МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної, контрольної та індивідуальної роботи 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 самостійної, контрольної та індивідуальної роботи 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.: Поспєєва І.Є., Щурова Л.С. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. – 22 с.

Укладачі: Поспєєва 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 4
1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ 5
1.1 Мета вивчення дисципліни 5
1.2 Задачі вивчення дисципліни 5
1.3 Рекомендації по вивченню дисципліни 5
2 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ 6
3 ЗАВДАННЯ ДО КОНТРОЛЬНОЇ ТА ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ . 9
3.1 Загальні теоретичні відомості 9
3.2 Принцип неології 10
3.3 Принцип адаптації 11
3.4 Принцип мультиплікації 12
3.5 Принцип диференціації 13
3.6 Принцип інтеграції 14
3.7 Принцип інверсії 15
3.8 Принцип імпульсації 16
3.9 Принцип динамізації 16
3.10 Принцип аналогії 17
3.11 Принцип ідеалізації 18
3.12 Завдання до роботи 19
ЛІТЕРАТУРА 20
Додаток А. Десяткова матриця пошуку 21
Додаток Б. Варіанти завдань 22

ВСТУП

Процес створення нової техніки невідривно пов'язаний з пошуком нових рішень, процесом генерації нових ідей, що потребує від інженера-проектувальника креативного мислення.

Під час проектування постійно виникає безліч проблем. Найчастіше при цьому для їх вирішення застосовують найбільш відомий метод проб та помилок, що полягає у переборі багатьох варіантів. Але цей метод не є ефективним, оскільки потребує дуже багато часу. До того ж, він не завжди приводить до бажаного результату.

Найбільш ефективними є методики з активного пошуку шляхів інтенсифікації нових ідей, які можна підрозділити на два основних напрямки – ненаправленого (евристичного) і направленого (ТРІЗ) пошуків.

Після вивчення дисципліни "Інженерне проектування" студенти повинні

знати:

- методики пошуку нових технічних рішень;
- методики усунення технічних протиріч;
- закони розвитку технічних систем;

вміти:

- аналізувати існуючі технічні вироби з точки зору технічних протиріч;
- проектувати вироби електронної апаратури з урахуванням системного та функціонального підходів.

Курс будується на підставі розгляду діалектичного (еволюційного) розвитку техніки з урахуванням законів розвитку технічних систем та законів розвитку людського мислення. Розгляд ведеться з позиції системного підходу з приверненням елементів функціонального аналізу.

Вибір проектних рішень проводиться з врахуванням виявлення та вирішення технічних протиріч. Значна увага в курсі приділяється питанням багатокритеріальної оптимізації, творчому пошуку нових технічних рішень та підвищенню творчої активності та ефективності праці інженера. Курс базується на знаннях філософії, фізики, конструювання РЕЗ, економіки та ін.

1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

1.1 Мета вивчення дисципліни

Метою дисципліни є розвиток навиків та здатність створення та удосконалення технічних об’єктів, а також придбання майбутнім інженером проектного стилю мислення.

1.2 Задачі вивчення дисципліни

В процесі вивчення дисципліни студент повинен засвоїти особливості системного та функціонального підходів в процесі створення нової техніки, навчитися пошуку рішень проблем, що усувають технічні протиріччя.

Студент повинен вивчити психологічні особливості проектного процесу мислення, методи активізації творчого мислення, методики ненаправленого та направленого активного пошуку шляхів інтенсифікації нових ідей.

1.3 Рекомендації по вивченню дисципліни

Навчальна робота над дисципліною складається з наступних компонентів: прослуховування лекцій; виконання та захист лабораторних робіт; виконання індивідуальних завдань, самостійне вивчення матеріалу за літературою, що рекомендується.

Вивчання курсу завершується складанням заліку за умови успішного виконання усіх складових курсу.

Самостійне вивчення матеріалу слід проводити згідно з питаннями до самостійної роботи, що наведені у розділі 2, дотримуючись наступного порядку:

- ознайомлення з темою, що підлягає вивченню за програмою, та добір літератури зі списка, що рекомендується;
- вивчення матеріалу за рекомендованою літературою з конспектуванням основних положень теми;
- рішення задач контрольного завдання які відносяться до теми, що вивчається.

