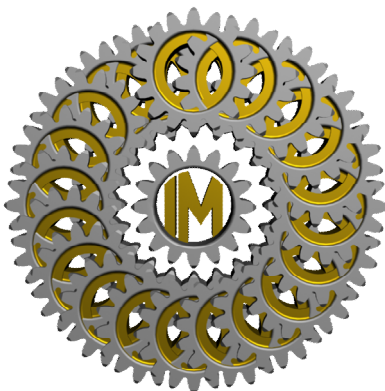


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
КРАСНОАРМІЙСЬКИЙ ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ
ДЕРЖАВНОГО ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
з дисципліни
«ОСНОВИ ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ»**

(для студентів усіх форм навчання напрямку підготовки
6.050502 «Інженерна механіка»)



КРАСНОАРМІЙСЬК – 2012

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
КРАСНОАРМІЙСЬКИЙ ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ
ДЕРЖАВНОГО ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ з дисципліни «ОСНОВИ ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ»

(для студентів усіх форм навчання напрямку підготовки
6.050502 «Інженерна механіка»)

Розглянуто на засіданні кафедри
інженерної механіки
Протокол № 6 від 01.02.2012 р.

Затверджено навчально-видавничою
радою Дон НТУ
Протокол №1 від 28.02.12 р.

КРАСНОАРМІЙСЬК – 2012

УДК 658.512.2 (075.8)

Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з дисципліни «Основи технічної творчості» (для студентів напрямку підготовки 6.050502 «Інженерна механіка»). / Укладачі: Вірич С.О., Бабенко М.О., Горячева Т.В., Лаппо І.М. – Красноармійськ, Видавництво Красноармійського індустріального інституту, 2012. – 52 с.

Надані методичні вказівки складені відповідно до діючої програми курсу з дисципліни «Основи технічної творчості» та містять навчально-методичні рекомендації до самостійної роботи, а саме: засвоєння теоретичного матеріалу, виконання контрольної роботи та підготовки до контрольних заходів. Основна змістова частина складається з основних тезисів теоретичного матеріалу курсу дисципліни, контрольних питань, методичних вказівок до виконання контрольної роботи.

Укладачі:

С.О.Вірич, к.т.н., доц.

М.О. Бабенко, ас.

Т.В. Горячева, ст. викл.

І.М.Лаппо, ас.

Відповідальний за випуск

С.О.Вірич, к.т.н., доц.

@ С.О.Вірич, М.О. Бабенко, Т.В. Горячева, І.М.Лаппо
Красноармійськ, КП ДонНТУ, 2012

ЗМІСТ

	ВСТУП.....	7
1	МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИВЧЕННЯ ТЕОРЕТИЧНОГО МАТЕРІАЛУ.....	8
1.1	Технічна творчість, її роль у розвитку людства. Поняття про науку, її сутність, цілі та функції. Виникнення науки та її еволюція.....	8
1.2	Діалектика технічних систем (ТС). Ієрархія опису технічних систем (ТС).....	9
1.3	Критерії розвитку ТС. Функціональні критерії розвитку ТС. Технологічні критерії розвитку ТС. Економічні критерії розвитку ТС. Антропологічні критерії розвитку ТС.....	11
1.4	Модель ТО. Моделювання. Класифікація видів та методів моделювання.....	13
1.5	Закони створення та розвитку техніки. Закони техніки в інженерній творчості. Закон прогресивної еволюції техніки. Методологія системного обрання оптимальних конструкторсько-технологічних рішень. Закон відповідності між функцією та структурою. Закон стадійного розвитку техніки.....	16
1.6	Конструктивна еволюція ТО. Методика опису конструктивної революції та аналізу технічних об'єктів.....	18
1.7	Основні стадії творчого процесу. Стадія задуму. Стадія пошуку. Стадія реалізації.....	20
1.8	Гіпотеза та її роль у науковому дослідженні. Гіпотеза як форма наукового пізнання. Логічна структура гіпотези. Ймовірнісний характер гіпотези. Загальна схема перевірки гіпотез.....	22
1.9	Психологічні особливості науково-технічної творчості. Роль колективу та особистості у науково-технічній творчості.....	24
1.10	Методи пошуку рішення творчих інженерних задач. Історичні аспекти розвитку методик технічної творчості. Класифікація методів.....	26
1.11	Евристичні (інтуїтивні, ірраціональні) методи генерації нових ідей. Методи евристичної аналогії. Метод евристичної інверсії. Метод евристичного комплексу. Евристичне комбінування. Евристичне розчленування та редукція.....	28
1.12	Метод мозкової атаки. Використання можливостей підсвідомості. Метод прямої мозкової атаки. Метод зворотної мозкової атаки. Комбіноване використання методів мозкової атаки. Синектика.....	30
1.13	Асоціативні методи пошуку технічних рішень. Метод контрольних питань.....	32
1.14	Рациональні методи рішення творчих технічних задач. Морфологічний аналіз систем. Метод поелементного аналізу. Функціонально-вартісний аналіз.....	34
1.15	Прийоми технічної творчості, їх застосування. Принцип дроблення.....	36

	Застосування типових прийомів подолання технічних суперечностей.	
	Застосування основних принципів перетворення технічних об'єктів....	
1.16	Основи теорії рішення винахідницьких задач. Основні етапи раціонального творчого процесу.....	38
1.17	Інформаційне забезпечення технічної творчості. Види та джерела наукової інформації. Пошук та накопичення наукової інформації. Оцінювання інформації.....	40
2	2. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ.....	44
2.1	Загальні положення.....	44
2.2	Обрання варіанту завдання.....	44
2.3	Правила оформлення та строки здачі контрольної роботи.....	44
2.4	Зміст ОСНОВНОЇ ЧАСТИНИ контрольної роботи.....	45
	ПЕРЕЛІК ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ.....	48
	Додатки.....	49

ВСТУП

Винахідливість – один із основних показників професійності інженера. Нездарма первинне значення слова «інженер» означає винахідник. Щодня перед сучасними інженерами стоять чисельні технічні задачі, які вимагають творчого підходу для їх вирішення. У зв'язку з цим актуальним постає питання про підвищення продуктивності розумової, творчої праці.

Сьогодні диктує сучасним інженерам нові задачі, пов'язані з освоєнням різноманітних аналітичних інструментів для полегшення та прискорення вирішення творчих завдань.

Ринкова економіка висуває вимогу захисту результатів творчої інтелектуальної праці. Це дає можливість не лише добитися збільшення прибутковості роботи організації в ринкових умовах, але і підвищити її конкурентоспроможність. Окрім цього, освоєння методів науково-технічної творчості та умінь забезпечити їх патентно-правовий захист збільшує конкурентоспроможність самого інженера на ринку праці.

Підвищення рівня підготовки фахівців вимагає творчого підходу до оволодіння знаннями, участі в справжньому науковому дослідженні. Творчість - це діяльність суб'єкта з постановкою або вибором завдання, пошуком умов і способу її рішення і створенням нового. Вона підрозділяється на технічну, науково-технічну і наукову. Серйозна творча робота формує потрібні якості майбутніх фахівців, розкриває нові шляхи в науці. Наука - це динамічна система об'єктивно істинних знань, які отримані спеціальною діяльністю людей і перетворюються на безпосередню продуктивну силу суспільства. Мета науки полягає в пізнанні законів розвитку природи і суспільства, в правильній дії на природу на основі використання знань для отримання корисних суспільству результатів. Необхідність творчого підходу в системі освіти примушує науку розвиватися швидшими темпами, ніж будь-яку іншу галузь діяльності. Творчий підхід безпосередньо позначається на розвитку вищої школи. Він висуває нові збільшені вимоги до знань студентів, їх творчого розвитку, умінь знаходити найбільш раціональні конструкції, технологічні рішення. Створення у вищій школі творчої атмосфери дозволяє готувати фахівців на рівні сучасних вимог.

Дані методичні вказівки до самостійної роботи студента з курсу дисципліни «Основи технічної творчості» призначені для ознайомлення з тематикою курсу, основними поняттями та визначеннями. У даному методичному посібнику містяться також завдання та пояснення до виконання контрольної роботи, наводяться основні питання для підготовки до підсумкового контролю.

1. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИВЧЕННЯ ТЕОРЕТИЧНО-ГО МАТЕРІАЛУ

Теоретичний матеріал курсу складається з 17 тем, назва, зміст, основні тези до яких наведені нижче. До короткого опису кожної теми додаються рекомендовані літературні джерела. З метою покращення засвоєння теоретичного матеріалу пропонується перелік питань для самоперевірки.

1.1 Технічна творчість, її роль у розвитку людства. Поняття про науку, її сутність, цілі та функції. Виникнення науки та її еволюція.

Творчість – це один із проявів людської свідомості, направлений на створення нових моральних та матеріальних цінностей. В це поняття входить все: бажання реалізувати свій дар, бажання відгукнутися на вимоги оточуючого суспільства, задоволення своєї цікавості у пізнанні навколишнього середовища і себе тощо. Від ремесла творчість відрізняється новизною. Ремісник весь час іде протоптаним шляхом, творець обирає новий шлях але може і не оволодіти усіма секретами та навиками свого ремесла. Однак обидва можуть створювати шедеври.

Основні чинники, від яких залежить творчість та ефективність наукових досліджень: глибокі знання; систематична самовіддана праця; фантазія; абсолютне володіння предметом; уміння працювати самостійно. Результатом процесу технічної творчості є винахід. Процес винахідництва є супутником прояву творчості. Винахідництво – це процес створення чогось нового, невідомого у будь-якій галузі людської діяльності. Винахід – матеріалізований результат винахідництва.

Складність науки обумовила різноманіття визначень її предмету. Вихідною основою розуміння науки є сама наукова діяльність, наукова творчість, а також вивчення загальних та специфічних законів природи і суспільства. Безпосередня мета науки – отримання нових знань і використання їх у практичному освоєнні світу. Мету науки можна сформулювати як теоретичне віддзеркалення дійсності. Функції науки – призначення, роль наукового пізнання. Виділяють описову, прогностичну, проєктивно-конструкторську (технологічну) та інші функції. Предмет науки – різноманітні форми рухомої матерії, а також форми їх відображення у свідомості людини. Виходячи з фактів дійсності, наука дає правильне тлумачення їх походженню та розвитку, розкриває істотні зв'язки між явищами, озброює людину знанням об'єктивних законів реального світу з метою їх практичного використання.

Література: 3, с.8-22, 4, с.5-12, 6, с.7-12.

Питання для самоперевірки.

1. Що таке творчість?
2. У чому полягає відмінність творчості та ремесла?
3. Основні чинники ефективності творчості.
4. Взаємозв'язок історії винаходів та історії людства.

5. Три основні віхи у житті людства за академіком М.М.Моїсеєвим.
6. Визначення терміну «наука».
7. Основна мета, функції і предмети науки.
8. Основні етапи виникнення науки.

1.2 Діалектика технічних систем (ТС). Ієрархія опису технічних систем (ТС).

Технічна система (ТС) – сукупність технічних об'єктів, працюючих у взаємодії з метою виконання певної функції. Технічним об'єктом називають створене людиною або автоматом реально існуючий пристрій, призначений для задоволення певної потреби.

Наближено будь-яку технічну систему можна розглядати як сукупність елементів та сукупність зв'язків, які утворюють структуру системи. **Класифікація технічних систем** виділяє системи: природні та штучні, які керують та якими керують, прогресивні та непрогресивні, стабільні, функціональні, динамічні та ін.

