

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Запорізький національний технічний університет**



**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до лабораторних робіт**

**з дисципліни**

**“Інженерне проектування”**

**для студентів спеціальності**

**172 «Телекомунікації та радіотехніка» (освітні програми  
«Радіоелектронні апарати та засоби» та «Інтелектуальні  
технології мікросистемної радіоелектронної техніки»)  
усіх форм навчання**

2017

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни "Інженерне проектування" для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» (освітні програми «Радіоелектронні апарати та засоби» та «Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки») усіх форм навчання / Уклад.: Поспеева І.Є., Щурова Л.С. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. – 38 с.

Укладачі: Поспеева Ірина Євгенівна, ст. викладач;  
Щурова Лариса Семенівна, зав. лаб.

Рецензент: Фарафонов Олексій Юрійович, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск: Шило Галина Миколаївна, канд. техн. наук, доцент, в.о. зав. каф. ІТЕЗ

Розглянуто  
на засіданні кафедри ІТЕЗ  
протокол № 6 від 23.01.17 р.

Затверджено  
на засіданні НМК ФРЕТ  
протокол № 5 від 26.01.17 р.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
1 ПЕРШИЙ ЦИКЛ. МЕТОДИ ЕВРИСТИЧНОГО ПОШУКУ НОВИХ РІШЕНЬ .....	6
1.1 Загальні відомості .....	6
<b>1.1.1 Мозковий штурм</b> .....	6
<b>1.1.2 Метод записної книги Хефеля</b> .....	8
<b>1.1.3 Метод фокальних об'єктів</b> .....	9
<b>1.1.4 Методи низки асоціацій та метафор</b> .....	10
<b>1.1.5 Метод контрольних питань</b> .....	11
<b>1.1.6 Синектика</b> .....	13
<b>1.1.7 Емпатія (Суб'єктивна аналогія)</b> .....	14
<b>1.1.8 Техніка застосування ЗМЧ</b> .....	14
<b>1.1.9 Морфологічний аналіз</b> .....	15
1.2 Загальні рекомендації з виконання, оформлення і захисту лабораторних робіт .....	17
1.3 Лабораторна робота №1 Вирішення задач засобом «мозкового штурму» .....	18
<b>1.3.1 Мета роботи</b> .....	18
<b>1.3.2 Порядок проведення роботи</b> .....	18
<b>1.3.3 Зміст звіту</b> .....	18
<b>1.3.4 Контрольні питання</b> .....	18
1.4 Лабораторна робота № 2 Вирішення задач засобом фокальних об'єктів .....	19
<b>1.4.1 Мета роботи</b> .....	19
<b>1.4.2 Порядок проведення роботи</b> .....	19
<b>1.4.3 Зміст звіту</b> .....	19
<b>1.4.4 Контрольні питання</b> .....	19
1.5 Лабораторна робота № 3 Вирішення задач з застосуванням синектики .....	20
<b>1.5.1 Мета роботи</b> .....	20
<b>1.5.2 Порядок проведення роботи</b> .....	20
<b>1.5.3 Зміст звіту</b> .....	20
<b>1.5.4 Контрольні питання</b> .....	20
1.6 Лабораторна робота № 4 Вирішення задач засобом морфологічного аналізу .....	21
<b>1.6.1 Мета роботи</b> .....	21

<b>1.6.2</b> Порядок проведення роботи .....	21
<b>1.6.3</b> Зміст звіту .....	21
<b>1.6.4</b> Контрольні питання .....	21
1.7 Лабораторна робота № 5 Вирішення задач засобом маленьких чоловічків (ММЧ) .....	22
<b>1.7.1</b> Мета роботи .....	22
<b>1.7.2</b> Порядок проведення роботи .....	22
<b>1.7.3</b> Зміст звіту .....	22
<b>1.7.4</b> Контрольні питання .....	22
2 ДРУГИЙ ЦИКЛ. МЕТОДИ ТЕОРІЇ ВИРІШЕННЯ ВИНАХІДНИЦЬКИХ ЗАДАЧ .....	23
2.1 Загальні відомості .....	23
<b>2.1.1</b> Алгоритм вирішення винахідницьких задач (АВВЗ) .....	23
<b>2.1.2</b> Методика АВВЗ-77 .....	25
<b>2.1.3</b> Приклад вирішення задачі з використанням АВВЗ-77 .....	27
<b>2.1.4</b> Речовинно-польовий аналіз і стандартні рішення технічних задач .....	29
2.2 Лабораторна робота № 6 Вирішення задач, що містять технічні протиріччя, за допомогою АВВЗ .....	36
<b>2.2.1</b> Мета роботи .....	36
<b>2.2.2</b> Порядок проведення роботи .....	36
<b>2.2.3</b> Зміст звіту .....	36
<b>2.2.4</b> Контрольні питання .....	36
2.3 Лабораторна робота № 7 Вирішення задач, що містять технічні протиріччя, за допомогою вепольних перетворювань .....	37
<b>2.3.1</b> Мета роботи .....	37
<b>2.3.2</b> Порядок проведення роботи .....	37
<b>2.3.3</b> Зміст звіту .....	37
<b>2.3.4</b> Контрольні питання .....	37
ЛІТЕРАТУРА .....	38

## ВСТУП

Створюючи нову техніку, людина на кожному етапі її розвитку зіштовхувалася з новими для неї проблемами і задачами. Ці задачі вона намагалася вирішувати шляхом перебору багатьох варіантів їх вирішення. Такий метод вирішення одержав назву методу проб і помилок (ПіП).

Метод ПіП цілком придатний для вирішення простих задач, що вимагають для свого вирішення декількох десятків проб. Коли ж рішення сховане серед сотень усіляких невипробуваних варіантів, то пошук прийняттого рішення може розтягтися на багато років, до того ж немає ніякої гарантії, що при такому переборі варіантів сильного рішення взагалі не помітять, чи обраний варіант далеко не самий удалий.

Активні пошуки шляхів інтенсифікації нових ідей призвели до появи і розвитку двох основних методик рішення проблем – ненаправленого (евристичного) і направленого пошуків. Евристичні засоби сприяють подоланню психологічної інерції, появи розкованості, інтелектуального підйому, творчого ентузіазму і зацікавленості, стимулюють прорив до таємниць творчості, розкривають механізм творчості. Застосовуючи евристичні засоби при рішенні задач, можна вийти на сильні рішення, інколи – на винахід.

До направленого пошуку відносяться методи теорії вирішення винахідницьких задач (ТРВЗ).

ТРВЗ базується на основі ретельного вивчення й аналізу сотень тисяч винаходів, і усі її рекомендації, правила, висновки і алгоритми є відображенням наукової і технічної діяльності людей, їхньої творчої думки.

Лабораторні роботи даного циклу присвячені вивченню декількох методик евристичного пошуку та ознайомленню з алгоритмами вирішення винахідницьких задач (АВВЗ).

# 1 ПЕРШИЙ ЦИКЛ. МЕТОДИ ЕВРИСТИЧНОГО ПОШУКУ НОВИХ РІШЕНЬ

## 1.1 Загальні відомості

### 1.1.1 Мозковий штурм

«Мозковий штурм» – найбільш відомий метод генерації нових ідей шляхом творчої співпраці групи спеціалістів, який широко застосовується. Творцем метода мозкового штурму є американський підприємець та винахідник А.Осборн. Група намагається штурмом подолати труднощі, які заважають вирішити проблему, що розглядається. В процесі такого штурму учасники висуюють та розвивають власні ідеї, ідеї своїх колег, використовують одні ідеї для розвитку інших, комбінують їх. Щоб забезпечити максимальний ефект, «мозковий штурм» повинен підлягати певним умовам.

1.1.1.1 Задачу послідовно розв'язують дві групи людей по 6-12 чоловік у кожній. Перша група – «генератори ідей» – тільки висуває різноманітні ідеї. В ній бажано мати людей, які схильні до абстрагування, з буйною уявою. Задача «штурмується» упродовж 20-40 хвилин. Друга група – «експерти» – по закінченні штурму висуває судження про доцільність висунутих ідей. В її складі краще працюють люди з аналітичним, критичним складом розуму.