Студенти денної форми навчання виконують індивідуальне завдання. Студенти заочної форми навчання виконують контрольну роботу.

2 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Особливості творчої діяльності людини. Стратегії проектування.
2. Специфіка інженерної праці. Відміна діяльності інженера від діяльності вченого та робітника?
3. Основні фактори, що стримують творчість.
4. Якими принципами керується конструктор при традиційному (класичному) проектуванні?
5. Які причини відмови від традиційного проектування та переходу до системного проектування?
6. У чому відміна системного проектування від традиційного?
7. Суттєвість системного підходу
8. Структура системи. Ієрархія системи.
9. Суть та труднощі системного мислення.
10. Еволюція техніки.
11. Тенденції та закономірності розвитку техніки з точки зору філософії
12. Тенденції та закономірності розвитку техніки з точки зору представників техніки
13. Принципи О.І. Половінкіна
14. Закони розвитку ТС за Г.С. Альтшуллером
15. Психологія творчості. Методи активізації творчості.
16. Мозоковий штурм
17. Чим відрізняється мозковий штурм від неорганізованого групового способу вирішення проблеми?
18. Відміна “синектики” від мозкового штурму. Які види аналогій використовуються у методі “синектики”? Як у “синектиці” відбувається уточнення вихідної задачі та її рішення?
19. Проаналізуйте структуру процеса отримання нової ідеї у методі “синектики”.
20. Призначення методу “контрольних питань”.
21. Що таке “технічне протиріччя”? Знаходження нових рішень за допомогою таблиці “Прийоми усунення технічних протиріч”.
22. Відміна АВВЗ від інших методів знаходження нових рішень.

23. Що таке “фізичне протиріччя”? Відміна понять “технічне протиріччя” та “фізичне протиріччя”. Засоби усунення фізичного протиріччя?
24. Що таке “ідеальний кінцевий результат” (ІКР)? Правила формулювання ІКР.
25. Перядок переходу у АВВЗ від проблемної ситуації до задачі.
26. Вирішення винахідницьких задач за допомогою метода маленьких чоловічків (ММЧ).
27. Область застосування диверсійного метода.
28. Опишіть процедуру перетворення дослідної задачі у винахідницьку.
29. Послідовність вирішення винахідницьких задач..
30. Опишіть процедуру знаходження нових ідей з допомогою десяткової матриці пошуку.
31. В чому полягає принцип **неології**?
32. Наведіть приклади застосування прийому **неології** за усіма групами показників для заданого ТО за вказівкою викладача.
33. В чому полягає принцип **адаптації**?
34. Наведіть приклади застосування прийому **адаптації** за усіма групами показників для заданого ТО за вказівкою викладача.
35. В чому полягає принцип **мультиплікації**?
36. Наведіть приклади застосування прийому **мультиплікації** за усіма групами показників для заданого ТО за вказівкою викладача.
37. В чому полягає принцип **диференціації**?
38. Наведіть приклади застосування прийому **диференціації** за усіма групами показників для заданого ТО за вказівкою викладача.
39. В чому полягає принцип **інтеграції**?
40. Наведіть приклади застосування прийому **інтеграції** за усіма групами показників для заданого ТО за вказівкою викладача.
41. В чому полягає принцип **інверсії**?
42. Наведіть приклади застосування прийому **інверсії** за усіма групами показників для заданого ТО за вказівкою викладача.
43. В чому полягає принцип **імпульсації**?
44. Наведіть приклади застосування прийому **імпульсації** за усіма групами показників для заданого ТО за вказівкою викладача.
45. В чому полягає принцип **динамізації**?

