системо– технічні підходи до створення об’єктів.***
4. ***Методи оцінки рішень – підходи до по- рівняння і оцінки альтернативних рішень.***

***ЗМ-3.2. Методи пошуку і вибору розв’язань.***

* + 1. ***Методи дослідження ситуацій.***
		2. ***Методи пошуку ідей.***
		3. ***Методи пошуку розв’язань.***
		4. ***Методи оцінки розв’язань.***
		5. ***Методи дослідження***

***ситуацій.***

***Дослідження задачі.***

***Виявлення зовнішніх умов, яким повинен відповідати об’єкт.***

***ПЛАН ДІЙ:***

* + - * ***охарактеризувати ситуацію функціонування об’єкта;***
			* ***визначити характерні для ситуації умови, якими повинен відповідати об’єкт:***
				+ ***кінцеві вимоги споживачів до об’єкта і їх обґрунтування;***
				+ ***наявні ресурси;***
				+ ***головні цілі;***
			* ***забезпечити сумісність умов, які визначають головні цілі, з інформацією, яка використовується у процесі розв’язання задачі.***

## Пошук інформації.

***Відшукування опублікованої інформації, корисної для майбутніх рішень, яку можна отримати своєчасно і без зайвих витрат.***

***ПЛАН ДІЙ:***

***-визначити цілі, для яких відшукується інформація ( використання відомих принципів; вибір прикладів з нових галузей знань);***

***-визначити види джерел інформації, для вибраних цілей (статті в журналах монографії; підручники; інші видання з широкої проблематики);***

-вибрати найбільш прийнятні загально

***-вживані способи пошуку інформації за тактикою пошуку : пошук не того що відоме, а що саме невідоме;***

-використати методи пошуку інформа- ції, які зводять до мінімуму витрати на пошук;

-складати і підтримувати базу визна - них корисних джерел інформації.

***Інформація у протилежність матеріальним ресурсам мйже не - обмежена.***

***Чим більше інформації (знань), тим простіше***

* ***вибрати необхідне і достатнє,***
* ***відкинути надмірне.***

***Приклад***

***. Метод скорочитання.***

***ТРИРАЗОВИЙ ПЕРЕГЛЯД СТОРІНКИ***

1. ***10 сек – головні слова;***
2. ***20 сек – головні думки;***
3. ***30 сек – основні уривки.***

## Інтерв'ювання споживачів.

***Збирання інформації, відомої тільки споживачам виробу чи системи ("л-м-с").***

***ПЛАН ДІЙ :***

-виявити ситуацію споживання, яка має відношення до задачі, що розділяєть - ся;

-отримати згоду осіб в межах ситуації споживання і проводити співбесіду починаючи з керівників, потім середньої ланки і в кінці кінців нижнього рівня;

-спонукати споживачів до опису і демонстрації будь яких аспектів їх діяль - ності, які вони вважають важливими (спрямовувати роздуми);

-записати як основні так і побічні висновки, ознайомити з записом співроз - мовника, щоб зменшити недовіру.

## Анкетне опитування.

***Збирання інформації серед вели- кої кількості потенційних спо - живачів з метою перевірки правильності висновків.***

***ПЛАН ДІЙ :***

-визначити рішення, на які можуть вплинути відповіді на запитання анкети;

-охарактеризувати види інформації, які мають важливе значення для прийняття рішень;

-визначити категорії осіб, які володіють необхідною інформацією;

-провести попередні обстеження для з’ясування інформованості потенцій- них учасників анкетного опитування (шляхом інтерв'ювання);

-скласти пробну анкету у відповідно - сті з процедурою опиту і конкретною ситуацією.

#### Принципи складання анкети:

-запитувати лише min інформації, потрібної для відповідного випадку;

-запитання формулювати так, щоб опитуваний міг давати певні і точні відповіді ("так", "ні","+", "-", тощо).

#### Перевірити пробну анкету.

***Розповсюдити анкети, зібрати і вилучити з них корисну інфор - мацію.***

## Системне випробування.

#### Визначення дій, які здатні привести до бажаних змін складної ситуації.

***ПЛАН ДІЙ :***

-Визначити характеристики ситуації, що не відповідають бажаному .