1.1.1.2 Основна задача «генераторів» – висунути за відведений час як можна більше ідей – реальних та фантастичних, серйозних та жартівливих, конкретних або розпливчатих. Ніяких доведень ідей не потрібно. Процес генерування ідей повинен проходити в умовах повної психологічної розкутості, атмосфері доброзичливості, намаганні роздивитися задачу якомога «ширше».

1.1.1.3 Під час генерації ідей забороняється будь-яка критика, не тільки явна на словах, але й прихована – у вигляді скептичних посмішок, міміки, рухів та ін. Потрібно, щоб ідея, яку висунув один учасник штурму, підтримувалася та розвивалася іншими. Рекомендується запрошувати на штурм людей різних спеціальностей та різного рівня освіти.

Обговорення проводять у швидкому темпі. Усі ідеї фіксують, для чого застосовують запис на магнітофон або стенографування.

1.1.1.4 Експертизу та відбір ідей після закінчення процесу генерування треба проводити дуже уважно, ретельно обмірковуючи абсурди, в кожній ідеї можна знайти раціональне зерно. «Експерти» концентрують свою увагу передусім на позитивних рисах ідей, вони намагаються їх розвинути й довести до стадії практичного застосування. Великий ефект дає комбінування ідей шляхом складання переліку всіх запропонованих варіантів з вказаними перевагами та недоліками кожного. При обговоренні цього переліку виникають нові, більш оригінальні та плідотворні ідеї, засновані на комбінації пропозицій, які були висунуті раніше.

1.1.1.5 Процесом розв'язання задачі керує керівник штурму, який забезпечує дотримання всіх вимог та правил, не допускаючи при цьому перерви у праці. Він може сам висловити фантастичну або явно непрактичну ідею.

Для активації процесу генерації ідей рекомендується використовувати деякі прийоми, наприклад, інверсія ( зробити навпаки ), аналогія ( зробити так , як це зроблено в іншому розв'язанні), емпатія ( вважати себе часткою об'єкту, який вдосконалюється ), фантазія ( зробити щось фантастичне ) та ін.

Однак не кожна проблема розв'язується цим методом. Він ефективний головним чином при розв'язанні не дуже складних задач загального, особливо організаційного, характеру ( наприклад, знайти нове застосування продукції, яка виробляється, знайти нову форму реклами та ін. ) та при розв'язанні відносно нескладних винахідницьких задач. Треба також мати на увазі, що мозковий штурм може застосовуватися як складова частина інших більш складних методів.

Існує декілька модифікацій мозкового штурму, ось декотрі з них

**Індивідуальний мозковий штурм** – робиться однією людиною, яка одночасно генерує ідеї, дає їм об'єктивну оцінку та критикує їх. До оцінки якості висунутих ідей доцільно перейти через кілька днів.

**Масовий мозковий штурм** – проводиться аудиторією до кілька сот чоловік. Проблема розв'язується у два етапи. На першому етапі всі учасники розбиваються на робочі групи по 6 – 15 чоловік і кожна

група розглядає проблему окремо. Усі висунуті ідеї класифікуються та оцінюються кожною групою, найбільш цікава відбирається та повідомляється на пленарному засіданні.

На другому етапі пленарного засідання розглядають тільки найбільш перспективні та цікаві ідеї. Після закінчення роботи ідеї, які отримали позитивні оцінки, відразу використовуються, інші – передаються експертам для доопрацювання.

**Зворотній мозковий штурм** – тут більш уваги приділяється критиці висловлених ідей. Змістом праці є всебічний аналіз слабких місць в об'єкті, який треба вдосконалити або замінити новим. Забезпечується вільне обговорення. Складається своєрідний перелік усіляких недоліків у об'єкті. Після цього проводиться прямий мозковий штурм з ліквідації викритих недоліків.

Один з недоліків цього методу – відсутність часу на глибоке усвідомлення задачі. Для деяких людей більш ефективним є процес не колективної (спільної), а індивідуальної творчості.

Для усунення цих недоліків Дж.В.Хефелем був запропонований метод записної книги

### **1.1.2 Метод записної книги Хефеля**

Метод дозволяє сполучати незалежне висунення ідей кожним членом робочої групи з колективною оцінкою та процесом виробки розв'язання.

Кожний учасник отримує книгу для записів (блокнот), у якій описується в загальних рисах без застосування спеціальних термінів суть проблеми, а також питальні листи з переліком контрольних питань. Ось деякі з них :

- Чи можливо використати конструкцію для іншої мети, якщо нічого не змінювати або зробити незначні зміни ?
- З чим можна порівняти конструкцію ?
- Що можна в ній змінити ?
- Що можна збільшити (кількість, час, міцність, частоту, висоту, довжину, товщину, вартість, число компонентів та ін.) ?
- Що можна зменшити ?
- Чи можна змінити конструкцію ( або її складові частини ) на що-небудь ?



- Чи можна зробити ?

Упродовж місяця кожен учасник вносить у книгу ( блокнот ) ідеї, які в нього виникають, оцінює їх та визначає, які з них можуть забезпечити найкраще розв'язання задачі. Одночасно формують найбільш доцільні напрями досліджень на наступному етапі роботи. В блокноті фіксують ідеї, які можуть виявитися корисними для знаходження кінцевого розв'язку.

Учасники здають свою блокноти керівникові групи для систематизації матеріалу. Потім йде останнє обговорення систематизованого матеріалу усіма членами групи. Для вибору кінцевого розв'язання можна використати мозковий штурм або інші методи.

### **1.1.3 Метод фокальних об'єктів**

Метод запропонований 1926 р. професором Берлінського університету Ф.Кунце ( метод каталогу ) та вдосконалений у 50-х роках американським винахідником Ч.Вайтингом ( метод фокальних об'єктів ).

Метод дає добрі результати під час пошуку нових модифікацій відомих засобів та пристроїв, а також може бути використаний для тренування уяви, фантазії. Принцип методу полягає у переносі на вказаний об'єкт нових, яскравих, несподіваних властивостей, якостей та появи оригінальних та евристично цінних сполучень.

Послідовність виконання метода наступна :

- Формулюється мета роботи ( визначається об'єкт та мета його вдосконалення ), наприклад, годинник.

- Навмання обирають з каталогів, словників декілька об'єктів ( їх можуть вказати учасники праці ), наприклад, кіно, змія, каса.

- За кожним з випадково обраних об'єктів складають перелік характеристик, ознак, наприклад, кіно: широкоекранне, звукове, кольорове, об'ємне, документальне, іноземне, аматорське та ін.. ( Доцільно учасникам праці здійснювати другий та третій кроки до оголошення об'єкту аналізу, що дозволяє здійснити вибір характеристик незалежно від інших).

- Генерують ідеї шляхом з'єднання фокального об'єкту з ознаками випадкових об'єктів, наприклад, широкоекранний годинник, об'ємний годинник та ін.

- Здійснюють аналіз отриманих сполучень, при цьому звертають особливу увагу на зовні несумісні, « дикі » сполучення, здійснюють їх розвиток шляхом вільних асоціацій, широкоекранний годинник: замість вузького циферблату взято широкий; вузький циферблат іноді розтягується в широкий, проектується кудись та ін.
- Здійснюють аналіз отриманих розв'язків.

### **1.1.4 Методи низки асоціацій та метафор**

Розвитком методу фокальних об'єктів є метод низок випадковостей та асоціацій, розроблений винахідником з Латвії Г.Я.Бушем. Він допомагає знайти більшу кількість підказок для нових ідей шляхом утворення асоціацій, що дозволяє здійснити перехід у нову галузь знань, інтерпретувати по-новому ідеї, що розроблялися раніше.

При вдосконаленні обраного об'єкту основними етапами є наступні:

1.1.4.1 Визначення синонімів об'єкту та утворення з них першої низки синонімів.

1.1.4.2 Довільний вибір випадкових об'єктів. Довільно, будь-яким чином обирають декілька іменників. Для кожного з них утворюють другу низку - низку випадкових об'єктів.