46. Наведіть приклади застосування прийому **динамізації** за усіма групами показників для заданого ТО за вказівкою викладача.
47. В чому полягає принцип **аналогії**?
48. Наведіть приклади застосування прийому **аналогії** за усіма групами показників для заданого ТО за вказівкою викладача.
49. В чому полягає принцип **ідеалізації**?
50. Наведіть приклади застосування прийому **ідеалізації** за усіма групами показників для заданого ТО за вказівкою викладача.
51. Що таке ідеальний об'єкт?

Під час підготовки слід користатися [1, стор. 11-14, 39-54, 55-102, 105-115, 191-208, 6, стор. 22-76].

3 ЗАВДАННЯ ДО КОНТРОЛЬНОЇ ТА ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ

Студенти денної форми навчання в процесі самостійного вивчення дисципліни виконують індивідуальну роботу.

Студенти заочної форми навчання в процесі самостійного вивчення дисципліни виконують контрольну роботу.

Тема роботи - **"Застосування десяткової матриці пошуку (ДМП) для модифікації та удосконалення технічнго об'єкту".**

При виконанні індивідуальної та контрольної роботи рекомендується користуватися конспектом лекцій з дисципліни, методичними вказівками до лабораторних робіт, а також вказаною літературою. Крім того, допускається користуватися буль-якою доступною навчальною і технічною літературою.

3.1 Загальні теоретичні відомості

Процес винахідництва сугубо індивідуальний, однак його можна алгоритмізувати, виділити якісь загальні закономірності. Для рішення конструкторсько-винахідницьких задач можна використовувати ряд прийомів-евристик (Пр). При їх використанні змінюються показники технічних об’єктів (Пк). Це дозволяє сформулювати евристичне поле пошуку, тобто Пр - Пк (матриця пошуку).

Весь масив прийомів зведений до 10 основних принципів: неологія (перенос), адаптація, мультиплікація, диференціація, інверсія, інтеграція, імпульсація, динамізація, аналогія та ідеалізація. Це дає можливість побудувати особливу десяткову систему класифікації конструкторсько-винахідницьких задач у вигляді набору матричних таблиць, у рядках яких записані характеристики об'єкта, що змінюються (Пк), а в стовпцях - основні прийоми їхньої зміни (Пр). Ці таблиці мають назву десяткових матриць пошуку (ДМП). Кожній з 100 (10х10) комірок ДМП привласнений подвійний індекс, перша цифра якого характеризує групу показників Пк, а друга - групу прийомів Пр.

При синтезі ДМП використовується поняття системи. Та ж сама конструкція у залежності від задачі може розглядатися і як система в цілому, і як безліч систем, що зв'язані різними відносинами.

Це поняття можна звузити до окремої деталі конструкції і розширити до такого ступеня, що будь-який компонент середовища, раніше зовнішнього до системи, стає її елементом. Тому та ж сама конструкція може ілюструвати одночасно різні прийоми, методи, принципи вирішення технічних протиріч. Рішення задачі припускає послідовний перебір ряду родинних систем, які розширюються або звужуються. Таким чином, конструкторсько-винахідницький пошук - це пульсація системи в ДМП.

Технічні протиріччя виникають як між однорідними показниками усередині деякої групи, так і між групами показників, причому в одному «протиріччі» можуть зіштовхуватися два, три і більш показників. Вирішення такого протиріччя може поліпшити один показник за рахунок іншого чи інших, але може поліпшуватися і група показників. Показники і зміни цих показників реальні, об'єктивні, а прийоми їхнього поліпшення суб'єктивні, і, по суті своїй, відбивають роботу людського мозку. Звичайно, однакове рішення може бути прийняте і пояснене різними прийомами.

Можна проводити розбір матриці по всіх її комірках без прив'язки до якогось одного виробу. Це дозволяє підібрати цікаві приклади, що відповідають ідеям, закладеним в комірках матриці. В такому випадку результат носить загальнотехнічний характер.

Якщо ж звузити задачу до окремої конструкції, то одержимо ДМП галузеву чи предметну.

Форма ДМП наведена у додатку А.