***Приклад***. ***Запобігання заторам:***

**− *повільний рух транспорту;***

**− *скупчення транспорту на перехресті;***

**− *невизначена тривалість поїздки;***

**− *роздратування пасажирів.***

-Визначити джерела суттєвих змін поведінки в межах визначеної ситуації :

* ***планування вулиць;***
* ***індивідуальні особливості водіїв;***
* ***загальна транспортна система міста.***

-Ввести суттєві обмеження в джерелах різноманітності поведінки або зняти їх, врахувавши вплив на характеристики цієї ситуації.

-Вибрати найбільш перспективні й найменш шкідливі з визначених обмежень.

***Недоліки системних випробувань:***

* ***результати їх не завжди відтворю - вані, тому що нема можливості з’я - сувати, чи є досліджувана ситуація точною копією попередньої або від - мінна від неї (наприклад: затори вранці, вдень та ввечері на дорогах);***
* ***системні випробування можуть тор- катись тільки суттєвих наслідків;***
* ***результати системних випробувань прийнятні тільки до досліджуваної ситуації.***
	+ 1. ***Методи пошуку ідей.***

## Мозкова атака.

***Стимулювання групи осіб до швидкої генерації, значної кількості ідей на будь-якій стадії розв’язання задачі.***

***ПЛАН ДІЙ:***

* + - * ***підібрати групу осіб (~5-10 чол.);***
			* ***дати можливість кожному висловлювати будь-які ідеї без критики;***
			* ***фіксувати всі ідеї для наступної оцінки;***
			* ***атаку проводити циклами по 10 хв. протягом 1 години;***
			* ***керівник під час сеансу не повинен підкреслювати свою обізнаність чи підкоряти групу своїй волі.***

***ПРАВИЛА МОЗКОВОЇ АТАКИ :***

1. ***Критика виключена.***
2. ***Заохочуються будь які асоціації :***

***-чим сміливіший і незвичайний підхід, тим краще;***

***-спонукання до висунення як можна більше ідей.***

1. ***Важлива кількість задумів :***

***-чим більше задумів, тим ймовірніше їх викорис - тання;***

***-кількість задумів породжує їх якість.***

1. ***Бажано комбінувати задуми:***

***-комбінування призводить до покращення задумів;***

***-найкращі задуми – це комбінація різних задумів.***

## Синектика.

***Перетворення проблеми шляхом використання аналогій.***

***ПЛАН ДІЙ:***

***-підібрати групу фахівців (як ззовні, так і з різних підрозділів даної органі - зації);***

***-передати групі складні проблеми, які не вдається розв’язати звичайним шляхом;***

***-ініціювати використання різнома - нітних аналогій.***

## Типи аналогій:

***-прямі (у біологічних системах);***

***-суб’єктивні (як можна було б використати себе для досягнення результату);***

***-символічні (метафорічні);***

***-фантастичні (яким би хотілося бачити об’єкт).***

## Ліквідація тупикових ситуацій.

***Пошук нових напрямків, якщо звичайні напрямки пошуку***

***не дали бажаних результатів, – різновидність мозкової атаки, коли використовуються контрольні запитання***

## Запитання А.Ф. Осборна

***що? де? коли? як? хто? чому***

## це? тут? тоді? так? той?

Правила перетворення А.Ф. Осборна:

* ***використати інакше;***
* ***пристосувати;***
* ***модифікувати;***
* ***підсилити;***
* ***послабити;***
* ***замінити;***
* ***перекомпонувати;***
* ***обернути;***
* ***об’єднати.***

***як інакше використати?***

* + ***для нових цілей:***
		- ***в існуючому стані,***
		- ***в зміненому стані.***



***як пристосувати?***

* + ***нові ідеї ,***
	+ ***аналогії,***
	+ ***адаптація.***

***як збільшити?***

* ***що додати***
	+ ***час,***
	+ ***висоту,***
	+ ***довжину,***
	+ ***частоту,***
	+ ***точність;***
* ***що прикласти***
	+ ***подвоїти,***
	+ ***помножити,***
	+ ***збільшити розміри;***



***як зменшити?***

* ***що відняти,***
	+ ***нижче,***
	+ ***коротше,***
	+ ***легше;***

***як замінити?***

* ***хто інший,***
* ***що інше,***
* ***де;***

. нова компоновка;

. порядок навпаки;

. комбінація.