1.1.4.3 Складання комбінацій з елементів низки синонімів та елементів низки випадкових об'єктів. Комбінацію складають з двох елементів, з'єднавши кожний синонім об'єкта, який розглядається, з кожним випадковим об'єктом.

1.1.4.4 Складання переліку ознак випадкових об'єктів . Доцільно перелічити як основні , так і другорядні малозначущі ознаки. Успіх пошуку у значній мірі залежить від ширини обхвату ознак випадкових об'єктів. Звичайно на складання переліку ознак відводять обмежений час – дві, три хвилини.

1.1.4.5 Генерування ідей шляхом по чергового поєднання технічного об'єкту та його синонімів з ознаками випадково обраних об'єктів. Аналогічно утворюють перелік нових конструкцій, які утворюють шляхом по чергового приєднання до низки синонімів ознак інших випадкових об'єктів.

1.1.4.6 Генерування гірлянд асоціацій . З ознак випадкових об'єктів, які були виявлені на четвертому кроку, генерують низку вільних асоціацій.

1.1.4.7 Генерування нових ідей. До елементів низки синонімів технічного об'єкту по чергово приєднують елементи низок асоціацій.

1.1.4.8 Оцінка та вибір раціональних варіантів ідей. Застосовуючи описану процедуру, отримують достатньо велику кількість варіантів. Відбір оригінальних та раціональних варіантів здійснюється в декілька етапів. Спочатку відкидаються зовсім нераціональні варіанти, потім відбирають оригінальні сумнівної придатності, але які притягують своєю несподіваністю. У список раціональних розв'язань включають варіанти , які найкращим чином відповідають поставленій меті та вимогам.

1.1.4.9 Відбір найкращого варіанту з-поміж раціональних здійснюють шляхом експертних оцінок.

## **1.1.5 Метод контрольних питань**

Метод застосовується для психологічної активізації творчого процесу. Мета – за допомогою навідних питань підвести до розв'язання задачі. Суть методу полягає в тому, що людина, відповідаючи на питання, які знаходяться у списку, розв'язує свою задачу.

### **1.1.5.1 Список запитань за А.Осборном:**

- Яке нове застосування технічного об'єкту ви можете запропонувати? Чи можливі нові шляхи застосування?
- Чи можливо вирішити задачу шляхом застосування спрощення, скорочення? Що нагадує Вам даний технічний об'єкт? Чи викликає аналогію, нову ідею?
- Які модифікації технічного об'єкту можливі? (обертання, згин, перекручення та ін.)? Інші можливі зміни (функції руху, форми, вигляду, кольору, запаху та ін.)
- Що можна збільшити у технічному об'єкті? (час служби, частоту, розмір, міцність та ін.)
- Що можна в технічному об'єкті зменшити? (ущільнити, зжати, сконденсувати, вкоротити, звузити, відокремити, роздробити)?

- Що можна замінити в технічному об'єкті (інший матеріал, інший процес, інше джерело енергії, інше розташування, освітлення та ін.)?

- Що можна переробити в технічному об'єкті ? (модель, компоненти, компоновку, послідовність операцій, швидкість, режим та ін.)

- Що можна в об'єкті перевернути навпаки, транспортувати позитивне і негативне, поміняти місцями елементи, перевернути догори низом, задом наперед, поміняти ролями, перевернути затиски?

- Які нові комбінації елементів технічного об'єкту можливі? (суміш, сплав, новий асортимент, набір). Комбінувати мети, ідеї?

#### **1.1.5.2 Список питань за Т.Ейлоаром :**

- Перелічити усі якості та визначення нововведень, які припускаються.

- Сформулюйте задачі ясно. Виділіть головні та другорядні задачі.

- Перелічити недоліки існуючих розв'язань, нові пропозиції .

- Привести фантастичні, біологічні, економічні, молекулярні та інші аналогії.

- Побудувати математичну, електронну, механічну та інші моделі.

- Спробувати різноманітні види матеріалів та енергії: газ, рідина, тверде тіло, піна, паста та інші; тепло, світло, силу удару та інші; перехідний стан, перехід через точку Кюрі, фізичні ефекти, властивості поверхні та інші.

- Взяти думку людей, зовсім не обізнаних у цій справі.

- Зробити групове обговорення, вислуховуючи усе і кожна ідею без критики.

- Визначити ідеальне розв'язання, розробляти можливі.

- Видозмінити розв'язання проблеми з точки зору часу, розмірів, в'язкості і т.д.

- В уяві залізи в середину механізму.

- Визначити альтернативні проблеми і системи.

### 1.1.6 Синектика

В п'ятдесяти роки У. Гордон (США), розвиваючи мозковий штурм, розробив свою методику творчого рішення задач – синектику – комплексний засіб стимулювання творчої діяльності, що використовує прийоми і принципи як «мозкового штурму», так і засобу аналогій і асоціацій. Саме слово синектика – неологізм, що означає об'єднання різнорідних елементів.

В основі засобу лежить пошук потрібного рішення за рахунок подолання психологічної інерції, що перебуває в прагненні вирішити проблему традиційним шляхом. Синектика дозволяє вийти за рамки будь-якого конкретного образу думок (дій) і значно поширює діапазон пошуку нових ідей за рахунок подання звичного незвичним і, навпаки, незвичного – звичним. Прибічники даного засобу вважають, що мозкова діяльність людини більш продуктивна в новій, незнайомій йому обстановці. Таким чином, усувається небезпека, притаманна творчим дискусіям, коли прихильність звичним рішенням обмежує можливості фахівця висувати нові ідеї.

При рішенні проблеми засобом синектики працює група фахівців різних професій. Рекомендується, щоб члени синектичної групи (окрім керівника) перед початком роботи не знали суті розглядуваної проблеми, що дозволяє їм абстрагуватися від звичного стереотипу мислення.

Засідання групи починається не з формування проблеми в цілому, а з обговорення окремих аспектів, намічених керівником. Одна з найважливіших частин синектичної процедури - з'ясування того, як учасники уявляють собі проблему, що обговорюється. Для цього вони, включаючи експерта, пропонують свої варіанти її визначення. Керівник записує їх на дошці, що має істотне психологічне значення: кожний учасник сприймає проблему як свою. У нього виникає бажання її вирішити. В подальшому керівник задає навідні запитання, викликаючи асоціації і аналогії. На синектичних заняттях широко використовується суб'єктивна аналогія (емпатія).

### 1.1.7 Емпатія (Суб'єктивна аналогія)

З допомогою такого прийому людина уявно вживається в образ розглядуваного об'єкту, так, якби намагається, немов би ототожнити себе з ним, проаналізувати відчуття, що виникають. Це допомагає під час пошуку нових варіантів здійснення функцій. Останнім часом емпатію успішно застосовують при рішенні особливо складних проблем; а також для перевірки втілення різноманітних ідей. Але емпатія часто буває шкідлива, створює додатковий психологічний бар'єр, який важко здолати. Людина мимоволі відбирає і розглядає тільки тих варіанти рішення, що особисто йому не шкодять і відкидає всіх «шкідливі»: розрізування, розплющування, розчинення в кислоті та ін. Крім того, неподільність людського організму заважає образному процесу кардинальної зміни об'єкту. Для подолання психологічного бар'єру при вживанні в образ, що піддається розрусі, використовується більш ефективний і універсальний засіб – засіб маленьких чоловічків (ЗМЧ). Для моделювання потрібно, щоб маленькі частинки (чоловічки) бачили, розуміли, могли діяти колективно. Застосовуючи ЗМЧ, винахідник використовує емпатію на мікрорівні, вживаючись в образ часток речовини. Збережена сильна сторона емпатії, і в той же час немає притаманних їй нестатків.

### 1.1.8 Техніка застосування ЗМЧ

- **Виділити частину об'єкту**, що не може виконати протилежні дії; уявити цю частину в вигляді «натовпу» МЧ;
  - **Поділити МЧ на групи**, що діють за умовами задачі так, як виконується, і так, як потрібно;
  - **Розглянути отриману модель задачі** (малюнок з МЧ) і перебудувати так, щоб виконувалися конфліктні чинності та розв'язування протиріччя;
  - **Перейти до технічної відповіді.**
- Звичайно виконується серія малюнків – «було», «треба», «стало», (суміщають перші два); або «було» і «як повинно бути».