При дослідженні будь-якої технічної системи отримання значущого результату залежить від похідної теоретичної позиції. **Методологічну основу досліджень складають:**

- 1) матеріалістична діалектика (наука про більш загальні закони розвитку природи, суспільства, мислення);
- 2) системний підхід (єдиний напрямок у розвитку сучасного наукового пізнання).

При пошуку нових рішень в процесі удосконалення технічних систем необхідно виявити протиставлення, виявити особливості їх проявлення у технічному прогресі, вияснити конкретного механізму дії протиставлень як внутрішніх імпульсів розвитку техніки. Протиставлень у будь-якій технічній системі багато, вони створюються між технічними потребами суспільства і можливостями наданої технічної системи (зовнішні протиставлення), між параметрами та елементами технічної системи, частками та властивостями елементів (внутрішні протиставлення). Протиставлення технічної системи постійно виступають у якості імпульсу до розвитку, внутрішньої прогресивної сили на всіх стадіях процесів створення, розвитку та розв'язання.

Результатом розв'язання технічних протиставлень є створення технічного об'єкта (системи), який уявляє собою синтез нового технічного рішення та елементів минулих рішень у цілому.

Кожна ТС може бути представлена описами, що мають ієрархічну підпорядкованість. Описи характеризуються двома властивостями: кожний подальший опис є більш детальним і більш повно характеризує ТС в порівнянні з попереднім; кожний подальший опис включає попередній. Такі властивості мають наступні описи: потреба, або функція ТС; технічна функція (ТФ); функціональна структура (ФС); фізичний принцип дії (ФПД); технічне рішення (ТР); проект.

Потреба. Головна умова життя людини — виробництво матеріальних і духовних благ, за допомогою яких люди задовольняють свої потреби. Потреба лежить в основі будь-якої діяльності не тільки людини, але і будь-якої живої істоти. Продукти праці можуть задовольняти не тільки матеріальні потреби людини. Так книга, картина, фільм, пісня, танець не служать для вгамування голоду або захисту від навколишнього середовища. Ці продукти служать для задоволення так званих **духовних** потреб людини, які полягають в природженому прагненні людини вивчити і зрозуміти світ, в якому він живе, самого себе і виразити своє відношення до світу не тільки словами, але і через речі утилітарні речі. Такою діяльністю є мистецтво. З певним ступенем умовності, духовні потреби можна назвати **інформаційними**. Продукти їх задоволення виконують пізнавальні функції, тобто служать засобами зв'язку між людьми, а також між людьми і навколишнім середовищем. Цей загальноприйнятий і короткий опис означає призначення ТО або мета його створення (існування). При описі потреби відповідають на питання: «Що (який результат) бажано мати (отримати) і яким особливим умовам і обмеженням при цьому потрібно задовольнити?»

Якщо розглядати більш детально опис потреби, то він повинне включати наступну інформацію: необхідна дія (найменування дії); об'єкт (предмет обробки), на яке направлена ця дія; особливі умови і обмеження.

Технічна функція (ТФ). Опис ТФ містить наступну інформацію: потреба, яку може задовольнити ТС; фізична операція (фізичне перетворення), за допомогою якої реалізуються потреби.

Функціональна структура (ФС). Переважна більшість технічних систем складається з декількох елементів: агрегатів, блоків, вузлів. Кожний з них може бути природним чином розділений на частини. Кожний елемент як самостійна ТС виконує певну функцію і реалізує певну фізичну операцію.

Фізичний принцип дії (ФПД). Опис фізичного принципу дії містить зображення принципової схеми технічної системи, в якій у формі, що спрощено-ідеалізується, показані основні конструктивні елементи, що забезпечують реалізацію принципу дії, і вказані напрями потоків і основні фізичні величини, характеризуючи фізико-технічні ефекти, що використовуються. Принципова схема полегшує подальшу розробку (конструювання) технічного рішення.

Технічне рішення. Воно є конструктивним оформленням фізичного принципу дії. Технічне рішення конкретної технічної системи описується у вигляді дворівневої структури через характерні ознаки ТС в цілому і його елементів. При цьому використовують наступні групи ознак: наведення (перелік) основних елементів; взаємне розташування елементів в просторі; способи і засоби з'єднання і зв'язку елементів; послідовність взаємодії елементів в часі; -особливості конструктивного виконання елементів (геометрична форма, матеріал); принципово важливі співвідношення параметрів для технічних систем в цілому або окремих елементів.

На відміну від технічного рішення в **проекті** надаються значення параметрів об'єкту і всіх елементів до деталей. Він містить всю необхідну інформацію для виготовлення і експлуатації технічного об'єкту. Залежно від складності технічної системи опис проекту складає від декількох до сотень томів. Проекти це багатотомні унікальні зібрання творів, неприступні широкому читачу, але, як правило, відчутні у вигляді готових виробів і споруд. Слід зазначити, що під проектом маються на увазі робочі креслення і конструкторська документація.

Література: 5, с.11-19, 6, с.20-29.

Питання для самоперевірки.

1. Описати ієрархію технічного об'єкту.
2. Якою формою можна описати технічну функцію?
3. У чому полягають відмінності між технічним рішенням та проектом?
4. Назвати основні складові фізичного принципу дії.
5. Перелічити методи, які складають ієрархічну послідовність за принципом наукового опису.
6. Протиставлення технічної системи, їх види, значення.
7. Результати розв'язання протиставлень ТС.
8. У чому полягають особливості дослідження технічного об'єкту?
9. Описати складові методологічних досліджень ТО.

1.3 Критерії розвитку ТС. Функціональні критерії розвитку ТС. Технологічні критерії розвитку ТС. Економічні критерії розвитку ТС. Антропологічні критерії розвитку ТС.

Значення критеріїв розвитку особливо важливо для фахівців, які прагнуть при розробці нових виробів перевершити рівень кращих світових досягнень або придбати вироби на рівні кращих світових досягнень. Оскільки будь-яка ТС, як правило, має декілька критеріїв розвитку, то принцип прогресивного розвитку для кожного нового покоління ТС полягає в поліпшенні одних і непогіршенні інших критеріїв.

Набори критеріїв розвитку для різних класів ТС в значній мірі співпадають, тому в цілому розвиток техніки в більшій мірі підлеглий, можна сказати, єдиному набору критеріїв, що визначають розвиток техніки.

Цей єдиний набір включає наступні чотири групи критеріїв:

- **функціональні критерії**, які характеризують найважливіші показники реалізації функції ТС;
- **технологічні критерії**, пов'язані тільки з можливістю і простотою виготовлення ТС;
- **економічні критерії**, що визначають тільки економічну доцільність реалізації функції за допомогою ТС, що розглядається;
- **антропологічні критерії** пов'язані з питаннями людського чинника або дії позитивних і негативних чинників на людей, викликані ство-

ренням ТС.

Функціональні критерії. Для кожної ТС функціональні критерії розвитку є кількісною характеристикою основних показників реалізації функції ТС, тобто ці критерії виявляють на основі аналізу опису функції ТС. Серед них можна виділити три групи критеріїв: продуктивності, точності і надійності. **Критерій продуктивності** завжди може бути зміряний або обчислений. Критерій продуктивності є інтегральним показником рівня розвитку техніки, який безпосередньо залежить від ряду параметрів, визначальним чином впливаючих на продуктивність праці. **Критерії точності** включають наступні критерії:

- точність вимірювання;
- точність попадання у ціль;
- точність обробки матеріалу або речовини;
- точність обробки потоку енергії;
- точність обробки потоку інформації.

Для цих приватних критеріїв є розвинуті способи вимірювання і оцінки точності, які легко знайти в спеціальній літературі.

Критерії надійності включають критерії:

- безвідмовності;
- довговічності;
- збереження;
- ремонтпридатності.

Група **технологічних критеріїв** головним чином забезпечує всебічну економію живої праці при виготовленні ТС від підготовки їх до експлуатації. Крім того, ці критерії спрямовані на економію матеріалів, залежну від технологічних чинників, що знову ж таки вносить певну частку в економію живої праці. Можна виділити чотири основні технологічні критерії: **критерій розподілу ТС на елементи; критерій використання матеріалів; критерій технологічних можливостей; критерій трудомісткості виготовлення ТС.**

Економічні критерії розвитку ТС. Критерій витрати матеріалів.

Критерій витрати матеріалу є питомою масою матеріалів на одиницю одержуваної ефективності. Критерій витрати матеріалів є одним з найстародавніших. Актуальність його протягом всієї історії техніки завжди була і залишається вельми високою і незмінною. **Критерій витрати енергії.** При виготовленні і експлуатації, як правило, витрачається певна кількість енергії. Оскільки задоволення зростаючих потреб людей звичайно жорстко обмежується наявними енергетичними можливостями, то вказані витрати енергії завжди прагнуть звести до мінімуму. Оскільки більшість конструктивних заходів щодо поліпшення критерію зводиться до підвищення частки енергії, що використовується безпосередньо для виконання корисної роботи, то в інженерній практиці широко використовують ще одну модифікацію критерію витрати енергії, звану **коефіцієнтом корисної дії.**

Останнім часом у зв'язку з широким використанням обчислювальної техніки з'явилися і зросли витрати на підготовку і обробку інформації при створенні і експлуатації багатьох ТС. Ці витрати стають зіставними з витратами на матеріали і енергію, а прибутки від них швидко зростають. У зв'язку з цим з'явилася необхідність введення **критерію витрат на інформаційне забезпечення**.

Критерій габаритних розмірів ТС. Зниження габаритних розмірів ТС і їх елементів пов'язано в першу чергу з отриманням наступних вигод: зменшення площі і об'єму будівель і приміщень, в яких постійно, або тимчасово знаходяться ТС; зменшення площі землі, займаній безпосередньо ТС або будівлями, в яких знаходяться ТС; збільшення корисного об'єму в ТС типу літальних та космічних апаратів, судів, підводних човнів і т. п.; скорочення витрат по захисту ТС (витрати на матеріал корпусу, кожухи, чохла лакофарбові покриття і т. п.) і догляду за ними; скорочення витрат по транспортуванню ТС.

Група **антропологічних критеріїв** забезпечує по можливості найбільшу відповідність і пристосування ТС до людини, зниження дискомфорту і підвищення позитивних емоцій, зниження або виключення шкідливих і небезпечних дій ТО на людину, вона включає в себе: **критерій краси ТС, критерій безпеки ТС, критерій екологічності**.

Література: 6, с.21-37, с.59-75.

Питання для самоперевірки.

1. Надати визначення поняття «критерій розвитку технічного об'єкту».
2. Перелічити критерії розвитку ТО.
3. Навести кратку характеристику функціонального критерію розвитку ТО.
4. У чому полягає актуальність економічних критеріїв розвитку ТО для сьогодення?
5. Перелічити основні складові технологічних критеріїв.
6. Описати складові групи антропологічних критеріїв.

1.4 Модель ТО. Моделювання. Класифікація видів та методів моделювання.

Все те, на що спрямована людська діяльність, називається **об'єктом** (лат. *objectum* – предмет). Об'єкти взаємодіють між собою і зовнішнім середовищем. Логічні схеми, побудовані на певних прогнозах (гіпотези) або думках про яку-небудь схожість двох об'єктів (аналогії), які спрощують міркування і логічні побудови або дозволяють проводити експерименти, що уточнюють природу явищ, називаються **моделями**. Іншими словами, **модель** (лат. *modulus* – міра) – це об'єкт-заступник об'єкту-оригіналу, що забезпечує вивчення деяких властивостей оригіналу. Звідси слідує ще один висновок: модель лише приблизно відображає дані властивості модельованого об'єкту, і ступінь цього наближення повинна узгоджуватися із точністю вхідної інформації про явище.