## Методи пошуку

***розв’язань.***

# Морфологічний аналіз.

***Розширення сфери пошуку рішень задач***

***ПЛАН ДІЙ:***

* ***визначити функції, які повинен бути здатним виконувати об’єкт, виділя - ючи істотно незалежні функції;***
* ***перелічити на морфологічній карті широкий спектр часткових рішень, тобто альтернативних засобів здійснення кожної функції;***
* ***вибрати по одному прийнятному частковому рішенню для кожної функції.***

***Призначення морфологічного аналізу:***

* ***гарантування розгляду всіх можливих рішень, що важливо при пошуку рішень нових проблем розширенням сфери пошуку або вибром нової сфери;***
* ***переоцінка ситуації:***
	+ ***визначення умов реалізації рішення,***
	+ ***визначення наслідків при відсутності рішення.***



***Засобом є матриця для дослідження впливу кожної частини задачі на інші.***

***Приклад*.**

***Суттєві функції системи опалення примі - щення:***

* ***прийнятна t° повітря;***
* ***прийнятна радіаційна t° (виключення почуття холоду, як біля вікна);***
* ***прийнятне переміщення повітря (без протягів);***
* ***прийнятна вологість (виключення почуття сухості);***
* ***прийнятний вертикальний градієнт t° (виключення почуття духоти: ногам холодно, голові жарко).***



|  |  |
| --- | --- |
| ***НЕЗАЛЕЖНІ ЗМІННІ*** | ***ВАРІАНТИ*** |
| ***1. Колір зображення.*** | * 1. ***Чорно-білий.***
	2. ***Однокольорове.***
	3. ***Повно кольорове.***
 |
| ***2. Форма екрана.*** | * 1. ***Прямокутна.***
	2. ***Кругла.***
	3. ***Овальна.***
 |
| ***3. Рухомість камери.*** | * 1. ***Нерухома.***
	2. ***Рухома.***
	3. ***Псевдорухома (оптичний наїзд).***
	4. ***Зовсім рухома.***
 |
| ***4. Звуковий супровід.*** | * 1. ***Без звуку.***
	2. ***Одностороння передача звуку.***
	3. ***Двохстороння передача***
 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | ***звуку.*** |



***Труднощі морфологічного аналізу***

необхідність визначення функцій, які були б

* ***суттєвими для рішення;***
* ***незалежними одна від одної;***
* ***охоплювати усі аспекти проблеми;***
* ***досить не чисельними, щоб можна було швидко проаналізувати матрицю.***



***Вади морфологічного аналізу.***

***Самий метод не розкрива структуру проблеми, а лише розширює сферу пошуку розв’язання нових проблем.***

# Упорядкований пошук.

***Використання логічної достовірності розв’язання задачі.***

***ПЛАН ДІЙ:***

* + ***виявити компоненти задачі: змінні входу , виходу, рішень, якими інженер може розпоряджатись на свій***

розсуд (фактори рішення);

змінні, які не залежать від інженера (фактори навколишнього середовища – незалежні змінні);

змінні, які повинні визначатися проектом (цілі або залежні змінні);

* ***виявити залежності між змін - ними;***
* ***прогнозувати ймовірні значення факторів навколишнього середо - вища;***
* ***виявити обмеження або граничні умови, тобто граничні значення всіх змінних;***
* ***визначити критерії.***

***Системотехнічний аналіз.***

***Забезпечення сумісності елемен - тів системи і сумісності систе- ми з зовнішнім середовищем при відшукуванні способу з’єднання готових нормалізованих вузлів у працездатну систему.***

ПЛАН ДІЙ:

* + ***Визначення входів і виходів систе - ми;***
	+ ***Визначення сукупності функцій перетворення входів у виходи;***
	+ ***Підбір або розробка технічних пристроїв для здійснення кожної із функцій;***
	+ ***Перевірка системи на внутрішню і зовнішню сумісність.***

***Проектування системи "Л-М-С".***

ПЛАН ДІЙ:

* + ***Визначення входів і виходів системи;***
	+ ***Визначення сукупності функцій перетворення входів і виходи;***
	+ ***Визначення розподілу функцій між людиною і машиною;***
	+ ***Визначити допоміжні пристрої, засоби комунікацій між людиною і машиною;***
	+ ***Визначити умови сумісності машини, людини і середовища.***

## Види людських факторів в системах "Л-М-С"

***Органи керування:***

* + ***форма, розміри кнопок і ручок;***
	+ ***зусилля для приведення в дію;***
	+ ***напрям переміщення;***
	+ ***вид керування ("включення – виключення", "плавне регулювання").***