### 1.1.9 Морфологічний аналіз

Цей засіб заснований на комбінаториці – систематичному дослідженні всіх теоретичних можливих варіантів, що впливають з закономірностей будівлі (морфології) об'єкту, що аналізується. Синтез охоплює як відомі, так і нові, незвичайні варіанти, що при простому переборі могли бути випущені. Шляхом комбінування варіантів одержують велике число різноманітних рішень, ряд яких має практичний інтерес. Ідея засобу перебуває в тому, щоб «піти в зону, далеку від того, що лежить на вигляду».

Реалізація засобу передбачає наступні етапи:

- Точне формулювання проблеми (задачі), що підлягає рішенню.
- Розкриття всіх важливих характеристик об'єкту, його параметрів, від яких залежить рішення проблеми (уточнене формулювання задачі або точне визначення класу приладів, що вивчаються дозволяє розкрити основні характеристики або параметри, що полегшують пошук нових рішень).
- Розкриття можливих варіантів за кожною характеристикою шляхом укладання матриці. Кожна характеристика (параметр) володіє певним числом різноманітних незалежних властивостей. Ці матриці-рядки можуть бути записані в наступному вигляді:

**A1, A2, A3, ..., An**

**B1, B2, B3, ..., Bn**

.....

**C1, C2, C3, ..., Cn**

Якщо в кожному рядку матриці зафіксувати один з елементів, то їхній набір буде подавати можливий варіант рішення вихідної задачі. Щоб не завдати шкоди безсторонньому застосуванню морфологічного засобу, прийнявши передчасне рішення або віддавши перевагу будь-якому варіанту, до певного моменту не виробляється оцінка того або іншого варіанту рішення. Однак, як тільки отримані всі розв'язування, їх можна зіставити з будь-якою системою прийнятих критеріїв, що дозволяє більш об'єктивно підійти до вибору варіанту.

- Визначення функціональної цінності отриманих рішень. Цей етап – головний в засобі. Щоб не заплутатися в величезній кількості варіантів і деталей, оцінка характеристик повинна проводитися на універсальній і, по можливості, спрощеній основі.

- Вибір найбільш бажаних конкретних рішень (заключний етап).

За допомогою засобу морфологічного аналізу створюється основа для мислення в категоріях основних принципів і параметрів, чим і забезпечується ефективність його застосування. Він є засобом упорядкованого пошуку рішень, що дозволять досягти систематичного огляду всіх можливих рішень даної великомасштабної проблеми, але наряду з великими перевагами засобу є технічні труднощі, що обмежують його застосування:

- Відсутність надійного засобу оцінки ефективності застосування того або іншого варіанту.

- Висока трудомісткість перебору варіантів.

Наявність засобу оцінки дозволила б вибирати оптимальну комбінацію елементів для кожного проектного влаштування виходячи тільки з теоретичних міркувань. Найбільш доцільно застосовувати морфологічний засіб при рішенні конструкторських задач загального плану, при проектуванні об'єктів і пошуку компоновочних або схемних рішень. Морфологічний засіб може інколи застосовуватися для виявлення простих рішень, що досі не були знайдені, при прогнозуванні розвитку систем (в тому числі при визначенні можливості патентування основних параметрів з метою «заблокувати» можливі майбутні зображення, що характерно для поодиноких фірм).



## 1.2 Загальні рекомендації з виконання, оформлення і захисту лабораторних робіт

Даний цикл складається з п'яти лабораторних робіт і полягає в знаходженні ряду рішень задач, проведенні оптимізації знайдених рішень за запропонованими критеріями. Перша, третя і п'ята роботи виконуються бригадним засобом, друга і четверта – індивідуально. Після виконання кожної роботи складається звіт, що представляється викладачу і відбувається його захист. Бригада виконує один звіт, оформлюваний на листах формату А4.

Зміст звіту:

- титульний лист за встановленою формою;
- мета роботи;
- основна частина згідно вимогам, оговорені в кожній роботі;
- висновки по результатах робіт.

Захист лабораторних робіт відбувається індивідуально.

Під час захисту студент зобов'язаний показати:

- глибокі знання евристичних засобом рішення задач;
- області застосування розглядуваних евристичних засобів;
- обмеження, що накладаються на процедуру рішення задач кожним з запропонованих засобів;
- уміння описувати свої ідеї, доводити цінність прийнятого рішення.

## **1.3 Лабораторна робота №1 Вирішення задач засобом «мозкового штурму»**

### **1.3.1 Мета роботи**

Ознайомитися з суттєвістю засобу мозкового штурму; знайти максимально можливу кількість рішень даної задачі; оцінити результати рішення задачі за запропонованими критеріями.

### **1.3.2 Порядок проведення роботи**

1.3.2.1 Отримати у викладача задачу.

1.3.2.2 Вирішити її засобом мозкового штурму, намагаючись отримати якомога більше можливих варіантів рішення.

1.3.2.3 Оцінити отримані варіанти рішення задач за запропонованими критеріями.

1.3.2.4 Скласти звіт.

### **1.3.3 Зміст звіту**

1.3.3.1 Стисло охарактеризувати суть засобу мозкового штурму.

1.3.3.2 Описати усі знайдені рішення задачі. Якщо необхідно, виконати ескізи, що пояснять суть рішення.

1.3.3.3 Дати оцінку отриманих варіантів рішення задачі за запропонованими критеріями.

### **1.3.4 Контрольні питання**

1.3.4.1 Що ви знаєте про автора мозкового штурму

1.3.4.2 Пояснити суть засобу мозкового штурму.

1.3.4.3 Перерахувати модифікації мозкового штурму.

1.3.4.4 Охарактеризуйте кожну з модифікації мозкового штурму.

1.3.4.5 Назвіть область задач, для якої доцільно застосовувати даний засіб.

1.3.4.6 Назвіть правила, за якими будується робоча групи.

## **1.4 Лабораторна робота № 2 Вирішення задач засобом фокальних об'єктів**

### **1.4.1 Мета роботи**

Ознайомитися з суттєвістю засобу фокальних об'єктів.

### **1.4.2 Порядок проведення роботи**

1.4.2.1 Отримати у викладача фокальний об'єкт, що модифікується.

1.4.2.2 Запропонувати 3-4 випадкових об'єкти.

1.4.2.3 Скласти списки ознак випадкових об'єктів.

1.4.2.4 Генерувати нові ідеї шляхом приєднання ознак випадкових об'єктів до об'єкту, що модифікується.

1.4.2.5 Оцінити отримані варіанти і вибрати найбільш ефективні рішення.

1.4.2.6 Скласти звіт.

### **1.4.3 Зміст звіту**

1.4.3.1 Стисло охарактеризувати суть засобу фокальних об'єктів.

1.4.3.2 Надати повний перелік сполучень ознак випадкових об'єктів, що модифікуються.

1.4.3.3 Оцінити отримані варіанти і вибрати найбільш ефективні рішення.

1.4.3.4 Надати рекомендації з застосування знайдених рішень.

### **1.4.4 Контрольні питання**

1.4.4.1 Пояснити суть засобу фокальних об'єктів.

1.4.4.2 Назвіть область застосування засобу фокальних об'єктів.

1.4.4.3 Скласти алгоритм реалізації засобу.

1.4.4.4 Назвіть відомі Вам засоби асоціації.

1.4.4.5 В чому полягає негативна сторона застосування засобу фокальних об'єктів?

1.4.4.6 В чому складність застосування засобу низки асоціацій?

## **1.5 Лабораторна робота № 3 Вирішення задач з застосуванням синектики**

### **1.5.1 Мета роботи**

Ознайомитися з суттєвістю засобу синектики, навчитися вирішувати задачі, використовуючи даний засіб, дати оцінку отриманим результатам і вибрати найбільш вдалі рішення.

### **1.5.2 Порядок проведення роботи**

1.5.2.1 Отримати у викладача задачу.