Заміщення одного об'єкту іншим з метою отримання інформації про найважливіші (з погляду дослідника) властивості об'єкту-оригіналу за допомогою об'єкту-моделі називається **моделюванням**. Таким чином, моделювання може бути визначено як представлення об'єкту моделлю для отримання інформації про цей об'єкт шляхом проведення експериментів з його заміником (моделлю).

Теорія заміщення одних об'єктів іншими (моделями) і дослідження властивостей об'єктів на їх моделях називається **теорією моделювання**.

В основі моделювання лежить **теорія подібності**, яка стверджує, що абсолютна подібність може мати місце лише при заміні одного об'єкту іншим саме таким. При моделюванні абсолютна подібність не має місця, тому прагнуть того, щоб модель достатньо добре відображала досліджувану сторону функціонування об'єкту. Виходячи з цього однією з перших ознак класифікації видів моделювання можна обрати ступінь повноти моделі і розділити моделі відповідно до цієї ознаки на: **повні, неповні і наближені**.

Залежно від характеру процесів в системі, що вивчається, всі види моделювання можуть бути розділені на **детерміновані і стохастичні, статичні і динамічні, дискретні, безперервні і дискретно-безперервні**.

Детерміноване моделювання відображає процеси, в яких вся початкова інформація є повністю визначеною. При **стохастичному** моделюванні початкова інформація містить елементи невизначеності або параметри задачі носять випадковий характер з відомими характеристиками вірогідності. **Статичне моделювання** служить для опису об'єкту у фіксований момент часу. **Динамічне моделювання** служить для відображення поведінки об'єкту в часі. **Дискретне моделювання** служить для опису процесів, які передбачаються дискретними. **Безперервне моделювання** відображає безперервні процеси в системах. **Дискретно-безперервне моделювання** застосовується для систем, в яких хочуть виділити як дискретні, так і безперервні процеси.

Залежно від форми представлення об'єкту або системи можна виділити **уявне і реальне моделювання**. На базі **уявного моделювання** можуть бути проаналізовані ситуації, які не піддаються фізичному експерименту. Таке моделювання може бути реалізоване у вигляді **наочного, символічного і математичного**. При **наочному моделюванні** використовуються різні наочні моделі, що відображають явища і процеси, які протікають в об'єкті. Ці моделі можуть бути побудовані на гіпотезах (гіпотетичне моделювання), аналогах (аналогове) або макетах (макетування). В останньому випадку також використовуються аналози, але що базуються на причинно-наслідкових зв'язках між явищами і процесами в об'єкті.

Математичне моделювання – процес встановлення відповідності даному реальному об'єкту деякого математичного об'єкту, званого математичною моделлю, і дослідження цієї моделі, яке дозволяє одержувати характеристики даного реального об'єкту. **Математична модель** – наближений опис якого-небудь класу явищ зовнішнього світу, виражений за допомогою математичної символіки, системи математичних співвідношень, що описують процес, що вивчається.

Математичне моделювання підрозділяється на **аналітичне, імітаційне і комбіноване**.

При **аналітичному** моделюванні функціонування елементів систем записується у вигляді деяких функціональних співвідношень: алгебри, диференціальної, інтегральних і ін. Аналітична модель може бути досліджена наступними методами: **аналітичним**, коли прагнуть отримати в загальному вигляді явну залежність шуканих характеристик; **чисельним**, коли немає рішення початкового рівняння в загальному вигляді і одержують числові результати при конкретних початкових даних. Цей метод особливо ефективний при використанні ЕОМ; **якісним**.

При **імітаційному** моделюванні реалізуючий модель алгоритм відтворює процес функціонування системи в часі, причому імітуються елементарні явища, що становлять процес, із збереженням їх логічної структури і послідовності протікання в часі. Це дозволяє за початковими даними отримати відомості про стани процесу в певні моменти часу, що дають можливість оцінити характеристики системи. За допомогою імітаційного моделювання можна вирішувати складніші задачі, ніж при використуванні аналітичного моделювання. **Комбіноване** (аналітико-імітаційне) моделювання при аналізі і синтезі систем дозволяє об'єднати переваги аналітичного і імітаційного моделювання.

При **реальному** моделюванні використовується можливість дослідження різних характеристик або на реальному об'єкті, або на його частині. При **натурному** моделюванні дослідження проводяться на реальному об'єкті з подальшою обробкою результатів досліджень. Іншим видом реального моделювання є **фізичне**, яке відрізняється від натурального тим, що дослідження проводиться на установках, які зберігають природу явищ і володіють фізичною подібністю. Тому під фізичним моделювання розуміється прийом вивчення якого-небудь об'єкту на фізичній моделі, заснованій на критеріях подібності. Фізичне моделювання може проводитися в реальному і нереальному (псевдореальному) масштабах часу.

Література: 6, с.37-39.

Питання для самоперевірки.

1. Надати поняття термінів «модель», «моделювання».
2. Що таке «теорія моделювання»?
3. Які існують групи моделей за ступенем повноти відображення?
4. Навести класифікацію видів моделювання за характером процесів в системі, що вивчається.
5. Які види моделювання можна виділити у залежності від форми представлення об'єкту або системи?
6. Які існують види математичного моделювання?
7. Коротко охарактеризувати основні методи дослідження аналітичних моделей.

1.5 Закони створення та розвитку техніки. Закони техніки в інженерній творчості. Закон прогресивної еволюції техніки. Методологія системного обрання оптимальних конструкторсько-технологічних рішень. Закон відповідності між функцією та структурою. Закон стадійного розвитку техніки.

Найвищий рівень інженерної творчості у виявленні та формулюванні законів та закономірностей будови та розвитку техніки з метою пошуку раціональних конструкторсько-технологічних рішень.

На основі законів та закономірностей техніки можуть бути розроблена найбільш ефективна методологія інженерної творчості. застосування законів та закономірностей до конкретного класу ТО дозволяє визначити найбільш правильні структурні властивості, вигляд та характеристики ТО у майбутньому поколінні.

Дія **закону прогресивної еволюції** має наступне формулювання: у ТО з однаковою функцією перехід від покоління до покоління викликаний знешкодженням виявленого головного дефекту, пов'язаного з покращенням критеріїв розвитку, та відбувається при наявності необхідного науково-технічного рівня та соціально-економічної доцільності. При цьому при кожному випадку переходу від покоління до покоління у відповідності з певними закономірностями відбуваються зміни конструкцій, кореляційно пов'язані з характером дефекту у попереднього покоління. А з усіх можливих змін конструкції реалізується в першу чергу та, яка надає необхідне та суттєве видалення дефекту при мінімальних інтелектуальних та виробничих витратах.

Найбільш важливе застосування закону прогресивної еволюції полягає у побудові на його основі системного ієрархічного вибору глобально оптимальних конструкторських рішень. В рамках закону прогресивної еволюції діє важлива закономірність зміни критеріїв розвитку на протязі існування одного і того ж фізичного принципу дії. Закон прогресивної еволюції є корисним у використанні на початкових стадіях проектування нових поколінь ТО, при виконанні робіт з аналізу історії техніки, прогнозування розвитку техніки.

Головна сутність **закону відповідності між функцією та структурою** полягає у тому, що у правильно спроектованому ТО кожен елемент від складних вузлів до простих деталей, кожна конструктивна ознака мають цілком визначену функцію за забезпеченням роботи ТО. Тобто, у правильно спроектованих ТО немає зайвих деталей. Ця головна сутність відповідності між структурою та функцією лежить в основі усієї пізнавальної діяльності, яка пов'язана з аналізом існуючих ТО. На основі цього закону розроблені методики побудови функціональних структур конкретних ТО. Аналіз функціональних структур (ФС) досліджуваних машин або технологічних комплексів проводиться з урахуванням наступних етапів:

1. Оцінювання функціональної цінності кожного елемента з точки зору його виключення та передачі його функції іншому елементу.

2. Виділення у ФС комплексу функцій в цілях їх реалізації одним автономним технічним засобом.

3. Оцінювання доцільності зміни потокової ФС та вибір найбільш раціональної послідовності функціональних елементів.

4. Оцінювання доцільності розподілу функцій елементів, які виконують дві та більше функцій.

5. Перевірка повноти ФС у відповідності з закономірністю функціональної будови даного класу ТО. Оцінка доцільності введення нових функціональних елементів.

6. Виділення функцій, які виконуються людиною, та оцінювання можливостей та доцільності їх виконання технічними засобами.

7. Оцінювання можливості використання ФС ТО, які виконують аналогічні функції та мають передові темпи розвитку у порівнянні з класом ТО, який розроблюється.

Закон стадійного розвитку техніки відображає революційні зміни, які відбуваються в процесі розвитку ТО. Революційні зміни пов'язані з передачею технічним засобам розповсюджених функцій, які виконуються людиною.

ТО з функцією обробки матеріального предмету праці мають чотири стадії розвитку, які пов'язані з послідовною реалізацією за допомогою технічних засобів чотирьох фундаментальних функцій та послідовним виключенням з технологічного процесу відповідних функцій, які виконуються людиною:

на першій стадії ТО реалізує виключно функцію обробки предмету праці (технологічні функцію);

на другій стадії ТО реалізує ще функцію забезпечення енергією процесу обробки предмету праці;

на третій стадії ТО реалізує ще функцію керування процесом обробки предмету праці;

на четвертій стадії ТО реалізує також функцію планування для себе об'єму та якості продукції, при цьому людина практично виключається з технологічного процесу.

У зв'язку з цим практичне використання закону стадійного розвитку пов'язане з проведенням досліджень за його належністю до певного класу ТО, а також до функціонально близького класу ТО, який має швидкісні темпи розвитку.

Література: 1, с.20-22, 5, с.17-19, 6, с.108-129.

Питання для самоперевірки.

1. Значення законів та закономірностей техніки в інженерній творчості.
2. Які теоретичні та методичні розробки по законам та закономірностям техніки відомі на сьогоднішній день?
3. Визначити актуальність закону прогресивної еволюції.
4. Описи головну сутність закону відповідності між функцією та структурою.

5. Перелічити основні етапи аналізу ФС із застосуванням закону відповідності між функцією та структурою.
6. У чому сутність закону стадійного розвитку техніки?
7. Навести основні стадії розвитку ТО з функцією обробки матеріального предмету праці.
8. У чому полягає практичне використання закону стадійного розвитку техніки?
9. Які інші закони розвитку техніки відомі?

1.6 Конструктивна еволюція ТО. Методика опису конструктивної еволюції та аналізу технічних об'єктів.

Дослідження конструктивної еволюції пов'язане з вивченням та аналізом історії розвитку певного класу технічних об'єктів, які мають однакові або наближені функції. Таке дослідження засновується на законі прогресивної еволюції, сутність якого складається у повторенні наступного циклу:

- 1) початок виготовлення та використання покоління S_i технічних об'єктів;
- 2) накопичення на протязі часу t_i недоліків покоління S_i ;
- 3) створення (розробка) нового покоління S_{i+1} , яке компенсує недоліки S_i , початок його виготовлення та використання.