***Джерела звукових сигналів для зво- ротних зв’язків:***

* + ***мова,***
	+ ***попередження,***
	+ ***звукові:***
		- ***нормальна робота,***
		- ***виникнення несправності.***

***Візуальні засоби відображення інформації (індикація):***

* + ***наочне подання,***
	+ ***знаки, цифри, літери, шкали.***

***Навколишнє середовище:***

* + ***температура***
	+ ***шум,***
	+ ***вібрація,***
	+ ***радіація,***
	+ ***прискорення,***
	+ ***тиск.***

***Фізіологічний стан:***

* + ***пульс,***
	+ ***частота дихання,***
	+ ***кров’яний тиск.***

***Антропометричні характеристики:***

* ***врахування розмірів тіла***



***Врахування людських факторів не після, а під час проектування.***

## Методи оцінки розв’язань.

***Підходи до оцінки рішень.***

***Оцінка рішень – оптимізація.***

***Оптимальний – кращий з точки зору вибраного критерію.***

***В кожній інженерній задачі здійснюється оптимальний пошук.***

***Види оптимізаційних постановок:***

* + - * ***отримання бажаного ефекту при мінімумі витрат;***
			* ***отримання максимального ефек - ту при використанні наявних обмежених ресурсів***

***Логічне протиріччя-отримання максимального ефекту при мінімумі витрат .***

## Спрямованість критерію:

* + ***мінімізація витрат***

**або**

* + ***максимізація ефекту.***

## Обмеженості оптимізаційного підходу.

1. ***Оптимальне рішення дуже чутливе до вихідних даних.***

***Незначні зміни в умовах задачі можуть привести до вибору суттєво відмінних альтерна - тив.***

1. ***Оптимізація спирається на відповідності вибраних критеріїв визначеним цілям.***

***Враховуючи ієрархію систем є потреба узгоджувати критерії підсистем з критеріями системи, а це може виключити потребу у локальній оптимізації.***

1. ***Максимізацію (мінімізацію) критерію оптимальності не слід ототожнювати з ціллю.***

***Ціль = Оригінал, Критерій = Модель.***

1. ***Оптимізація залежить від обмежень.***

***Без визначення усіх потрібних обмежень можна отримати непередбачувані і не бажані ефекти.***

***Чим складніша система тим обережніше потрібно підходити до оптимізації.***

***Задача оптимізації існує лише тоді, коли існує область можли - вих рішень.***

***ФОРМАЛЬНИЙ ПІДХІД:***

***Якщо існує задача оптимізації, то потрібно:***

* ***розглянути будь які можливості її розв’язання шляхом вибору серед відомих рішень або пошуку нових можливих рішень;***
* ***вибрати оцінки раціонального рішення даної задачі – критерій.***



## Вибір рішення – ключова процедура процесу

***оптимізації.***

#### Види вибору:

* ***критеріальний;***
* ***вольовий;***
* ***випадковий.***

***Критеріальний вибір використовується, якщо є достатньо інформації і є повний комплекс критеріїв.***

***Вольовий вибір* – *при відсутності повно -го комплексу критеріїв і потребі заповнити інформаційну прогалину з усвідомленням ризику.***

***Випадковий вибір* – *при відсутності інформації використовується метод спроб і помилок-звуження області вибору з ризиком припуститися помилки*.**

При використанні лише одного критерію, як основи оцінки вибору, здійснюється

***пряма оптимізація. Приклади прямої (безпосередньої) оптимізації.***



***ВИЗНАЧЕННЯ КРИТЕРІЇВ З ВРАХУВАННЯМ ОБМЕЖЕНЬ***



## В більшості інженерних задач використовуються обмежуючі критерії:

* + ***збіжні;***

## частково розбіжні.

***Збіжні критерії поступово вик - лючають з можливої множини еле - менти, що знаходяться поза облас - тю припустимих елементів і які уявляють собою множину –***

***перетин множин, визначених критеріями.***

**A∩B∩C= X**

## А– критерій фізичних можливостей;

***В – критерій технічних можливостей;***

## С – критерій економіч- них можливостей.

Приклад збіжних критеріїв

#### Частково збіжні критерії доз- воляють визначити зону опти- мального рішення, якщо викону- ються такі умови

***A* ∩ *B* ;**

***B*∩*C*;**

***C*∩*A***

***тоді***

***x* ≠ 0*.***

***Приклад частково розбіжних критеріїв***



***Повністю розбіжні критерії не дають можливості отримати оптимальне рішення***

***A*∩*C* = 0**

***В окремих випадках при повністю розбіжних критеріях***

***використовують компромісні критерії (квазікритерії).***

Приклад повністю розбіжних критеріїв



#### Вимоги до критеріїв:

* ***повинні бути зрозумілі кожному, хто здійснює оцінку;***
* ***давати можливість однозначно обґрунтовувати:***
	+ ***доцільність існування об’єктів;***
	+ ***доцільність розвитку об’єктів.***