1.5.2.2 Вирішити її, використовуючи даний засіб, намагаючись отримати якомога більше можливих варіантів рішення.

1.5.2.3 Оцінити отримані варіанти рішень за запропонованими критеріями.

1.5.2.4 Скласти звіт.

### **1.5.3 Зміст звіту**

1.5.3.1 Стисло охарактеризувати суть засобу синектики.

1.5.3.2 Описати усі знайдені рішення задачі. Якщо необхідно, виконати ескізи, що пояснять суть рішення.

1.5.3.3 Дати оцінку отриманих варіантів рішення задачі за запропонованими критеріями.

### **1.5.4 Контрольні питання**

1.5.4.1 Пояснити суть засобу синектики.

1.5.4.2 В чому міститься сильна сторона засобу?

1.5.4.3 Назвіть правила, за якими складається робота групи?

1.5.4.4 В чому складність застосування даного засобу?

## **1.6 Лабораторна робота № 4 Вирішення задач засобом морфологічного аналізу**

### **1.6.1 Мета роботи**

Ознайомитися з суттєвістю засобу морфологічного аналізу.

### **1.6.2 Порядок проведення роботи**

1.6.2.1 Отримати у викладача об'єкт аналізу.

1.6.2.2 Скласти морфологічну матрицю.

1.6.2.3 Використовуючи матрицю, отримати велику кількість різноманітних рішень.

1.6.2.4 Дати оцінку отриманим варіантам рішень.

1.6.2.5 З сукупності отриманих варіантів рішень вибрати ті, які являють практичну цінність.

1.6.2.6 Дати рекомендації відносно областей застосування отриманих варіантів рішень.

1.6.2.7 Скласти звіт.

### **1.6.3 Зміст звіту**

1.6.3.1 Стисло охарактеризувати суть морфологічного методу.

1.6.3.2 Привести морфологічну матрицю.

1.6.3.3 Описати усі знайдені рішення задачі. Якщо необхідно, виконати ескізи, що пояснюють суть рішення.

1.6.3.4 Дати оцінку отриманих варіантів рішення задачі за запропонованими критеріями.

### **1.6.4 Контрольні питання**

1.6.4.1 Пояснити суттєвість засобу морфологічного аналізу.

1.6.4.2 Перерахувати етапи реалізації засобу морфологічного аналізу.

1.6.4.3 Перерахувати гідності засобу.

1.6.4.4 Назвіть технічні труднощі, зв'язані з застосуванням засобу морфологічного аналізу.

## **1.7 Лабораторна робота № 5 Вирішення задач засобом маленьких чоловічків (ММЧ)**

### **1.7.1 Мета роботи**

Ознайомитися з суттєвістю ММЧ, навчитися вирішувати задачі даним засобом, дати оцінку отриманому рішення, скласти звіт.

### **1.7.2 Порядок проведення роботи**

1.7.2.1 Отримати у викладача задачу.

1.7.2.2 Вирішити її ММЧ, кожний етап рішення супроводжуючи малюнками.

1.7.2.3 Оцінити силу отриманого рішення.

1.7.2.4 Скласти звіт.

### **1.7.3 Зміст звіту**

1.7.3.1 Стисло охарактеризувати ММЧ.

1.7.3.2 Надати докладний опис рішення задачі, кожний етап якого супроводжувати малюнками.

1.7.3.3 Надати оцінку силі отриманого рішення.

### **1.7.4 Контрольні питання**

1.7.4.1 В чому полягає засіб емпатії?

1.7.4.2 В чому полягає складність застосування особистої аналогії (емпатії)?

1.7.4.3 Назвіть переваги ММЧ.

1.7.4.4 Складіть алгоритм реалізації ММЧ.

## **2 ДРУГИЙ ЦИКЛ. МЕТОДИ ТЕОРІЇ ВИРІШЕННЯ ВИНАХІДНИЦЬКИХ ЗАДАЧ**

### **2.1 Загальні відомості**

#### **2.1.1 Алгоритм вирішення винахідницьких задач (АВВЗ)**

Основним компонентом ТВВЗ, його серцевиною є алгоритм рішення винахідницьких задач (АВВЗ).

Алгоритм рішення винахідницьких задач (АВВЗ) - це комплексна програма алгоритмічного типу, яка заснована на законах розвитку технічних систем та призначена для аналізу винахідницької задачі з метою виявлення та рішення схованого в неї протиріччя.

АВВЗ з'явився та розвивався одночасно з ТРВЗ. За останні тридцять років були розроблені різноманітні модифікації АВВЗ, опубліковані відповідно в 1959, 1961, 1964, 1965, 1971, 1977, 1982, 1985 роках. Автор АВВЗ усіх модифікацій - Г.С. Альтшулер. При розробці останніх модифікацій (АВВЗ-77, -82, -85) враховувалися зауваження та рекомендації інших фахівців по ТРВЗ.

Розробка нових модифікацій АВВЗ спирається на дослідження великих масивів патентної інформації за високоефективними винаходами, а також на досвід у рішенні задач з АВВЗ. Знайдені закономірності, правила, прийоми та підходи входять до складу експериментальних текстів алгоритму, що перевіряються в школах ТРВЗ та на семінарах.

В основі АВВЗ закладені три головні ідеї:

АВВЗ - це програма послідовних операцій аналізу (обробки) невизначеної (а частіш за все й невірно поставленої) винахідницької задачі з виявлення та рішення схованих в умові задачі протиріч.

Оскільки програму реалізує людина, АВВЗ передбачає операції з керування психологічними факторами. Ці операції знижують психологічну інерцію та стимулюють роботу уявлення.

АВВЗ забезпечується великим та одночасно компактним інформаційним фондом. Його загальні складові: прийоми усунення протиріч, стандарти на рішення винахідницьких задач, банки фізичних, хімічних та геометричних ефектів.

Стратегії рішення винахідницьких задач з АБВЗ складаються з наступних кроків.

Формулюють вихідну задачу в загальному вигляді, обробляють та уточнюють її, враховуючи дію вектора психологічної інерції та технічні рішення в даній та інших галузях. Викладають умови задачі, складені з перелічених елементів технічної системи і небажаного ефекту (НЕ), який виробляється одним з елементів. Потім формулюють за певною схемою ідеальний кінцевий результат (ІКР).

Він служить орієнтиром, у напрямку якого йде процес вирішення задачі. У порівнянні ІКР з реальним технічним об'єктом виявляється технічне протиріччя (ТП), а потім його причина - фізичне протиріччя (ФП).

Поняття про технічне протиріччя базується на тому, що будь-яка технічна система характеризується комплексом взаємопов'язаних параметрів. Спроба покращити один параметр при рішенні задачі відомими способами неодмінно призводить до погіршення будь-якого іншого параметру. Так збільшення міцності конструкції може бути пов'язане зі збільшенням маси, збільшення виробничості - з недопустимим погіршенням якості і т. ін.

Сенс АБВЗ полягає в тому, щоб шляхом порівняння ідеального та реального виявити технічне протиріччя або його причину - фізичне протиріччя - та усунути (вирішити) їх, перебравши відносно невелику кількість варіантів.

При розробці АБВЗ після аналізу 40 тис. винаходів було встановлено, що в них подолано приблизно 1200 протиріч із використанням в основному 40 типових прийомів. Виходить, що певний тип протиріч усувається певним невеликою кількістю "своїх" прийомів. Це дозволило скласти таблицю прийомів подолання технічного протиріччя.

По її вертикалі розміщені параметри, які необхідно покращити, а по горизонталі - параметри, що неприпустимо погіршуються, якщо вирішувати задачу відомим шляхом. При цьому перехрещення строки (параметру, що покращується) зі стовбцем (параметром, що погіршується) дає поєднання, яке може бути усунуто за допомогою прийомів, вказаних у відповідному вічку таблиці.



## 2.1.2 Методика АВВЗ-77

Етап 1 Аналіз задачі

Етап 2 Побудова моделі задачі

Крок 2.1 Записати умови задачі, не використовуючи особливі терміни.

Крок 2.2 Виділити та записати конфлікуючу пару елементів. Якщо за умовами задачі даний тільки один елемент, перейти до кроку 4.2

Правило 1 В конфлікуючу пару елементів обов'язково повинен входити виріб.