Розглянемо деякі найбільш важливі цілі проведення аналізу конструктивної еволюції, які виправдовують значні витрати на дослідження історії техніки. При створенні нового покоління ТО є декілька шляхів подальшої конструктивної зміни та вдосконалення ТО. Серед певної кількості альтернативних шляхів лише один є найбільш правильним та перспективним. Тому перед конструктором кожен раз постає відповідальна задача: серед множини винахідницьких рішень знайти єдине найбільш вірне. Вивчення еволюції допомагає інженеру виявити основні стійкі фактори, які впливають на розвиток ТО, щоб найбільш правильно виявити для себе тенденції його розвитку.

Знання історії ТО часто підказує вдалі ідеї його вдосконалення. Оскільки в техніці діє філософський закон віднімання від'ємності, тобто «все нове – добре забуте минуле».

Аналіз конструктивної еволюції дає змогу виявити та коротко описати опит розв'язання задач інженерної творчості. Вважається, що сумлінний конструктор-винахідник повинен дослідити в деталях процес отримання винаходів. Аналіз конструктивної еволюції дозволяє вивчати опит видатних конструкторів. Поглиблення та всебічне вивчення конструктивної еволюції класу ТО, який цікавить, дозволяє набрати необхідну суму фактів для формулювання закономірностей будови та розвитку. Тобто, найвищий рівень інженерної творчості полягає у виявленні та формулюванні законів та закономірностей будови та розвитку ТО та свідомому їх використанні у пошуку покращених технічних рішень.

Мета аналізу конструктивної еволюції технічних об'єктів з однаковими або наближеними функціями полягає у:

- виявленні стійких критеріїв розвитку ТО та показників їх якості;
- формулюванні закономірностей будови та розвитку ТО;
- формулюванні правил отримання покращених технічних рішень шляхом перетворення прототипу.

Аналізу конструктивної еволюції попереджає вивчення та опис історії розвитку певного класу, який можна надати у послідовності перетворень, яку називають еволюційним ланцюгом:

$$S_i \rightarrow S_1 \rightarrow S_2 \rightarrow \dots \rightarrow S_k;$$

$$S_i \rightarrow S_{i+1}, \quad (i = 0, \dots, k),$$

де S_i - ТО i -го покоління, який є прототипом по відношенню до покращеного ТО; S_{i+1} - ТО наступного покоління; S_k - ТО останнього сьогоднішнього покоління. При побудові еволюційного ланцюга рекомендується керуватись наступними правилами:

1) побудувати еволюційний ланцюг у ретроспективно зворотному напрямку:

$$\dots \leftarrow S_{k-2} \leftarrow S_{k-1} \leftarrow S_k.$$

2) відібрати тільки S_i , які серійно або масово виробляються;

3) відібрати тільки ті S_i , які мають суттєві відмінності від прототипів.

При побудові еволюційного ланцюга для реального класу ТО іноді зустрічаються і нелінійні випадки побудови. Еволюційний ланцюг будується на основі світового досвіду розвитку техніки, або на основі раціональної історії розвитку техніки, або на основі розробок окремих підприємств. Однак у кожному випадку необхідно встановити справжній, або найбільш ймовірний прототип.

На першому етапі складання еволюційного ланцюга складають перелік критеріїв розвитку певного класу ТО, надаючи при цьому перелік показників якості, які є перспективними. На другому етапі визначають правила отримання покращених технічних рішень, які формулюються як евристичні прийоми. Під час виконання третього етапу аналізуються результати перших двох етапів з метою виявлення закономірностей будови та розвитку певного класу ТО. У деяких випадках необхідно обирати виключно найбільш важливі та результативні аспекти вивчення конструктивної еволюції.

Література: 6, с.80-85.

Питання для самоперевірки.

1. Опишіть цикл, який розкриває за сутність закону прогресивної еволюції.
2. Наведіть аргументи про необхідність дослідження історії технічного розвитку.
3. У чому полягає мета аналізу конструктивної еволюції технічних об'єктів?
4. Що таке «еволюційний ланцюг»?
5. Які основні правила при побудові еволюційного ланцюга?
6. Охарактеризуйте основні етапи складання еволюційного ланцюга.

1.7 Основні стадії творчого процесу. Стадія задуму. Стадія пошуку. Стадія реалізації.

Згідно [2] творчий процес винахідника умовно ділиться на чотири стадії: підготовка, задум, пошук та реалізація. Кожна зі стадій має безперервний зворотний зв'язок з інформацією винаходу, опорними знаннями та засвоєною фундацією методики винахідництва та підрозділяється на кроки.

На стадії підготовки відбувається накопичення знань, фактів, передумов та майстерності, здійснюється творча підготовка особи о винахідництва. Мрія винахідника, як правило, народжується на основі виявлення та усвідомлення суспільної потреби та об'єктивно існуючої проблемної ситуації. Стимулами при цьому є незадоволеність існуючим положенням та евристична установка на задачу винахідництва. На цій стадії визначаються також конкретна тема, її основне питання або мета, виникає бажання здійснити розробку цієї теми. Стадія підготовки включає наступні кроки: крок інтелектуально-творчої готовності, крок виявлення суспільних потреб, крок обрання теми. Існують дві передумови винахідництва:

- усвідомлення факту, що область технічної творчості доступна кожному, хоча рівень рішення технічних задач залежить від опорних знань, психічних якостей індивіду та оволодіння методами та навиками творчої роботи;

1. - подолання страху перед рішенням абсолютно нової задачі, враховуючи, що при правильному методологічному підході вирішити задачу на рівні винаходу не важче, ніж вирішити її на рівні раціоналізаторської пропозиції.

На стадії задуму шляхом збору і аналізу доступної інформації визначається і локалізується проблемна ситуація. Здійснюється початкове формулювання задачі, виявляється центральне питання, необхідна вимога, встановлюються істотні обмеження, зв'язки задачі з суміжними задачами, вивчається історія рішення аналогічних задач, аналізується потреба, актуальність, здійсненність та оптимальний рівень рішення. На цій же стадії створюється уявна, графічна або математична модель проблемної ситуації, визначаються основні компоненти задачі і ступінь їх популярності, а також намічаються плани пошуків рішення, обираються методи цього рішення та виникає задум. Основні кроки стадії задуму: крок збору та аналізу інформації, крок постановки задачі, крок вибору на-пряму пошуків.

На стадії пошуків передбачається план рішення шляхом уявних проб, спрямованих на трансформацію проблемної ситуації. На цій стадії генеруються ідеї винахідництва, визначаються принципи рішення задачі, які у подальшому перетворюються на конкретну схему, яка аналізується та вдосконалюється. У більшості випадків ефективно саме направлене методичне мислення зі свідомим використанням у творчому процесі випадковостей.

Якщо виявляється необхідність перегляду постановки задачі, то застосовується ряд прийомів, до якого можна віднести трансформацію постановки задачі, хоча можливі і інші шляхи виходу:

- підбір нових методів рішення з арсеналу методики винахідництва;
- уявні спроби рішення задачі якнайменш ймовірними, нетрадиційними методами;
- організація колективної генерації ідей із залученням фахівців різних областей і осіб, не обізнаних в даному питанні;
- зображення проблемної ситуації за допомогою діаграм потоку з вказівкою послідовності кроків та структури процесу, точками принципово можливих рішень або елементів процесу;
- дроблення суспільних потреб на субпотреби з подальшим створенням окремого технічного об'єкту для задоволення кожної з потреб;
- спроби встановити умови, при яких рішення виявилось б недоцільним, з метою з'ясування можливостей відмови від самої задачі або заміни її на іншу, призначену для досягнення тієї ж мети;
- тимчасове припинення пошуків, що створює психологічну можливість для виникнення здогадки та дозволяє подивитися на задачу свіжим поглядом.

Основні кроки стадії пошуку: крок обрання засобів розв'язання, крок генерації ідей рішення, крок відбору оптимального варіанту рішення.

Стадія реалізації рішення характеризується технічним, естетичним і правовим оформленням рішення задачі винахідництва, конкретизацією його і внесенням додаткових змін. На цій стадії здійснюється досвідчена перевірка рішення, яке одержує науково-технічне та економічне обґрунтування, в яке вносяться підказані практикою поправки. Рішення упродовжується та одержує подальший розвиток. В деяких випадках до цієї стадії можна віднести і розширення області раніш наміченого застосування винаходу. Операції по реалізації винаходу містять творчі елементи. На цій стадії нерідко істотно змінюється і доповнюється первинне рішення. Усунення винахідника від участі в завершальній стадії процесу створення винаходу призводить звичайно до негативних результатів. Тому що участь винахідника у стадії реалізації рішення розширює його кругозір, укріплює зв'язки з практикою, збагачує творчий досвід. Єдність теорії та практики є вищим виразом єдності духовної і матеріальної сторін у всякій діяльності людей і, зокрема, в створенні нової техніки.

Література: 1, с.84-110, 2, 3, с.84-88, 5, с.93-104.

Питання для самоперевірки.

2. Назвіть основні стадії творчого процесу.
3. Надайте коротку характеристику стадії підготовки, назвіть основні кроки цієї стадії.
4. Наведіть основні кроки стадії задуму.
5. У чому полягає сутність стадії задуму?
6. Які прийоми застосовуються для перегляду постановки задачі?
7. Які особливості стадії реалізації рішення?

1.8 Гіпотеза та її роль у науковому дослідженні. Гіпотеза як форма наукового пізнання. Логічна структура гіпотези. Ймовірнісний характер гіпотези. Загальна схема перевірки гіпотез.

Під **гіпотезою** розуміється будь-яке припущення, допущення, передбачення або здогад, істинність яких залишається невідомою, і які служать для попереднього пояснення та пророкування нових явищ, подій і фактів. Гіпотетичним вважають будь-яке ствердження, істинне значення якого оцінюється будь-яким ступенем імовірності, що міститься між вірогідністю і неможливістю. Гіпотеза — це наукове припущення про суть явища або про вид кількісного зв'язку між об'єктами, що вивчаються, між параметрами та характеристиками. Вимоги до наукових гіпотез включають наступне: узгодженість зі всім накопиченим досвідом, всіма відомими фактами, тобто узгодженість з фактичною інформацією, для пояснення якої гіпотеза висувається. Слід відмітити, що "факт" — це об'єктивна подія, спостереження. Факти можуть бути об'єктивні та уявні. Повинна бути забезпечена експериментальна перевірюваність гіпотези (мова йде про принципову можливість перевірки). Якщо на даному відрізку часу немає можливості перевірити гіпотезу, то це не означає, що вона неперевірювана.

Гіпотеза повинна бути інформативною, універсальною, тобто здатною пояснювати широкий круг явищ дійсності. Чим ширший цей круг, тим більша інформативність гіпотези, тим вона є ціннішою для науки.

Невизначений, імовірнісний характер висновків гіпотези обумовив досить стримане відношення до цієї форми пізнання. Аж до кінця XIX ст. вона використовувалася переважно в прихованому вигляді, бо вважалося що для відкриття законів природи достатньо спостережень і дослідів. На чолі з Р. Декартом критично відносилися до гіпотез тому, що останні спиралися на ненадійні та недостативні підстави. Орієнтуючись на математичне пізнання, яке починається зі самоочевидних аксіом, а далі розгортається чисто дедуктивно, без якого-небудь звертання до емпіричної дійсності, вони вважали, що і все наше пізнання повинне бути побудоване за таким зразком. Однак таке уявлення про процес пізнання є вкрай спрощеним навіть для математики, бо щоб довести теорему, треба висловити її спочатку у вигляді гіпотези чи припущення, а коли це припущення буде логічно виведене з раніше доведених аксіом чи теорем, воно зразу стає теоремою. Поступово, в результаті дослідження процесів розвитку самого математичного знання була усвідомлена потреба в ньому здогадів, припущень, гіпотез як передумов одержання нового знання, а використання математичних методів у природознавстві, техніці та практичній діяльності підтвердило необхідність гіпотез для попереднього пояснення нових явищ, подій і фактів для усунення суперечностей між новими фактами та старими теоретичними уявленнями.