3.2 Принцип неології

Принцип **неології** (від латинського - «знання нового», «новизна») - це використання процесів, конструкцій, форм, матеріалів, їхніх властивостей та ін., нових для даної галузі чи техніки взагалі. Передбачається, що вже десь поза даною галуззю запланована технічна система створена, успішно використовується (можливо, для зовсім інших цілей) і треба тільки її розшукати і вжити в даних умовах, не змінюючи її та не пристосовуючи. Принцип вимагає широкої інженерної культури, ерудиції, інформованності. У ряді галузей техніки до 80% конструкторських розробок з нової техніки неможливо патентувати, тому що предмет цих розробок був кимсь,

колись створений. Цей принцип дає високий економічний ефект.

Перенос технічної системи в нову область використання, як правило, зміщує чи змінює закладені в конструкцію функції. В одних випадках вихідна система виявляється цілком функціонально й економічно придатною до нових умов роботи, в інших - лише частково.

Напрямки використання **неології** для різних показників:

1.1 Запозичення, копіювання, збереження далеких до нової функції форм.

2.1 Використання нових матеріалів і їхніх властивостей.

3.1 Використання нових видів енергії в традиційних цілях та старих джерел енергії по-новому.

4.1 Заміна механічних систем електричними, оптичними, акустичними, пневматичними, упровадження програмного керування.

5.1, 6.1, 7.1, 8.1 Використання у цікавлячій області передового вітчизняного і закордонного досвіду.

9.1 Використання на виробництві в нових функціональних цілях для підвищення продуктивності праці старих, відомих факторів - музики, кольору.

10.1 Використання нових форм, кольорів, пропорцій та ін.

3.3 Принцип адаптації

Принцип **адаптації** (від латинського - «приладжування») - пристосування проектувальником відомих процесів, конструкцій, форм, матеріалів і їхніх властивостей для конкретних умов. Вихідна система, залишаючись у цілому колишньою, лише злегка видозмінюється, кількісні характеристики змінюються не більш ніж удвічі.

Напрямки використання **адаптації** для різних показників:

1.2 Зміна геометричних розмірів системи для пристосування до нових умов.

2.2 Зміна фізико – механічних характеристик .

3.2 Пристосування системи до нових джерел енергії.

4.2 Пристосування конструкції системи до заданих умов експлуатації або виробництва.

5.2 Захист від зовнішніх впливів для підвищення надійності.

6.2 Урахування умов експлуатації.
7.2 Пристосування системи до нових економічних умов.
8.2 Використання нових стандартів.
9.2, 10.2 Урахування ергономічних та естетичних вимог.

3.4 Принцип мультиплікаціїї

Принцип **мультиплікації** (від латинського - «множення») полягає в множенні функцій і деталей системи, причому помножені системи залишаються подібними одна одній, однотипними. До мультиплікації відносяться не тільки прийоми, зв'язані зі збільшенням характеристик (гіперболізація), але і з їх зменшенням (мініатюризація); у будь-якому випадку мультиплікація характеризує зміну параметрів систем у 2 рази і більше.

Напрямки використання **мультиплікації** для різних показників:

1.3 Дублювання, багаторазове збільшення чи зменшення розмірів, перетинів, площ, що займає конструкція, множення деталей конструкції (перфоровані, гофровані, ребристі конструкції, рівнобіжне і послідовне з'єднання елементів, розмірні ланцюги), пропорційна зміна її форм за принципом подоби, збільшення розмірів виконавчих робочих органів (особливо для об'ємних способів обробки), їхнє повторення (багатошарові, багатоступінчасті, багатоповерхові конструкції).

2.3 Збільшення міцності системи за рахунок збільшення її маси

3.3 Нарощування енергії, потужності впливу процесу.

4.3 Збільшення числа робочих органів, робочих позицій, кількості одночасно оброблюваних деталей, повторення однотипних технологічних операцій.

5.3 Дублювання, резервування.

6.3 Збільшення кількості експлуатаційних показників, або їх значень.

7.3 Збільшення економічної ефективності, продуктивності праці.

8.3 Агрегатування й уніфікація. Створення розмірно-подібних параметричних рядів конструкцій, різних за функціональним призначенням систем з однакових уніфікованих елементів,

використання стандартних трафаретів, модульне проектування.