Правило 2 Другим елементом пари повинен бути елемент, з яким безпосередньо взаємодіє виріб (інструмент або другий виріб).

Правило 3 Якщо один елемент (інструмент) за умовами задачі може мати два стани, треба узяти те з них, яке забезпечує найкраще здійснення головного виробничого процесу (головної функції всієї технічної системи, що вказана в задачі).

Правило 4 Якщо в задачі є пари однорідних взаємодіючих елементів, достатньо взяти одну з них.

Крок 2.3 Записати дві взаємодії (дії, властивості) елементів конфлікуючої пари: те, що вже є й те, що треба ввести, корисне та шкідливе.

Крок 2.4 Записати стандартну формулювання задачі, вказавши конфлікуючу пару та технічне протиріччя.

Етап 3 Аналіз моделі задачі.

Крок 3.1 Вибрати з елементів, що входять до моделі задачі, той, який можна легко змінити.

Правило 5. Технічні об'єкти легше змінювати, ніж природні.

Правило 6. Інструменти легше змінювати, ніж вироби.

Правило 7. Якщо в системі немає легкозмінюваних елементів, слід указати "зовнішню середу".

Крок 3.2 Записати стандартну формулювання ІКР.

Елемент (вказати той, що вибраний на кроці 3.1) сам усуває шкідливу взаємодію, зберігаючи здібність виконувати (вказати корисну взаємодію).

Правило 8. У формулюванні ІКР завжди повинно бути слово "сам" (або "сама", "само").

Крок 3.3 Виділити ту зону елемента (вказаного на кроці 3.2), яка не впорається із необхідним за ІКР комплексом двох взаємодій. Що в ній - рідина, поле ?

Показати цю зону на схематичному малюнку, визначивши її кольором, штрихівкою та т. ін.

Крок 3.4 Сформулювати протимовні фізичні вимоги, представлені перед станом виділеної зони елемента конфліктуючими взаємодіями (діями, властивостями).

Правило 9. Фізичні стани повинні бути взаємнопротилежними.

Крок 3.5 Записати стандартні формулірки фізичного протиріччя.

Виділена зона елемента повинна бути (вказати останню корисну дію) і не повинна бути (щоб запобігти шкідливої взаємодії).

Етап 4 Пошуки рішення

Крок 4.1 Роздивитися найпростіші перетворення виділеної зони елемента, тобто розділення протирічних властивостей:

а) у просторі;

б) в часі;

в) шляхом використання перехідних становищ, при яких разом існують чи по черзі з'являються протиположні властивості.

Якщо отримана фізична відповідь (тобто виявлена необхідна фізична дія), перейти до 4.5, якщо ні - перейти до 4.2

Крок 4.2 Використовувати таблицю типових моделей задач та вепольних перетворень. Якщо отримана фізична відповідь, перейти до 4.4, якщо ні - перейти до 4.3

Крок 4.3 Використовувати таблицю використання фізичних ефектів та явищ. Якщо отримана фізична відповідь - перейти до 4.5, якщо ні - перейти до 4.4.

Крок 4.4 Використати таблицю головних прийомів усунення технічних протиріч. Якщо до цього отримана фізична відповідь, використовувати таблицю для його перевірки.

Крок 4.5 Перейти від фізичної відповіді до технічної: сформулювати спосіб та надати схему пристрою, який здійснює цей спосіб.

### 2.1 3 Приклад вирішення задачі з використанням АВВЗ-77

**Задача.** Антена радіотелескопу розташована в місцевості, де часто бувають грози. Для захисту її від блискавки необхідно поставити блискавковідводи (металеві стержні). Але блискавковідводи затримують радіохвилі, утворюючи радіотінь, а встановити їх на самій антені неможливо. Як бути ?

Крок 2.2 В задачі два вироби - блискавка та радіохвилі - та один інструмент -

блискавковідвод. Конфлікт в даному випадку не в середині пар «блискавковідвод - блискавка» та «блискавковідвод - радіохвилі», а між цими парами. Щоб перевести цю задачу до канонічного вигляду з однією конфліктуючою парою, треба перед цим надати інструменту властивість, необхідну для виконання головної виробничої дії даної технічної системи, тобто треба прийняти, що блискавковідводу немає та радіохвилі вільно проходять до антени, конфліктуюча пара: відсутній блискавковідвод та блискавка.

Крок 2.3 Відсутній блискавковідвод не створює радіоперешкоди.

Відсутній блискавковідвод не ловить блискавок.

Крок 2.4 Дані відсутній блискавковідвод та блискавка. Такий блискавковідвод не створює радіоперешкод, але й не ловить блискавку.

Крок 3.1 Блискавковідвод - інструмент, змінюючий напрям руху блискавки.

Блискавка - виріб.

Крок 3.2 Відсутній блискавковідвод сам забезпечує пошук блискавок, зберігаючи властивість не утворювати радіоперешкод.

Крок 3.3 Виділена зона - та частина простору, яку займав відсутній блискавковідвод. Речовина (стовб повітря), вільно пронизується радіохвилями.

Крок 3.4.1 Щоб пропускати радіохвилі, стовб повітря не повинен бути провідником (не повинен мати вільних зарядів).

Крок 3.4.2 Щоб ловити блискавку, стовб повітря повинен бути провідником (повинен мати вільні заряди).

Крок 3.5.1 Стовб повітря повинен мати вільні заряди, щоб ловити блискавку, та не повинен мати вільних зарядів, щоб не затримувати радіохвилі.

Крок 3.5.2 Стовб повітря із вільними зарядами повинен бути й не повинен бути.

Крок 4.1 Вільні заряди самі з'являються у стовбі повітря на початкових етапах з'явлення блискавки. Блискавовідвод на короткий час стає провідником, а по-тім вільні заряди самі зникають.

Крок 4.2 По типовому рішенню речовина  $V_1$  повинна розвиватися, становлячись то  $V_1$ , то  $V_2$ , тобто стовб повітря повинен становитися провідником при з'явленні блискавки, а потім повертатися в непровідний стан.

Крок 4.3 По таблиці підходить іонізація під дією сильного електромагнітного поля (блискавки) та рекомбінація після зникнення цього поля (радіохвилі - слабе поле).

Крок 4.4 За умовами задачі треба ліквідувати дію блискавки (шкідливого зовнішнього фактору). Відомий шлях - встановити звичайний металевий блискаковідвод. Програш - з'явлення радіотіні (тобто з'явлення шкідливого фактору, утвореного самим блискаковідводом). В таблиці потрібна вічка порожня. Тому візьмемо інший погірчуючийся параметр (зменшення освітлення, тобто з'явлення оптичної тіні замість радіотіні) та отримання прийомів: 1, 19, 32.

Крок 4.5 Щоб у повітрі з'явилися вільні заряди, треба зменшити тиск. Знадобиться оболонка, здібна до утримання цього шару повітря при зниженому тиску та зроблена з діелектрику (інакше вона сама буде створювати радіотінь).

Авторське свідоцтво № 177497: «Блискаковідвод, відрізняючийся тим, що з метою надання йому властивості радіопрозористь, він виконаний у вигляді виготовленої з діелектричного матеріалу герметично закритої трубки, тиск повітря у котрій вибрано з умов найменших газоразрядних градієнтів, викликаних електричним полем блискавки, що розвивається».

## 2.1.4 Речовинно-польовий аналіз і стандартні рішення технічних задач

Техніка як сукупність засобів, що створюються для здійснення процесів виробництва і обслуговування невиробничих потреб суспільства, є сумою матеріальних об'єктів, предметів і процесів, що використовуються людиною.

Відомо, що матерія при всій своїй різноманітності проявів і форм на макроскопічному рівні може бути поділена на два основних компоненти: речовина і поле.

Речовина - сукупність дискретних утворень, що володіють масою спокою. Це атоми, молекули, і те, що з них побудоване. Речовина може знаходитися в твердому, рідкому або газоподібному стані, а також в стані плазми.