На всьому складному та суперечливому шляху гіпотеза виступає як форма пошуку та розвитку наукового знання. На відміну від таких традиційних логічних форм, як поняття, судження та умовивід, у яких фіксуються певні результати завершеного знання, гіпотеза являє собою таку форму пізнання, в якій

досліджується зміна, рух і розвиток наукового знання. Гіпотеза організовує процес наукового пошуку, визначає його логіку та шлях розробки. Гіпотеза освітлює шлях дослідження, додає йому цілеспрямованості.

У будь-якій гіпотезі можна виділити дві частини: посилення, в якості яких використовуються емпіричні та теоретичні судження, а також висновок, що на відміну від дедукції не впливає з посилення, які з тим чи іншим ступенем імовірності підтверджують його чи роблять ймовірним. Тому за своєю логічною структурою гіпотеза аналогічна правдоподібному умовиводові. Зовсім іншою є повна індукція, де висновок робиться на основі всіх окремих випадків і тому є достовірним. Принципова відмінність гіпотези від правдоподібних міркувань полягає в тому, що істинність її посилення залишається невизначеною, крім того, самі посилення змінюються одночасно з розробкою гіпотези, оскільки вона, будучи формою розвитку наукового знання, оперує в ході дослідження не фіксованими, а змінними даними. Між основою гіпотези чи її посиленнями, тобто емпіричними фактами, даними та свідченнями, з одного боку, і висновком, з іншого, існує визначене логічне відношення, яке виражається в тому, що стосовні до визначеної гіпотези факти та свідчення так чи інакше підтверджують висновок. У ньому, як відомо, істинність посилення цілком переноситься на висновок і тому воно виявляється достовірним.

Який же зв'язок між інтуїцією та гіпотезою? Завдяки інтуїції учені висувають ті або інші гіпотези. Інтуїтивні знання перетворюються в гіпотезу. Але як це робиться, які функції виконує інтуїція? В науці дотепер немає не тільки однозначної, але й достатньо ясної відповіді. Часто, а може бути і завжди в основі гіпотези лежить припущення. До гіпотез універсального характеру звертаються тоді, коли є підстави припускати, що досліджувана властивість або закономірність відносяться до усіх без винятку випадків. Але найбільший інтерес серед гіпотез не універсального, а випадкового характеру викликають, звичайно, стохастичні, або ймовірнісні, гіпотези, які виражають специфічні закономірності масових випадкових явищ і подій.

Оскільки гіпотеза створюється для того, щоб розширити наше знання, вона не обмежується простим описом фактів, а прагне перенести знайдену в ході дослідження загальну властивість або закономірність на інші невивчені факти чи на весь клас у цілому. З цим, безумовно, пов'язаний певний ризик, але іншого шляху пошуку істини не існує. Проте наука має певний ряд методів і прийомів, за допомогою яких можна оцінити та зменшити такий ризик. Підхід до ймовірності випадкових подій, результати яких є рівно ймовірними або симетричними, також називають класичною інтерпретацією вирахування ймовірностей. Однак випадкові події, з яким ми зустрічаємося в реальному житті, рідко бувають рівно ймовірними, а тому до них не можна застосувати класичне визначення ймовірності. На практиці під статистичною ймовірністю розуміють відносну частоту випадкових подій при досить тривалій кількості спостережень, що визначається конкретними умовами задачі. Часто цю ймовірність називають також частотною, тому що в її основі лежить поняття відносної частоти. Статистична або

частотна ймовірність стикається з серйозними труднощами у випадку застосування до окремої випадкової події, тому що остання не має дійсної частоти.

Перетворення гіпотези в теорію може відбуватися двома шляхами, якщо вона торкалася суті явищ. З одного боку, із всякої гіпотези випливають ті чи інші наслідки, з іншого, шляхом експерименту або на підставі досвіду, дослідник має власні факти в своєму розпорядженні. Зіставлення фактів із наслідками, що випливають з гіпотези, є шляхом перетворення гіпотези в теорію, якщо виходить достатня збіжність. Найефективніший шлях перевірки гіпотези — передбачення невідомого на основі гіпотези. Припущення Д. Менделєєва про періодичний закон хімічних елементів залишалося гіпотезою, хоча дуже багато фактів співпадало з наслідками. Був навіть передбачений елемент гелій, його місце в таблиці та характеристики. Коли ж був відкритий цей елемент, то гіпотеза зразу стала теорією. Ефективність такого шляху визначається його об'єктивністю, оскільки в цьому випадку передбачає один дослідник, а відкриває — інший.

Література: 3, с.67-74.

Питання для самоперевірки.

1. Розкрийте зміст поняття «гіпотеза».
2. Які висуваються вимоги до наукових гіпотез?
3. В чому полягає логічна структура гіпотези?
4. Пояснити логічний характер гіпотези.
5. Якими способами можна перетворити гіпотезу в теорію?
6. Який існує ефективний шлях перевірки гіпотези?
7. Яким чином доводиться істинність гіпотези?

1.9 Психологічні особливості науково-технічної творчості. Роль колективу та особистості у науково-технічній творчості.

Існує 4 типи співвідношень між творчими та інтелектуальними здібностями. Перший тип – однаково високо розвинуті як інтелектуальні, так і творчі здібності. Цей тип чудово орієнтується в предметному середовищі і творить. Другий тип – високо творчі, але такі, що погано пристосовуються і орієнтуються в предметному середовищі. Це соціальні ізгої, вони славляться диваками, людьми «не від миру цього». Третій тип – високоінтелектуальні, але не творчі особи. Вони чудово пристосовуються до середовища, прагнуть досягнення успіху в усіх областях і досягають його шляхом виконання всіх існуючих в середовищі соціальних вимог. Четвертий тип – погано розвинуті здібності як інтелектуальні, так і творчі. Це люди, які прагнуть соціальної активності і кар'єри, але при цьому (через свою не орієнтованість) можуть пристати до будь-якої з існуючих течій.

Провідним психологічним поштовхом до творчості є потреба, наявність якої є основою креативності. Креативність – це особиста якість, яка базується на розвитку вищих психічних функцій. Якості креативності проявляються в творчій та новаторській діяльності, вони формуються за рахунок впливу соціального

середовища, його ціннісної орієнтації, організації інформаційного потоку, цільової спрямованості всіх видів діяльності, починаючи з учбової. Іншими словами, креативність – особистісна якість, яка базується на потенційних можливостях кожної людини, актуалізації неусвідомлюваної потреби бути індивідуальністю, гармонійно поєднувати індивідуально та соціально значущі інтереси.

Творчі здібності розподіляють на три групи: інтереси та схильності; темперамент; розумові здібності. Роздивимось деякі види творчих здібностей. Зіркість у пошуках проблем – пов'язана з якістю мислення; означає здатність побачити те, що не підлягає раніш вивченому. Здатність до згортання розумових операцій – заміна деяких понять одним, більш зручним у використанні більш ємних в інформаційному відношенні символів. Бічне мислення – здатність широкого розподілу уваги, яка підвищує шанси розв'язання проблеми. Гнучкість мислення – здатність швидко та легко переходити від одного класу явищ до далекого за змістом іншого. Відсутність гнучкості мислення – інертність мислення. Легкість генерації ідей.

Творчі колективи повинні уявляти собою систему, яка б сприяла творчості та виключала індивідуальну ініціативу. В таких умовах на перше місце висуваються соціально-психологічні та організаційні проблеми первісного творчого колективу. Під яким розуміється група людей з певною структурою взаємовідносин та розподілу ролей.

Оскільки для сучасної науки характерна різноманітність проблем, тому це повинно враховуватись при формуванні колективу. Відповідність складу групи конкретному типу проблем, які висуваються, - називають принципом гетерогенності. Окрім того, необхідно додержуватись принципу сумісності, який включає фізіологічну, психологічну, моральну та інтелектуальну сумісність при різноманітних виробничих обставинах.

При побудові творчого колективу також необхідно дотримуватись принципу відповідності, який вимагає, щоб формальна ієрархія співпадала з фактичною субординацією.

Чисельність творчого колективу здійснює вплив на його діяльність. Зі збільшенням кількості співробітників різко збільшується число контактів між ними. Середній вплив окремих членів на групу зменшується, ускладнюється спілкування, збільшується дистанція між більш та менш активними індивідами. Знижується самозадоволення своєю працею. Однак, з іншого боку, зі збільшенням чисельності групи зростає ресурс талантів та засобів, які придатні для розв'язання проблеми. Вважається, що кількість співробітників у творчому колективі не повинна перевищувати 20. Причому група з 15 вчених працює, як правило, найбільш продуктивно, ніж 5 груп по 3 співробітника, та лише навпіл поступається у продуктивності групі у 45-50 дослідників.

Ефективність роботи колективу залежить також від якості виконання рольових функцій його керівником. Керувати – означає передбачати, організовувати, координувати, контролювати. До основних функцій керівника відносяться: обрання цілі, складання організаційного плану, підбір та розстановка кадрів,

прийняття рішень, створення в колективі творчої атмосфери. Він не повинен часто виконувати роль критика та виконавця. Група працює більш ефективно, якщо керівник займається в основному генерацією ідей та організацією її діяльності.

В практичній діяльності винахідники нерідко об'єднуються у творчі групи, бригади, бюро. Відомі наступні організаційні структури: послідовний зв'язок, незамкнений зв'язок; централізований зв'язок «зірка»; послідовна кругова взаємодія; повний взаємозв'язок «мережа».

Література: 5, с.19-34.

Питання для самоперевірки.

1. Яким чином можуть визначитись співвідношення між творчими та інтелектуальними здібностями?
2. Що таке креативність?
3. Вказати відмінності між креативністю та творчими здібностями.
4. Які можна виділити групи творчих здібностей?
5. Які якості сприяють процесу технічної творчості, які уповільнюють його?
6. Надати характеристику існуючих рівнів творчої діяльності.
7. Які принципи є провідними при формуванні технічного творчого колективу?
8. Яким чином чисельність творчого колективу впливає на його діяльність?
9. Якими властивостями, на Вашу думку, повинен володіти керівник творчого колективу?
10. Охарактеризувати види організаційних структур.

1.10 Методи пошуку рішення творчих інженерних задач. Історичні аспекти розвитку методик технічної творчості. Класифікація методів.