9.3 Багатоверстатне обслуговування в металообробному і ткацькому виробництвах, упровадження зручних уніфікованих робочих меблів, ергономічні стандарти.

10.3 Модульна обробка форм, їхнє ритмічне членування, введення елементів симетрії.

3.5 Принцип диференціації

Принцип **диференціації** (від латинського - «розходження») - розподіл функцій і елементів системи, послаблення функціональних зв'язків між елементами, підвищення ступеню їхньої волі, рознесення етапів виробництва, конструкцій і робочих процесів в просторі і в часі.

Напрямки використання **диференціації** для різних показників:

1.4 Додавання форми різними прийомами, наприклад, відмовленням від замкнених об'ємних форм і перехід до відкритих, розподіл системи на об'ємну і необ'ємну частини та винесення однієї з частин за межі обмежуючої зони (дистанційне управління).

2.4 Розподіл системи на «важку» і «легку» частини; нерівноміцні елементи у системі, «місцева якість» (армування пластмас); розподіл технологічного процесу на ряд ступеней та ін.

3.4 Розподіл потоку, який рухається, на два чи кілька потоків (енергії, води, інформації та ін.).

4.4 Розподіл системи на частині, з'єднані гнучкими зв'язками, на частині для того, щоб наблизити кожний з розділених елементів до робочого місця; застосування «розгорнутих» кінематичних і силових схем, які забезпечують максимальну видимість і приступність елементів системи; розтягування системи, видалення друг від друга її елементів, ускладнення систем.

5.4 Підвищення надійності і довговічності системи розподілом її на елементи.

6.4 Розчленовування функцій і потреб, забезпечення їх відповідними знаряддями праці.

7.4 Спеціалізація ручного інструмента, технологічного устаткування робочих місць, ділянок, цехів і підприємств у цілому.

8.4 Використання методів секціонування й агрегатування.

9.4 Відділення заважаючої частини, заважаючої властивості, локалізації «шкідливого» елемента системи.

10.4 Асиметрія.

3.6 Принцип інтеграції

Принцип **інтеграції** (від латинського - «цільний») полягає в об'єднанні, сполученні, скороченні і спрощенні функцій і форм елементів і системи в цілому, зближенні елементів виробництва, конструкції і робочих процесів в просторі і в часі. Принцип інтеграції може бути протиставлений принципу диференціації, але вони мають багато загального. Наприклад, екранування, ізоляція, локалізація частини системи відносяться до диференціації. Ті ж прийоми віднесені до системи в цілому, характеризують вже принцип інтеграції.

Форми інтеграції різні - від найпростішого механічного з'єднання, сплетення, скріплення, змішування до вищих форм зрощення, симбіозу технічних систем з живими організмами. Система може поєднувати 2, 3, 4 і більш вихідних елементів у різних комбінаціях - старе зі старим, старе з новим, нове з новим.

Напрямки використання **інтеграції** для різних показників:

1.5 Перехід до спрощених, компактних форм: механізми укладаються в закритих корпусах, один об'єкт усередині іншого та ін.

2.5 Сполучення елементів, процесів, зв'язане зі спрощенням, виключенням ряду проміжних операцій.

3.5 Уведення загального привода; створення єдиного енергетичного джерела замість численних незалежних; локальна концентрація енергії і сил.

4.5 Зближення вилучених елементів системи; жорстке з’єднання в компактне ціле; застосування раціональних, укорочених, згорнутих кінематичних і силових схем, спрощення складних багатоелементних схем і систем, з'єднання пристроїв, які здійснюють змішані операції, включення однієї системи в іншу (дизель-генератор); створення багатофункціональних схем, які трансформуються; розширення чи об'єднання функцій та ін.

5.5 Підвищення надійності, працездатності, довговічності створенням монолітних систем.

6.5 Універсальність обладнання, оснащення.

7.5 Типова технологія і групова обробка деталей.

8.5 Прийоми агрегатування при проектуванні технологічного устаткування, які використовують тільки стандартизовані і

нормалізовані елементи.