Фізичні поля - це системи з нескінченним числом ступенів свободи, що характеризуються безперервністю і мають нульову масу спокою. До них відносяться: електромагнітні, гравітаційні, поля ядерних сил, а також хвильові (квантові) поля, відповідні різноманітним частинкам (наприклад, електронно-позитронне поле). Джерелами фізичних полів є частки (речовина), наприклад, для електромагнітного - заряджені частки. Фізичні поля переносять (з кінцевою швидкістю) взаємодію між відповідними частками, що зумовлена обміном квантами поля між частками.

На субатомному рівні, на рівні елементарних часток, відмінність речовини і поля стає відносним. Поля втрачають чисто безперервний характер: їм відповідають дискретні утворення - кванти (фотони, гравітони). А елементарні частки, з яких перебує речовина (протони, електрон, нейтрони, мезони і т.д.), виступають як кванти відповідних нуклонних, мезонних і інших полів, втрачаючи свій чисто дискретний характер.

Крім того, розрізняють векторні і скалярні (математичні) поля - це області (простору), в кожній точці яких задана (поставлена в відповідність) векторна або скалярна величина. До понять векторного і скалярного полів наводять фізичні явища і процеси. Приклад векторних полів - поле швидкості часток рідини або газу, поле напруження і деформації в якому-небудь тілі і т. д. Скалярні - це

температурні поля в будь-яких об'єктах, поле щільності якого-небудь матеріалу і т. д.

Оскільки всі розглянуті вище поняття відносяться або до взаємодії, або до характеристики властивостей енергетичного стану матеріальних часток, їх розуміють в більш загальному збірному сенсі поля.

Таким чином, матеріальний мир, в тому числі технічні об'єкти, можна розглядати як сукупність систем, що складається з речовин, взаємодіючих з полем або стан яких визначається полем.

По аналогії з геометричними фігурами будь-яку технічну (матеріальну) систему можна уявити в виді сукупності трьохкомпонентних систем, кожна з яких перебує з речовини В1, поля П і третього компонента середовища В2 (вона також може бути речовиною або полем). Така «елементарна» матеріальна система називається речовинно-польовою системою або скорочено - веполем .

Умовно веполі зображують графічно в вигляді структурних формул (див. рис. 2.1):

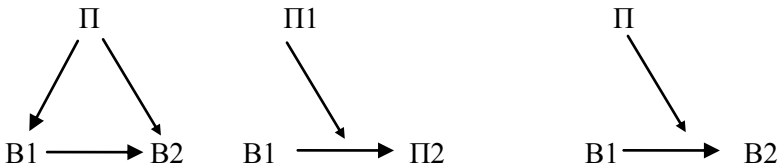


Рисунок 2.1 - Умовні зображення веполів

В вепольних формулах речовини (В1, В2) записують в рядок, а поля (П) згори і знизу - це дозволяє відбити чинність декількох полів на одну і туж речовину.

Розглянемо декілька прикладів.

Ультрафіолетове випромінювання (поле П1) впливає на люмінофор (речовину В) - виникає видиме світло (поле П2).

Електричний розряд (П1) в рідині (В) створює високий тиск (П2).

Звук (акустичне поле П1) впливає на пьезокристал (В) - в результаті з'являється змінне електричне поле (П2).

В усіх трьох розглянутих випадках структуру фізичного явища можна увести в однаковій графічній речовинно-польовій формі:

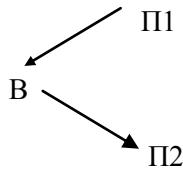


Рисунок 2.2 - Структура фізичного явища

В технічних системах носіями (генераторами) полів завжди є будь-які конкретні елементи, речовини, вони піддаються і перетворенням, що, в свою чергу, можуть змінити стан поля. В зв'язку з цим можна вважати, що мінімальна (елементарна) технічна система, наведена в речовинно-польовій формі (технічний веполь), складається з двох речовин і поля. Оскільки компоненти веполь і його структура виражаються за допомогою найбільш узагальнених абстрактних понять і символів, то за допомогою їх може бути однаково записана структура багатьох, аналогічних в принципі, різноманітних технічних систем. Схожість вепольних формул є основою аналогії між ними.

Практика показує, що існує певний набір структур різноманітних елементарних технічних систем, що висловлюються вепольями і що містять технічні протиріччя, які можуть бути подолані використанням певного набору правил і стандартних структурних (вепольних) перетворень. Розглянемо їх, вводячи наступні позначки:

<b>—————</b> →	перехід від умов задачі (дане) до результату (отримане);
—————	дія або взаємодія;
————— →	дія;
→ —————	дія (взаємодія), що вимагається по умовам
.....	взаємодія;
-----	незадовільна дія, яку потрібно змінити.

$P'$  та  $P''$  - стан поля на вході і на виході (мінюються параметри, але не природа поля);

$V'$  та  $V''$  - стан речовини на вході і на виході;

$V' - V''$  і  $P$  - змінний стан і змінне поле.

Існує декілька правил перетворення речовинно-польових систем при рішенні технічних задач.

**Добудовування веполья.** Якщо за умовами дана невепольна система - один елемент (речовина або поле) або неповна вепольна система - два елемента (речовина і поле), то для рішення задачі необхідно добудувати систему до повного веполья.

Наприклад, ампули (В1) запаюють, впливаючи на них полум'ям пальника (П), але система має ваду: при невеликих порушеннях режиму або перегрівається вміст ампули, або її капіляр залишиться не запаяним. Фізичне протиріччя: термальне поле повинно впливати на ампулу, щоб запаяти капіляр, і не повинно вплинути, щоб не перегрети її вміст. Задачу вирішили, опустивши ампули в воду так, щоб над поверхнею води піднімалися тільки верхні частини капілярів (авт. Посв. № 264619).

А от запис рішення задачі в вепольній формі:

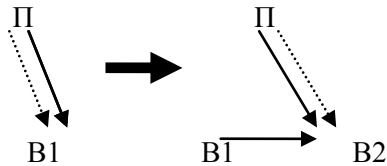


Рисунок 2.3 - Добудування веполів

Тут вода В2 добудовує веполь.

Технічна система ефективна тільки тоді, коли вона піддається управлінню. Тому добудовувати веполь треба так, щоб в ньому був хоча б один елемент, що добре управляється.

**Перехід до ферромагнітного веполья** (скорочено-феполь). Вепольні системи можна переводити в системи фепольні, тобто системи з магнітним полем (Пм) і ферромагнітною речовиною (Вф).

Дане правило виконується після реалізації правила 1, і висловлюється у наступному вигляді:



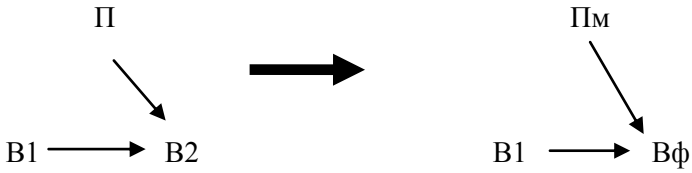


Рисунок 2.4 - Перехід до феполу

Перехід до феполу можливий і тоді, коли вже є дві взаємодіючі речовини. В цьому випадку ферромагнітні частки вводять в одну з речовин:

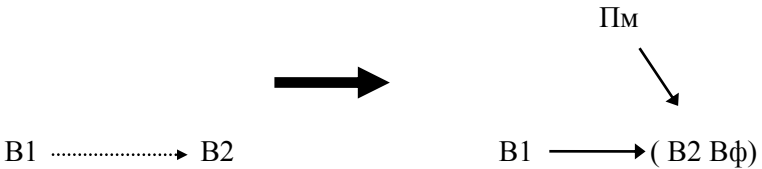


Рисунок 2.5 - Варіант переходу до феполу

Наприклад, засіб проведення каталітичних процесів в системах з рухомих каталізатором відрізняється тим, що, з метою розширення області застосування, створюють рухоме магнітне поле і застосовують каталізатор з магнітними властивостями (авт.посв. №261372).