У наш час сформувалась така система знань про технічну творчість та його методи, яку можна вважати фундаментом науки. Визначилась термінологія, деякі основні поняття методології творчості. Наведемо деякі основні визначення методологічних властивостей та понять технічної творчості. **Мета** – бажаний результат діяльності особи або колективу в межах деякого наміченого інтервалу часу. **Евристичне (методологічне правило)** – елементарна одиниця методологічних засобів, яка містить наказ дії, її дозвіл або заборону. **Евристичний прийом** – наступна ступінь методологічних засобів, декілька елементарних правил, які об'єднані для досягнення певної мети. **Метод** – засіб досягнення будь-якої мети, розв'язання конкретної задачі, сукупність прийомів або операцій практичного або теоретичного освоєння дійсності. **Операцією** називається дія, спрямована на досягнення певної мети. Дія може бути простою, нероздільною, та складною, поділену на ряд більш простих дій. Існує також поняття **процедура**, тобто сукупність вказівок про порядок виконання певних операцій, які призводять до досягнення певної мети. **Методика** – метод, збагачений цілеспрямова-

ними керуючими принципами. **Методологія** – наука про методичні засоби. Методологія технічної творчості не є сталою наукою. Масова високоефективна творча діяльність неможлива без наукової організації розумової праці. Саме тому методологія технічної творчості стає темою глибоких наукових досліджень. Прагнення підвищити ефективність творчого процесу сприяло появленню ряду прийомів, методів та методик, які дозволяють раціонально організувати пошук нових технічних рішень, активізувати мислення, розвинути та реалізувати творчі здібності людини.

Найбільш ранні спроби пояснити закономірності творчого мислення знайшли своє відображення у працях Архімеда Сиракузького, Аполлонія Пергейського, Геракліта Ефеського, Сократа та ін. Ці праці містили в собі зачатки евристики, хоча були ще не систематизовані. Створювач першої логічної системи в античний період Демокріт будував її в основному на індуктивному методі та аналогії. Технічна творчість та винахідництво Архімеда займали настільки значне місце в його житті, що аналогії з техніки та механіки перемістилися в його математичні методи. Істотний крок у створенні методу творчого мислення здійснив Сократ, який намагався викрити творчі здібності людей в процесі діалогу. Думки про універсальний метод пізнання та творчості проявлялись у різні сторіччя у Р.Бекона та Р.Луллія, а в період переходу від феодалізму до капіталізму у Ф.Бекона та Р.Декарта. Пізніше Г.В.Лейбниц запропонував ідею універсальної програми алгоритмічного рішення творчих задач. Значний вклад у розвиток ідеї евристики вніс Х.Вольф, який дав їй визначення та запропонував ряд правил та методів мистецтва винахідництва. Фундаментальними для евристики були праці Б.Больцано та багатьох інших дослідників. Однак не всі їх розробки набули свого застосування у практиці технічної творчості у наш час. Це пояснюється тим, що у той час ще не існувало явно вираженої загальної потреби в евристиці для широкого застосування у творчій діяльності винахідників, оскільки необхідні темпи технічного прогресу задовольняло і випадкове винахідництво, засноване на методі проб та помилок.

Сучасні методи пошуку нових рішень дозволяють раціоналізувати різні сторони пошукової діяльності. Всі відомі рішення творчих задач можна умовно розділити на дві великі групи за ознакою домінування в них інтуїтивних або логічних процедур і відповідних їм правил діяльності. Перша група – це так звані **евристичні (інтуїтивні або ірраціональні) методи**, які спираються на активізацію творчої діяльності людини і розвитку її творчих здібностей на основі розвитку інтуїтивних процедур діяльності, фантазії, аналогії та ін. Друга група методів заснована на використанні оптимальної логіки аналізу технічного або іншого удосконалюваного об'єкту, закономірностей його розвитку. Тут пропонують логічні правила аналізу і синтезу, порівняння, узагальнення, класифікацій, індукції, дедукції та ін. Ці методи називаються **раціональними або логічними методами** рішення творчих задач. До них відносяться: морфологічний аналіз, метод багатовимірних матриць, алгоритм рішення винахідницьких задач, функціонально-фізична методика конструювання і ін.

Вдосконалення методів пошуку нових ідей і рішень продовжується, оскільки потреба, попит на них продовжує зростати разом з розвитком світової економіки. Застосування ЕОМ значно розширило можливості багатьох з методів. Але не менш важливим чинником є творчий розвиток і саморозвиток людини в процесі навчання методами рішення творчих задач.

Література: 1, с.27-28, 2, 5, с.37-41, 6, с.149-162.

Питання для самоперевірки.

1. Що таке «метод», «методологія» технічної творчості?
2. Надайте визначення поняття «мета», «операція» технічної творчості.
3. Назвіть імена відомих філософів, засновників методології технічної творчості.
4. За якими ознаками можна класифікувати методи рішення творчих задач?
5. Які методи технічної творчості можна віднести до евристичних?
6. Які методи розв'язання технічних задач можна віднести до раціональних?

1.11 Евристичні (інтуїтивні, ірраціональні) методи генерації нових ідей. Методи евристичної аналогії. Метод евристичної інверсії. Метод евристичного комплексу. Евристичне комбінування. Евристичне розчленування та редукція.

Якщо винахідник зустрічається з новою творчою інженерною задачею, то в першу чергу намагається її розв'язати за допомогою винайденого ним способу. Якщо це не вдається, то винахідник шукає рішення методом спроб та помилок. При успішному розв'язанні він відкриває для себе новий другий спосіб розв'язання інженерних задач. Так поступово у людини формується свій набір способів, що перетворює винахідника-початківця на опитного винахідника. Такі способи або правила розв'язання технічних інженерних задач називають евристичними прийомами. Вони містять короткий опис або вказівки: «як перетворити» існуючий прототип або «в якому напрямку необхідно шукати», щоб отримати рішення. Опитні винахідники зазвичай мають свій індивідуальний набір (фонд) евристичних прийомів.

Метод інверсії є одним з евристичних методів винахідницької діяльності, орієнтований на пошук ідей рішення творчої задачі в нових, несподіваних напрямках, частіше за все протилежних традиційним поглядам і переконанням, які диктуються формальною логікою і здоровим глуздом.

Винахідники давно звернули увагу на те, що часто в ситуаціях, коли стереотипні прийоми, процедури мислення виявляються безплідними і заходять в тупик, природно припустити, що оптимальною є принципово протилежна альтернатива рішення. Наприклад, ведеться пошук міцності виробу, з цією метою прагнуть збільшити його вагу, конструкцію роблять суцільнометалевою, тоді як кращих результатів вдалося б досягти шляхом рішення задачі в протилежному напрямі, наприклад, зробивши її полою, щоб зменшити вагу

конструкції. Інший приклад. Об'єкт досліджується з його зовнішньої сторони. Це традиційний підхід, *яким* вичерпав себе і не дає нових оригінальних рішень. В цих ситуаціях доцільно розглянути цей же об'єкт з внутрішньої сторони. Метод інверсії базується на закономірності і, відповідно, принципі дуалізму, діалектичної єдності і оптимального використання протиставлених (прямих і зворотних) процедур творчого мислення (аналізу і синтезу, дивергентного і конвергентного мислення). Він також базується на розповсюдженні діалектичного підходу до аналізу об'єктів дослідження (вивчення зовнішнього і внутрішнього, інтенсифікації і уповільнення, об'єднання і роз'єднання елементів системи і т.д.).

Метод аналогій (емпатії) завжди був важливим евристичним методом рішення творчих задач. Процес застосування аналогії є як би проміжною ланкою між інтуїтивними і дедуктивними процедурами мислення. В рішенні творчих задач використовуються різні аналогії: конкретні (матеріальні) і абстрактні: ведуться пошуки аналогії живої природи з неживою, наприклад в області техніки. В цих останніх аналогіях можуть бути у свою чергу, встановлені аналогії за формою і структурою, за функціями, процесом і т.д.

В ситуаціях уявної побудови аналога іноді добрі евристичні результати дає такий прийом, як гіперболізування, наприклад, значне збільшення або, навпаки, зменшення масштабів технічного об'єкту або його окремих вузлів. Частіше всього емпатія означає ототожнення особи людини з іншою особою, коли намагаються поставити себе в положення іншого.

В основі евристичного комплексу є евристичне об'єднання технічних об'єктів, речовин, функцій, операцій і навіть технічних об'єктів з живими організмами. У винахідницькій практиці застосовуються три схеми комплексного об'єднання елементів: нове + нове, нове + старе, старе + старе.

Метод інтеграції полягає у комплексному поєднанні технічних об'єктів або елементів, які мають самостійне значення та зберігають його після об'єднання у новому комплексі. Наприклад, французький інженер Ж.Кюньо у 1783 р. винайшов парову повозку шляхом об'єднання телеги з паровим котлом.

Метод концентруючої інтеграції полягає у створенні нового технічного об'єкту шляхом такого поєднання двох або декількох елементів самостійного призначення, при якому вони повністю або частково включаються один в інший при створенні.

Література: 1, с.29-29, 37-42, 2, 6, с.177-188.

Питання для самоперевірки.

1. Які спільні риси мають евристичні прийоми?
2. Наведіть відомі евристичні прийоми.
3. Поясніть ефективність застосування методу аналогії (емпатії)?
4. На чому засновується застосування «евристичного комплексу»?
5. Метод інтеграції технічних об'єктів, його особливості.

6. У чому полягає особливість застосування методу концентруючої інтеграції?
7. Які евристичні прийоми вважаються найбільш ефективними?

1.12 Метод мозкової атаки. Використання можливостей підсвідомості. Метод прямої мозкової атаки. Метод зворотної мозкової атаки. Комбіноване використання методів мозкової атаки. Синектика.

«**Мозковий штурм**» - один з найбільш популярних методів психологічної активізації колективної творчої діяльності, розроблений американським підприємцем та винахідником А.Осборном у 1953 р. Він використовується для отримання нових ідей в науці, техніці, адміністративній та трудовій діяльності. Для усунення психологічних перешкод, які острахом викликані критики А.Осборн запропонував розділити у часі процеси генерування ідей та їх критичної оцінки. В процесах приймають участь різні люди. Ці думки стали основою його методу, пізніше названого прямим мозковим штурмом.

Основні правила мозкового штурму.

1. Задачу послідовно вирішують 2 групи людей по 4-15 чоловік у кожній. Перша група «генераторів ідей» виключно висуває ідеї. Друга група – «експерти» - виносить рішення про цінність висунутих ідей. Умови задачі перед її штурмом формулюються лише у загальному вигляді.

2. Основна задача групи «генераторів» - видати за відведений час якомога більше ідей. Усі вони виказуються без доказів та записуються в протокол.

3. При генерації ідей заборонена будь-яка критика. Рекомендується запитувати на штурм людей, різних за фахом. Моральна атмосфера в аудиторії повинна бути позитивною.

4. Експертизу та відбір ідей після закінчення процесу генерування слід проводити дуже уважно. При їх оцінці необхідно враховувати всі, навіть самі нереальні ідеї.

5. Процесом розв'язання задачі керує керівник «штурму», який забезпечує виконання всіх правил.

6. Якщо задача не розв'язується в ході штурму, процес рішення можна повторити.

За останні роки з'явилися різновиди методу мозкової атаки: індивідуальна мозкова атака, зворотна мозкова атака, парна, масова, двоступінчаста та ін. Індивідуальна мозкова атака проводиться однією людиною. Масова мозкова атака призначена для збільшення ефективності генерування нових ідей у великій аудиторії.

В основі **зворотної мозкової атаки** лежить закон прогресивної конструктивної еволюції ТО. Згідно цьому закону перехід до нових зразків техніки відбувається шляхом виявлення та усунення дефектів у існуючому поколінні ТО при наявності необхідного науково-технічного потенціалу. Однак, при використанні зворотного методу мозкової атаки повний список недоліків повинен відображати всі можливі відхилення, кожен з яких буде видалений або врахований у

новому виробі. В результаті чого новий ТО буде реалізовувати максимально можливий стрибок для існуючого науково-технічного рівня. Іншими словами, повний список недоліків повинен відображати всі можливі відхилення існуючого становища від бажаного.