9.5 Створення єдиної системи керування, єдиних обчислювальних центрів.

10.5 Суміщення різних стилей.

3.7 Принцип інверсії

Принцип **інверсії** (від латинського - «перекидання», «перевертання», «пересув») полягає у обертанні функції, форми і розташування елементів і системи в цілому. Принцип цей важкий у використанні, він жадає від виконавця неабиякої творчої дотепності, але дуже ефективний за результатами.

Напрямки використання **інверсії** для різних показників:

1.6 Звертання, «вивертання» форми навиворіт, відмовлення від традиційної форми (некруглі вали).

2.6 Відмовлення від необхідної твердості і жорсткості (гнучкий тонкий вал парової турбіни замість стовщеного), перетворення одних фізичних величин в інші (телефон, радіо, електровимірювальна апаратура), виконання конструкцій прозорими та ін.

3.6 Поглинання енергії.

4.6 Зміна принципів дії конструкції (рухомі елементи конструкції виявляються нерухомими, і навпаки, наприклад, аеродинамічна труба, де рухається не літак, а повітря)

5.6 Створення дешевих разових об'єктів.

6.6 Відмовлення від високої точності роботи машини і стабільності її параметрів, зміна напряму руху на протилежний; звертання шкоди на користь (використання шкідливих факторів, відходів речовини й енергії для одержання додаткового ефекту), зворотний зв'язок.

8.6 Повне відмовлення від використання стандартних елементів у конструкції.

9.6 Застосування свідомо незручного інструмента, використання прийому «клин клином» (усунення шкідливого фактора за рахунок додавання іншого - глушіння шуму шумом, зрушеним по фазі), посилення шкідливого фактора до такого ступеня, щоб він перестав бути шкідливим.

10.6 Свідомо нефункціональні, підкреслено потворні рішення

– гротеск, різні види імітацій (пластмаси під коштовні породи дерева), різні «страшні» іграшки й атракціони.

3.8 Принцип імпульсації

Принцип **імпульсації** (від латинського - «поштовх», «спонукання до чого-небудь», «прагнення», «порушення») охоплює групу конструкторсько-винахідницьких методів та прийомів, пов'язаних з переривчастістю процесів, які протікають. Імпульс може повторюватися періодично, аперіодично, але може бути й одиничним.

Напрямки використання **імпульсації** для різних показників:

1.7 Тимчасова втрата форми, об’єму (надувні об’єкти).

2.7 Імпульсні зміни ваги, зусилля й інших характеристик матеріалів (торгові автомати, закріплення деталей при шліфуванні за допомогою електромагнітів).

3.7 Накопичення енергії з наступним її використанням.

4.7 Імпульсні зміни конструктивних характеристик (підйом і опускання кузовів у вантажівках-самоскидах, скинення відпрацьованих ступіней ракети).

5.7 Використання амортизаторів, буферних пристроїв, гідродемпфування коливань.

6.7 Дія бумеранга, різні види зворотно-поступальних рухів.

7.7 Різко зростаючий попит на різні вироби під впливом широко відомих подій (перша людина в космосі та на Місяці та ін.).

8.7 Єдині умовні одиниці часу: хвилина, година, день, декада, місяць, квартал, рік, сторіччя, ера.

9.7 Врахування людського фактора не увесь час, а періодами, коли людина працює з системою.

10.7 Врахування вимог моди.

3.9 Принцип динамізації

Принцип **динамізації** припускає, що характеристики, параметри всієї системи чи її елементів повинні бути змінними й оптимальними на кожному етапі процесу. Зміни повинні відбуватися постійно, плавно і не бути східчастими чи фіксованими в часі.

Напрямки використання **динамізації** для різних показників:

1.8 Зміна довжини, висоти, площі, об’єму, пропорцій, форми,

обумовлена ростом системи чи її розчиненням.

2.8 Плавна зміна ваги, агрегатного стану, температури, кольору основного матеріалу і покриття при зміні навколишніх умов.