**Руйнування веполя.** Щоб зруйнувати непотрібний або шкідливий веполь, між двома наявними речовинами (B1) і (B2) повинно бути введено третє, що є здебільшого видозмінням одного з двох даних речовин (B1 або B2):

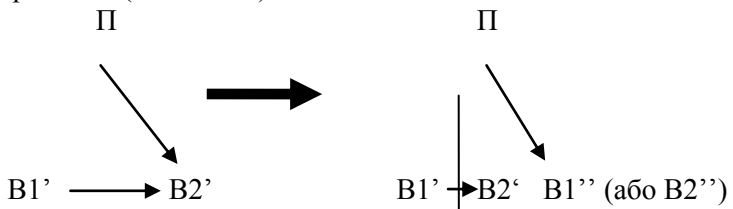


Рисунок 2.6 - Руйнування веполя

При русі на великій швидкості судів на підводних крилах, останні підлягають кавітаційній ерозії. Запропоноване на поверхні підводних крил наморозити шар льоду, видозміненої води (авт. Посв. №412062).

**Перехід до ланцюгового веполья.** Елемент (В2) вепольної системи може (має тенденцію) розвиватися в самостійний веполь:

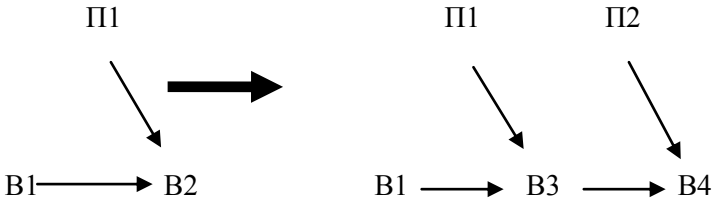


Рисунок 2.7 - Перехід до ланцюгового веполья

В свою чергу, В4 може утворювати новий веполь, що перебує з В5, В6, П3 та ін. Такі веполі називають ланцюговими. Так, об'єкт (В1) розпинають силовим впливом (П1) з допомогою клину (В2). Але його важко витягти з об'єкту. Задачу вирішили, поділивши клин на дві частини, власно клин (В3) і прокладку з легкоплавкої речовини (В4). Коли клин потрібно витягти, прокладку нагрівають (П2), вона пом'якшується, і клин витягають (авт. Посв. №428119).

**Виявлення фізичних ефектів.** Якщо дан веполь з одним полем (П1), а на виході необхідно отримати інше поле (П2), назву потрібного фізичного ефекту можна визначити, з'єднавши назва полів П1 і П2:

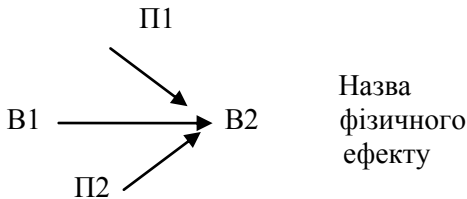


Рисунок 2.8 - Виявлення фізичних ефектів

Наприклад, дане механічне поле (П1), а на виході необхідно отримати магнітне поле (П2)-вимагається механомагнітний (магнітнопружний) ефект. Знаючи потрібний ефект, можна підібрати речовину В2, що реалізує його. Або розгорнути В2 в ланцюжний веполь і тоді його виконати В4.

Дане правило зберігає силу і в задачах на модифікацію речовини В1 (вплив на В1). В цьому випадку поле П2 повинно діяти на речовину.

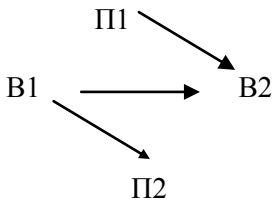


Рисунок 2.9 - Варіант рішення задачі на змінення В1

В нинішній час існують стандартні перетворення технічних систем ,виявлене декілька десятків сильних прийомів, поєднання прийомів і фізичних ефектів, що наводять до ефективних рішень .

## **2.2 Лабораторна робота № 6 Вирішення задач, що містять технічні протиріччя, за допомогою АВВЗ**

### **2.2.1 Мета роботи**

Ознайомитися з методикою АВВЗ-77, навчитися вирішувати задачі даним засобом, дати оцінку отриманому рішення, скласти звіт.

### **2.2.2 Порядок проведення роботи**

- 2.2.2.1 Отримати у викладача задачу.
- 2.2.2.2 Проаналізувати задачу та скласти її модель
- 2.2.2.3 Сформулювати ІКР
- 2.2.2.4 Сформулювати технічне протиріччя
- 2.2.2.5 Знайти варіанти вирішення задачі
- 2.2.2.6 Оцінити силу отриманого рішення.
- 2.2.2.7 Скласти звіт.

### **2.2.3 Зміст звіту**

- 2.2.3.1 Модель задачі.
- 2.2.3.2 Алгоритм вирішення задачі за допомогою АВВЗ-77.
- 2.2.3.3 Результати вирішення задачі та їхня оцінка

### **2.2.4 Контрольні питання**

- 2.2.4.1 В чому полягає методика АВВЗ?
- 2.2.4.2 Що таке ІКР?
- 2.2.4.3 Що таке технічне протиріччя?
- 2.2.4.4 Що таке фізичне протиріччя?
- 2.2.4.5 Як вирішуються фізичні протиріччя?

## **2.3 Лабораторна робота № 7 Вирішення задач, що містять технічні протиріччя, за допомогою вепольних перетворювань**

### **2.3.1 Мета роботи**

Ознайомитися з методикою вепольних перетворювань, навчитися вирішувати задачі даним засобом, дати оцінку отриманому рішенню, скласти звіт.

### **2.3.2 Порядок проведення роботи**

2.3.2.1 Отримати у викладача задачу.

2.3.2.2 Проаналізувати задачу та скласти її вепольну модель

2.3.2.3 Вирішити задачу за допомогою перетворення веполя.

При цьому користатися стандартами на перетворення веполів а також банками фізичних ефектів.

2.3.2.4 Оцінити силу отриманого рішення.

2.3.2.5 Скласти звіт.

### **2.3.3 Зміст звіту**

2.3.3.1 Модель задачі.

2.3.3.2 Схема вепольних перетворювань для даної задачі.

2.3.3.3 Результати вирішення задачі та їхня оцінка

### **2.3.4 Контрольні питання**

2.2.4.1 В чому полягає методика вепольних перетворювань?

2.2.4.2 Закони вепольних перетворювань.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Інженерні помилки: Навчальний посібник. / Г. Р. Перегрін, Л. І. Башмакова, І. Є. Поспеева, О. О. Соріна. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2007. – 289 с.
2. Одрин В. М., Карташов С. С. Морфологический анализ систем. Построение морфологических таблиц. – Киев: Наукова думка, 1977. – 148 с.
3. Одрин В. М. Метод морфологического анализа технических систем. – М.: ВНИИПИ, 1989. – 310 с.
4. Повилейко Р. П. Десятичная матрица поиска. – Рига: Знание, 1978. – 98 с.
5. Теория и практика решения изобретательских задач: Учебн. пособие / Г. Альтшуллер, Е. Шахматов, И. Фликштейн, Ю. Горелик. – Баку: АЗОИИТ, 1973. – 328 с.
6. Поиск новых идей: от озарения к технологии (Теория и практика решения изобретательских задач). / Г. С. Альтшуллер, Б. Л. Злотин, А. В. Зусман, В. И. Филатов. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989. – 380 с.
7. Альтшуллер Г. С. Формулы талантливого мышления. // Изобретатель и рационализатор. – 1977, № 12, – С. 29–31.
8. Соболев Ю. М. Конструктор и экономика: ФСА для конструктора. – Пермь: Пермское кн. изд-во, 1987. – 102 с.
9. Соболев П. А. Как научиться изобретать. – Ужгород: Карпати, 1973. – 127 с.
10. Сухотин Л. К. Превратности научных идей. – М.: Молодая гвардия, 1991. – 271 с.
11. Как стать еретиком / Сост. А. Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1996. – 218 с.
12. Голдовский Б. И., Вайнерман М. И. Рациональное творчество. – М.: Речной транспорт, 1990. – 118 с.
13. Эсаулов А. Ф. Проблемы решения задач в науке и технике. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1979. – 200 с.
14. Дерзкие формулы творчества / Сост. А. Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1987. – 127 с.