Метод зворотної мозкової атаки може бути використаний при:

- уточненні постановки винахідницьких та раціоналізаторських задач;
- розробці технічного завдання або пропозиції;
- експертизі проектно-конструкторської документації на будь-якій стадії розробки.

Сутність **подвійної прямої мозкової** атаки полягає у тому, що процес мозкового штурму відбувається за два етапи з перервою від двох годин до двох-трьох днів. **Мозкова атака з оцінюванням ідей** призначена для розв'язання складних конструкторських рішень та виконується в три етапи. На першому етапі проводиться прямий мозковий штурм. На другому етапі кожний учасник повідомляє про відібрані три - п'ять ідей, які повторно обговорюються. Третій етап є підсумковим.

Масова мозкова атака, запропонована Дж. Дональдом Філіпсом (США), дозволяє істотно збільшити ефективність генерації нових ідей у великій аудиторії (число учасників варіюється від 20 до 60 чоловік). Особливість цієї модифікації методу полягає в тому, що присутніх ділить на малі групи чисельністю 5-6 чоловік. Керівник кожної групи є одночасно керівником всієї сесії. Після розділення аудиторії на малі групи останні проводять самостійну сесію прямої мозкової атаки.

Синектика – найбільш сильна зі створених за кордоном методик психологічної активації творчості – є подальшим розвитком та вдосконаленням мозкового штурму. Слово «синектика» у перекладі з грецької означає «сумісність різнорідних елементів». Автором методу синектики вважається Дж. Гордон. Сам термін «синектика» означає «об'єднання окремих елементів». Творчий процес навіть окремої людини з погляду Дж. Гордона аналогічний творчому процесу колективу людей, що мають в сукупності різносторонню підготовку. Теоретичною основою синектики були ствердження, що творчий процес пізнається та може бути раціонально організований.

В умовах застосування методу синектики слід уникати передчасного чіткого формулювання проблеми (творчої задачі), оскільки це сковує подальший пошук її рішення. Обговорення доцільно починати не з самої задачі (проблеми), а з аналізу деяких загальних ознак, які як би вводять в ситуацію постановки проблеми, неодноразово уточнюючи її значення.

Не слід зупинятися при висуненні ідеї, якщо навіть здається, що вже знайдена оригінальна ідея і що задача вже вирішена. Якщо творча задача не розв'язується, то доцільно знов повернутися до аналізу ситуації, що породжує проблему, або роздірити її на підпроблеми.

Організація проведення сесії синекторів позичена з мозкового штурму, але відрізняється застосуванням деяких прийомів психологічного налаштування, у тому числі – дуже активним застосуванням аналогій.

Література: 1, с.28-34, 2, 5, с.48-58, 6, с.160-176.

Питання для самоперевірки.

1. Що таке «мозковий штурм»?
2. Навести основні правила проведення «мозкового штурму».
3. Які відомі різновиди «мозкової атаки»?
4. У чому полягають особливості «зворотної мозкової атаки»?
5. У чому відмінність «мозкової атаки з оцінюванням ідей» від попередніх видів «мозкової атаки»?
6. Що таке «синектика»?
7. Яким чином відбуваються синектичні засідання?

1.13 Асоціативні методи пошуку технічних рішень. Метод контрольних питань.

Асоціативні методи активізації творчого мислення ґрунтуються на застосуванні у творчому процесі семантичних (семантика – значення одиниць мови, слів) властивостей понять шляхом використання аналогії їх вторинних змістових відтінків. Основними джерелами для генерування нових ідей служать асоціації, метафори та випадково обрані поняття. До асоціативних методів відносяться: метод каталогу, метод фокальних об'єктів, метод гірлянд випадковостей та асоціацій.

Між двома абсолютно різними поняттями можна встановити логічний зв'язок, асоціативний перехід у чотири - п'ять етапів. Наприклад, «деревина» – «м'яч»: «деревина» - «ліс», «ліс» - «поле», «поле» - «футбольне», «футбольний» - «м'яч». Встановлено, що число прямих асоціативних зв'язків будь-якого поняття (слова) у середньому біля 10.

Винахідництво пов'язано з пошуком окремих аналогів, переносом знань із однієї області в іншу, інтерпретацією нового засобами відомих понять, тому у ньому важко обійтись без переносного смислу, метафоричних виразів, які визивають нові асоціації. Для виникнення асоціацій та генерацій ідей можна використовувати метафори-аналоги («дзвоник сміється»), метафори катахрези («круглий квадрат»), метафори-загадки («туман над лісом» – косинка). Метафори можуть бути підказкою для знаходження винахідницької ідеї. Але їх використання вимагає властивості до нетрадиційного мислення. Для полегшення цього процесу використовують створення гірлянд метафор, тобто одно часове застосування всіх видів метафор.

Сутність методу фокальних об'єктів полягає в перенесенні ознак випадково обраних об'єктів на об'єкт, який удосконалюється, у наступному порядку:

- обрання фокального об'єкту (наприклад, годинник);
- обрання трьох-чотирьох випадкових об'єктів (наприклад, кіно, змія, каса, полюс);

- складають списки ознак випадкових об'єктів (наприклад, кіно: широко-екранне, звукове, кольорове, об'ємне та ін.);

- генерування ідей шляхом приєднання до фокального об'єкту ознак випадкових об'єктів (наприклад, широкоекранний годинник, звуковий годинник, об'ємний годинник);

- оцінювання отриманих ідей та відбір корисних рішень.

Подальшим розвитком методу фокальних об'єктів є метод гірлянд випадковостей та асоціацій, який допомагає знайти велику кількість підказок для нових ідей шляхом утворення асоціацій.

Метод контрольних питань застосовується для психологічної активізації творчого процесу. Його мета – за допомогою навідних питань підвести до розв'язання задачі. Метод може застосовуватись або у формі монологу винахідника, зверненого до себе, або діалогу. Сутність методу полягає у тому, що винахідник відповідає на питання, які містяться у списку, та у зв'язку з ними розглядає свою задачу. Існують спеціальні опитувальники, які складені А. Осборном, Е.Раудзенпом, Т.Ейлоартом, Д.Пірсоном та ін. Вони складаються з різної кількості питань.

Список контрольних питань по А. Осборну містить 9 груп питань, серед яких такі:

яке нове застосування технічному об'єкту ви можете запропонувати?'

чи можливе рішення задачі винахідництва шляхом пристосування, спрощення, скорочення?

які модифікації технічного об'єкту можливі? що можна збільшити в технічному об'єкті? і ін.

Список контрольних питань, складений Т. Ейлоартом, є програмою роботи талановитого винахідника, визначуваною питаннями, що вимагають розвинутої уяви і глибоких різносторонніх знань. Наприклад: перерахувати всі якості і визначення передбачуваного винаходу, змінити їх; сформулювати задачі ясно, спробувати нові формулювання, визначити другорядні задачі і аналогічні задачі, виділити головні, перерахувати недоліки існуючих рішень, їх основні принципи, нові пропозиції; накидати фантастичні, біологічні, економічні, молекулярні і інші аналогії; побудувати математичну, гідравлічну, електронну, механічну і інші моделі (вони точніше виражають ідею, ніж аналогії) і т. ін.

Списки контрольних питань розробляються шляхом аналізу і узагальнення досвіду робіт технологів підприємств. Список - це спосіб передачі досвіду, він дозволяє не упустити яких-небудь важливих моментів, звернути увагу на що-небудь, направляє і розширює можливості пошуку рішення.

Література: 1, с.34-36, 2, 5, с.41-48.

Питання для самоперевірки.

1. Визначення поняття «семантика».
2. У чому полягає асоціативний метод?
3. Які види метафор можна використовувати з метою генерації ідей?
4. Охарактеризувати поняття «гірлянди метафор».

5. Розкрити сутність методу фокальних об'єктів.
6. Мета застосування методу контрольних питань.
7. Ознайомитись зі змістом «опитувальника».

1.14 Рациональні методи рішення творчих технічних задач. Морфологічний аналіз систем. Метод поелементного аналізу. Функціонально-вартісний аналіз.

Метод морфологічного аналізу (МА) є одним з прикладів реалізації системності в рішенні творчих технічних задач. Метод ефективніший при рішенні конструкторських і технологічних задач загальної характеру: проектування нових машин і технологічного устаткування; пошук нових варіантів технологічних процесів; пошук нових застосувань існуючого об'єкту (виробу); прогнозування розвитку технічних систем і технологій і ін.

Основний принцип методу МА полягає в систематизованому аналізі всіх можливих варіантів, витікаючих із закономірностей будови (тобто морфології) удосконалюваної системи. В технічному об'єкті (технічній системі, технологічному процесі), що розглядається, виділяється декілька характерних для нього структурних або функціональних морфологічних ознак (*P*). Кожна така ознака може характеризувати якийсь конструктивний режим роботи, тобто параметри або характеристики об'єкту, від яких залежить досягнення основної мети об'єктом, яка визначається його призначенням. За кожною виділеною морфологічною ознакою визначають різні конкретні варіанти реалізації технічного вираження. Нижче наведено алгоритм застосування методу морфологічного аналізу.

1. Формулювання задачі (проблеми).
2. Складання списку всіх морфологічних ознак об'єкта задачі, тобто всіх важливих характеристик об'єкта, його параметрів і режимів роботи, від яких залежить реалізація об'єктом своєї головної мети.
3. Розкриття можливих варіантів за кожною морфологічною ознакою і складання морфологічної матриці.
4. Формулювання конкретних рішень задачі шляхом поєднань варіантів морфологічних ознак.

Морфологічний аналіз дозволяє здійснювати і більш глибокий системний аналіз варіантів рішення задачі шляхом застосування методу до конкретного варіанту рішення, тобто для певного технічного вирішення задачі знову виділяють морфологічні ознаки і здійснюють їх синтезований перебір. Метод дозволяє активізувати здатність інженера генерувати велике число різних варіантів рішення задачі. На відміну від простого перебору варіантів метод МА полегшує отримання сотень і тисяч нових поєднань, дає можливість окинути їх єдиним поглядом і систематично аналізувати. Метод МА може знайти широке застосування в легкій промисловості при рішенні конструкторських і проектних задач з питань розробки нових видів технологічного устаткування, нових моделей одягу і взуття, при пошуку компоновальних і схемних рішень,

системному аналізу методів обробки вузлів і всього виробу в цілому з метою вибору найефективнішого методу. В результаті глибокого морфологічного аналізу об'єкта можна прийти до нового погляду на все поле можливих рішень, а звідси недалеко і до принципово нових напрямів удосконалення конкретного технічного об'єкта.

Метод поелементного аналізу конструкцій заснований на аналізі елементів конструкції технічного об'єкта (ТО), що містить непомітні на перший погляд недоробки, які викликають перевитрату матеріальних і трудових ресурсів у виробництві.

Для того, щоб виготовити ту чи іншу деталь, необхідно затрачувати певні матеріальні і трудові ресурси на отримання того чи іншого значення характеристики. Економічний аналіз безлічі конструкцій показує, що матеріальні і трудові витрати, особливо по допоміжній групі характеристик, часто є необгрунтовано завищеними через неекономічні рішення. Як правило, їх можна скоротити.

Нижче наведено алгоритм методу поелементного аналізу.

1. Визначаються деталі ТО, що містить непомітні на перший погляд недоробки і викликають перевитрату матеріальних і трудових ресурсів при їх виготовленні.