3.8 Регулювання потужності електроенергії, подаваної в залежності від потреб споживача.

4.8 Системи, працездатні і стійкі тільки в русі (гіроскопи, велосипеди).

5.8 Відпочиваючі системи, системи, які засинають.

6.8 Методи і прийоми «безперервності корисної дії», які вимагають, щоб робота велася безупинно і всі елементи системи знаходилися увесь час під повним навантаженням.

7.8 Застосування курсу плаваючої грошової одиниці.

8.8 Постійно випереджальна, так називана динамічна стандартизація.

9.8 Безупинний контроль, який стежить, за роботою системи (автопілоти).

10.8 Різні види комплексного динамічного мистецтва на виробництві з використанням кольору, світла, музики, запахів, мікроклімату.

3.10 Принцип аналогії

Принцип **аналогії** (від грецького - «відповідність») реалізується відшуканням і використанням подібності, подоби систем (предметів і явищ), у цілому різних. Найбільше відомі різновиди» принципу-технологія, біоаналогія та аналогія образна.

Технологія об'єднує різні галузі техніки -рішення переносяться з однієї сфери в іншу. До технології відноситься метод модернізації, який складається з ряду прийомів, таких як, зокрема, макетування і копіювання (замість недоступної, складної, дорогої, незручної чи тендітної системи використовуються її спрощені і дешеві копії, моделі, зображення, наприклад, оптичні копії); широко відомо аналогове моделювання.

Тріумфом біоаналогії став девіз 1-го симпозіуму з біоніки (вересень 1960 р., Дайтон, США): «Живі прототипи - ключ до нової техніки». До біоаналогії можуть бути віднесені прийоми антропоморфізації (подоба людині в цілому чи його частини, наприклад, руці - ковшовий екскаватор), мімікрії (маскувальні

прийоми), регенерації, протезування.

Образна аналогія припускає у своїй основі образно-художнє мислення і широку науково-технічну ерудицію.

Напрямки використання **аналогії** для різних показників:

1.9 – 6.9 Технічні рішення, що використовують рішення природні (вибір форми за аналогією з формою існуючих систем чи живих організмів – годинник Кулібіна у формі яйця, використання матеріалів з фізичними властивостями, аналогічними живим формам, використання піднімальної сили повітря - сучасні крила планерів, стопоход - коник П. Л. Чебишева, стрибохід В.Турика, вежі з металоконструкцій, які повторюють структуру волокон гомілкової кістки, самозагострювальні багатошарові різці за аналогією з пазурами кішки, у яких твердість шарів зростає з глибиною, покриття корпусів підвідних човнів, аналогічне структурі шкіри дельфіна).

7.9 Приблизні економічні розрахунки за аналогією.

8.9 Стільникові зварені конструкції.

9.9 Строкаті комбінезони десантників, маскувальне фарбування військових об'єктів.

10.9 Використання в художньо-констукторських цілях форм живої природи - біоконструювання, біодизайн, біоархітектура.

3.11 Принцип ідеалізації

Принцип **ідеалізації** - це представлення ідеального рішення, від якого варто відштовхуватися. Відмовлення від абсолютно повного рішення задачі для даної системи робить її рішення менш важким - глобус у виді легко виконуваного 20-гранника, що до того ж може бути розгорнуть у плоску географічну карту.

Напрямки використання **ідеалізації** для різних показників:

1.10 Нескінченно велике збільшення (чи ж узагалі «зникнення») довжини, ширини, площі, обсягу, форми.

2.10 Виключення окремих характеристик матеріалу, наприклад, маси (компенсація з'єднанням з іншими системами, які володіють піднімальною силою, - протягання троса через протоку повітряними кулями), самопідтримка системи аеродинамічними, гідродинамічними і тому подібними силами Для зменшення ваги систем, які працюють разом з даною, можна передати їх функції останній. Але ідеальне рішення може вимагати і нескінченно великої маси; для легкої системи

цього можна домогтися застосуванням електромагнітного поля.

3.10 «Вічний» двигун.