***Критерії соціально-технічної адекватності:***

* ***критерії дії;***
* ***критерії умов дії;***
* ***критерії довговічності;***
* ***критерії надійності;***
* ***критерії ергономічні;***
* ***критерії екологічні;***
* ***критерії естетичні.***

***Критерії усунення надмірності –***

економічне обґрунтування.



***ПРИКЛАД КРИТЕРІЇВ ВИБОРУ РІШЕНЬ***

## Практично більш пов - ний розгляд альтернатив приводить до потреби використання декількох якісно відмінних між собою критеріїв.

***Приклад 1.***

***При виборі конструкції літака врахову - ється множина критеріїв:***

***технічні (висотність, швидкість, маневре - ність, вантажопідйомність, тривалість польоту тощо);***

***технологічні (при серійному виробництві); економічні (витрати на виробництво,***

***експлуатацію і обслуговування, конкурентно - здатність);***

***екологічні (рівень забруднення довкілля) ; ергономічні (умови роботи пілотів,рівень***

***комфорту для пасажирів ); інші.***

***Приклад 2.***

Об’єктами вибору при проектуванні автомобіля є:

* ***швидкість руху (в певних умовах);***
* ***маса автомобіля.***

Для вибору прийняті критерії:

* ***max досяжна швидкість;***
* ***min досяжна маса;***
* ***надійність.***

***Якщо задовольнити одночасно усім трьом критеріям не вдається, то перевага віддається компромісному критерію надійності.***

***УСТРЕМЛІННЯ ДО ОПТИМІЗАЦІЇ ПРИРОДНА ВЛАСТИВІСТЬ ЛЮДИНИ***



E    a    b

***Е - витрати енергії на переміщення з А в В; а, b – довжина шляху відповідно лугом або пляжем;***

, 

- ***відповідні коефіцієнти витрати енергії***

#####    1  C  C  E 

  min



#####  

     C  C  E 

  min



#####  

Питання для самоконтролю

**НМ 3.МЕТОДОЛОГІЯ РОЗВ’ЯЗАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ ЗАДАЧ**

**ЗМ 3.1.*Класифікація методів розв’язання інженерних задач.***

1.Як виконуються основні типи процедур при розв’язанні інженерних задач? 2.Які ознаки методу розв’язання інженерних задач?

1. В чому особливість ітераційного підходу в наукових дослідженнях?
2. В чому особливість ітераційного підходу в розв’язанні інженерних задач?

.

**ЗМ 3.2.*Методи пошуку і вибору розв’язань.***

1. Який план дій при дослідженні інженерної задачі?
2. Які особливості пошуку інформації для вирішення іцнженерної задачі?
3. Які особливості збирання інформації шляхом інтерв’ювання спожиавчів?
4. Які особливості системного випробування при розгляді складних ситуацій?
5. Які особливості збирання інформації анкетуванням споживачів?
6. Який план дій при мозковій атаці?
7. Які основні правила проведення мозкової атаки?
8. Який план дій при використанні аналогій?
9. Який підхід дозволяє ліквідувати тупікові ситуації?
10. Які основні правила перетворень А.Ф.Осборна?
11. Який зміст морфологічного аналізу?
12. В чому труднощі морфологічного аналізу? 13.Який плант дійй при упорядкованому пошуку? 14.Який план дій при системотехнічному аналізі?
13. Який план дій при проектуванні людино-машинних систем?
14. Як враховуються види людських факторів в машинно-людських факто- рів?
15. Які основні підходи до оцінки рішень?
16. Які обмеженності оптимізаційного підходу?
17. Які існують види вибору при оптимізації?
18. При яких умовах використовується пряма оптимізація?
19. При яких умовах використовуються збіжні критерії?
20. При яких умовах використовуються частково збііжні критеріїї?
21. Які особливості повністю розбіжних критеріїв?
22. Яким вимогам повинні відповідати критерії?