4.10 В ідеальних машинах маса, об’єм, площа об'єкта, з якими вона працює, збігаються чи майже збігаються з масою, об’ємом і площею самої машини. Машина, що працює, але яка не існує, отже, і не вимагає ніякого обслуговування, в ідеалі повинна обслуговувати сама себе (повна автоматизація, авторегулювання).

5.10 Надійність, довговічність, експлуатаційні характеристики ідеальної машини нескінченно високі чи ж нескінченно низькі (нескінченно висока крихкість конструкції - пожежні вікна).

7.10 Вартість ідеальної машини дорівнює нулю.

8.10, 9.10, 10.10 припускають відповідно загальну стандартизацію технічних систем, граничну їхню пристосованість до людини по всьому комплексі вимог і тотальний дизайн у вищих формах прояву.

3.12 Завдання до роботи

3.12.1 Отримати у викладача технічний об’єкт згідно з варіантом (додаток Б).

3.12.2 Визначити призначення, принцип дії заданого об’єкта.

3.12.3 Виявити вимоги до заданого об’єкта.

3.12.4 Виявити основні переваги та недоліки існуючих об’єктів.

3.12.5 Отримати варіанти мофіцікації об'єкта за допомогою ДМП, застосувавши до нього усі прийоми за кількома показниками.

Примітка. Студенти денної форми навчання у рамках індивідуальної роботи повинні розглянути по три будь-які показники для кожного прийому. Студенти заочної форми навчання у рамках контрльної роботи повинні розглянути по будь-якому одному показнику для кожного прийому.

3.12.6 Скласти вимоги до ідеального об’єкта.

3.12.7 Дати коротку характеристику ідеального об’єкта.

При виконанні задання звернутися до [6].

ЛІТЕРАТУРА

1. Інженерні помилки: Навчальний посібник. / Г. Р. Перегрін, Л. І. Башмакова, І. Є. Поспеєва, О. О. Соріна. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2007. – 289 с.

2. Конспект лекцій 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.: Поспеєва І.Є., Шило Г.М. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. – 90 с.

3. 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.: Поспеєва І.Є., Щурова Л.С. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. – 38 с.

4. Одрин В. М., Карташов С. С. Морфологичнский анализ систем. Построение морфологических таблиц. – Киев: Наукова думка, 1977. – 148 с.

5. Одрин В. М. Метод морфологического анализа технических систем. – М.: ВНИИПИ, 1989. – 310 с.

6. Повилейко Р. П. Десятичная матрица поиска. – Рига: Знание, 1978. – 98 с.

7. Теория и практика решения изобретательских задач: Учебн. пособие / Г. Альтшуллер, Е. Шахматов, И. Фликштейн, Ю. Горелик. – Баку: АЗОИИТ, 1973. – 328 с.

8. 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.

9. Альтшуллер Г. С. Формулы талантливого мышления. // Изобретатель и рационализатор. – 1977, № 12, – С. 29–31.

Додаток А. Десяткова матриця пошуку

Прийоми → / Групи показників ↓	Неологія	Адаптація	Мультиплікація	Диференціація	Інтеграція	Інверсія	Імпульсація	Динамізація	Аналогія	Ідеалізація
Геометричні										
Фізико – механічні										
Енергетичні										
Конструкційно - технологічні										
Надійності та довговічності										
Експлуатаційні										
Економічні										
Ступеню стандартизації та уніфікації										
Зручності обслуговування та безпеки										
Художньо-конструкторські										

Додаток Б. Варіанти завдань

Варіант	Об’єкт
1	Комп’ютер
2	Телевізор
3	Музичний центр
4	Автомобіль
5	Велосипед
6	Пральна машина
7	Кухоний комбайн
8	Годинник
9	Ручка
10	Калькулятор
11	Стол
12	Стул
13	Сумка
14	Парасолька
15	Друкарський апарат
16	Верхній одяг
17	Взуття
18	Радіоприймач
19	Окуляри
20	Холодильник
21	Піч
22	Магазин
23	Кінотеатр
24	Лампа
25	Стадіон