2. Для вибраної деталі визначається сукупність характеристик. Сукупність характеристик підрозділяється на дві групи: основну і допоміжну. Аналізуються витрати на досягнення існуючих значень до поміжних характеристик.

3. Виконується спроба скоротити ці витрати шляхом застосування різних технічних рішень.

Ідею даного методу можна з успіхом застосувати для поелементного аналізу будь-якого технічного об'єкта (виробу). Для цього необхідно побудувати схему з'єднання деталей виробу і проаналізувати матеріальні і трудові витрати на отримання того або іншого значення характеристик кожної деталі.

Як відомо, в собівартості будь-якої промислової продукції окрім витрат, абсолютно необхідних для виконання виробом заданих функцій, завжди є додаткові або зайві (невиправдані) витрати. Вони можуть бути викликані недосконалістю конструкції або технології, наприклад, надмірне ускладнення форми, завищення класу точності обробки деталей, параметрів чистоти обробки поверхонь, що не сполучаються, необгрунтоване застосування дефіцитних матеріалів, зайва міцність, дорогі покриття і т. ін.

Функціонально-вартісний аналіз (ФВА) є методом удосконалення конструкцій і технологій виробництва виробів, методом пошуку резервів економії сировини, енергії і праці. ФВА - метод універсальний. Його можна використовувати для вирішення найрізноманітніших задач: зниження собівартості продукції, транспортних витрат, підвищення продуктивності праці, скорочення або, взагалі, ліквідації браку.

Основні етапи ФВА:

- підготовчий (планування і підготовка дослідження, визначення цілей роботи, підготовка робочого плану);
- інформаційний (збір інформації про конструкцію, технологію, калькуляційні розрахунки і т.п.);
- аналітичний (дослідження функції кожного елемента і розрахунок фізичних витрат на нього, виявлення непотрібних функцій);
- творчий (пошук альтернативних рішень за допомогою методів пошуку нових технічних рішень);
- рекомендаційний (оцінка ефективності отриманих рішень з погляду витрат і якості);
- впроваджу вальний (впровадження і контроль результатів).

Література: 1, с.51-64, 5, с.58-66, с.93-106, с.273-292.

Питання для самоперевірки.

1. У чому полягає сутність раціональних методів розв'язання творчих технічних задач?
2. У чому полягає основний принцип методу морфологічного аналізу?
3. Навести алгоритм застосування методу морфологічного аналізу.
4. У чому відмінність методу МА від методу по елементного аналізу?
5. Які основні складові етапи методу морфологічного аналізу?
6. Які витрати можна віднести до невикористаних?
7. У чому полягає універсальність методу функціонально-вартісного аналізу?
8. Перелічити основні етапи ФВА.

1.15 Прийоми технічної творчості, їх застосування. Принцип дроблення. Застосування типових прийомів подолання технічних суперечностей. Застосування основних принципів перетворення технічних об'єктів.

В процесі рішення задачі кожна людина використовує свої знання, досвід, отримані ним в процесі навчання і практичної діяльності. Накопичені знання є набором правил, які дозволяють знаходити нові рішення або поліпшувати вже відомі. Наприклад, існує такий прийом як «зайва ланка». З його допомогою можна натрапити на ідею знайти зайву ланку в технологічній послідовності виготовлення виробу і усунути її. Пригадаємо, що технологія спочатку створювалася методом проб і помилок. З метою раціоналізації трудового процесу технологічну операцію представляють сукупністю елементарних прийомів (рухів), а потім аналізують послідовність їх виконання з метою виявити зайві рухи. Шляхом ліквідації нерациональних рухів (зайвої ланки) знижуються витрати часу на виконання операції.

Застосування принципів дії живих систем і використання біологічних процесів для вирішення творчо-конструкторських і винахідницьких задач дозволяє копіювати властивості біологічних об'єктів і переносити їх на техніку або технологію.

Узагальнюючи досвід роботи інженерів і винахідників, вчені, починаючи з початку ХХ ст., стали складати списки різних прийомів пошуку ідей для вирішення інженерних задач. Користуючись такими списками, можна знайти підказку нових оригінальних (нестандартних) напрямків пошуку.

Нижче приводяться деякі прийоми подолання технічних суперечностей, які систематизовані Г.С.Альтшуллером. Кожний з прийомів досить універсальний і відображає найефективніші принципи перетворення об'єкту.

1. Принцип дроблення передбачає розділення об'єкту на незалежні частини, виконання об'єктів розбірними, збільшення ступеня дроблення (подрібнення) об'єкту.

2. Принцип винесення полягає у відділенні від об'єкту однієї його частини (властивості) або, навпаки, у виділенні єдинопотрібної частини (властивості). Наприклад, в керованих по радіо моделях з електричними двигунами для зменшення радіоперешкод, створюваних колектором двигуна, його корпус укладають в оболонку, зроблену з тонкої маловуглецевої сталі.

3. Принцип місцевої якості полягає в переході від однорідної структури об'єкта (процесу) до неоднорідної. Різні частини об'єкта повинні мати різні функції і характеристики, що найбільш відповідають їх роботі. Наприклад, добре відомо, що спрацювання деталей механізмів машин відбувається по контактній поверхні, тому немає значення збільшувати твердість всього об'єму деталі - можна збільшити твердість тільки шару металу, який знаходиться на контактній поверхні. Тому стали застосовувати поверхневе гартування, науглецювання поверхневого шару та ін.

4. Принцип асиметрії передбачає перехід від симетричності до асиметрії. Більше за традицією, але частіше з чисто інтуїтивних міркувань люди прагнуть виготовляти вироби симетричними. А іноді саме відхід від звичних симетричних форм дозволяє ефективно вирішувати поставлені задачі.

5. Принцип об'єднання полягає в поєднанні в просторі або часі однорідних або суміжних операцій (об'єктів).

6. Принцип універсальності — об'єкт виконує функції інших об'єктів (тих, в яких саме зараз немає потреби).

7. Принцип «матрьошки» — один об'єкт розміщений усередині іншого, проходить крізь порожнину в іншому. Корпуси сучасних побутових універсальних кухонних комбайнів виготовляються порожнистими для того, щоб в цій порожнині можна було берегти змінні насадки.

8. Принцип антиваги полягає в компенсації маси (вага) об'єкта шляхом з'єднання його з іншими об'єктами, що володіють підйомною силою, або взаємодії з середовищем (за рахунок аерогідродинамічних і інших сил).

9. Принцип попереднього напруження підказує, що необхідно наперед додати об'єкту деформації (напруження), протилежні небажаним.

10. Принцип попереднього виконання полягає в тому, щоб наперед виконати необхідну зміну об'єкта (повністю або частково), розставити об'єкти так, щоб вони могли вступити в дію з мінімальними витратами часу на їх доставку. Наприклад, при складанні автомобілів на конвеєр поставляються вже зібрані і обкатані двигуни.

Література: 1, с. 64-84, 2.

Питання для самоперевірки.

1. Коротко опишіть історію накопичення прийомів пошуку ідей для вирішення інженерних задач.
2. Які прийоми подолання технічних суперечностей відомі?
3. Хто систематизував основні принципи перетворення технічних об'єктів?
4. Що передбачає принцип дроблення?
5. У чому полягає принцип винесення?
6. Розкрити сутність принципу попереднього виконання.
7. Навести приклади застосування деяких принципів перетворення технічних систем.

1.16 Основи теорії рішення винахідницьких задач. Основні етапи раціонального творчого процесу.

З кінця 40-х років в деяких країнах почалася розробка теорії науково-технічної творчості, або як її інакше називають, теорії рішення винахідницьких задач (ТРЗВ). Її складовою частиною, основним робочим інструментом є АРВЗ – алгоритм рішення винахідницьких задач. Термін «алгоритм» у вузькому розумінні означає набір правил, розпоряджень, що дозволяють вирішувати конкретні задачі з деякого класу однотипних задач. В широкому значенні АРВЗ – це комплексна програма, що заснована на законах розвитку технічних систем і дозволяє проаналізувати початкову задачу, побудувати її модель, виявити суперечність, що заважає отримувати бажаного результату звичайними (відомими) шляхами і знайти найефективніший прийом розв'язання цієї суперечності. Сутність АРВЗ описано у ряді книг Г.С. Альштуллера.

Процес рішення винахідницької задачі полягає в тому, щоб шляхом порівняння ідеального і реального виявити технічну суперечність або його причину (фізичну суперечність) і усунути його, перебравши відносно невелике число варіантів. АРВЗ, починаючи з 50-х років, безперервно удосконалюється і розвивається.

Перед аналізом винахідницьких задач необхідно виконати їх класифікацію. З цієї метою уявімо будь-яку технічну задачу у вигляді системи, яка складається з трьох елементів: *A* – вплив; *B* – об'єкт, який підлягає перетворенням; *C* – результат, який прагнуть отримати перетвореннями об'єкта.

Творчий процес передбачає пошук рішення в умовах невизначеності, недостачі інформації. Однак ступінь невизначеності може бути різним та може відноситись до різних елементів задачі. Наприклад, невизначеним є лише один з

трьох компонентів задачі, однак на практиці часто зустрічаються випадки, при яких невизначених компонентів більше одного. Якщо ввести таке поняття як коефіцієнт невизначеності K , який характеризує кількісну інформацію, необхідну для правильного вибору технічної задачі, та застосувати його до кожного з елементів A, B, C , то отримаємо набір показників: K_a, K_b, K_c (коефіцієнти визначеності впливу, об'єктів, результату). Надана сукупність показників дає можливість характеризувати клас, рівень та стан технічної задачі, а їх добуток означає коефіцієнт визначеності всієї задачі: $K_{авс} (K_a \times K_b \times K_c = K_{авс})$. Якщо $K_{авс} \rightarrow 1$, ми маємо справу зі звичайною інженерною задачею, всі компоненти якої практично повністю визначені. Чим вище $K_{авс}$, тим менш винахідницькою є творча задача. Якщо коефіцієнт невизначеності K надати як величину, зворотну кількості проб

$$N: K_a = \frac{1}{N_a}; K_b = \frac{1}{N_b}; K_c = \frac{1}{N_c} \quad (N_a - \text{кількість варіантів перетворень, } N_b -$$

кількість варіантів об'єктів, матеріалів, N_c – кількість варіантів результатів, технічних параметрів), то згідно умовній градації рівнів творчості, першому рівню відповідають рішення задач, для яких $0,1 \leq K_{авс} < 1$; другому рівню - $0,01 \leq K_{авс} < 0,1$ і т.д. Очевидно, що існує певний межовий рівень коефіцієнта визначеності задачі $K_{авс}$ нижче якого рішення не може бути знайдено, оскільки невизначена технічна задача. В міру відбраковки варіантів, «пустих спроб», коефіцієнт визначеності задачі збільшується за рахунок зменшення числа залишених варіантів.

Практика рішення показує, що людина, яка засвоїла основні існуючі прийоми та методи пошуку творчих рішень, активізації творчого мислення та має певний винахідницький опит, користується не усіма прийомами та процедурами, а лише їх окремими найбільш сильними розділами. Тобто відпрацьовується своя методика, власний алгоритм, який визначає творчий почерк винахідника. У той же час розумові дослідження, які проводять винахідники, мають ряд загальних етапів, рис, прийомів, що дозволяє уявити процес рішення технічної задачі у вигляді схеми, яка складається з декількох найбільш характерних частин.

Одним з основних джерел розвитку техніки є невідповідність технічних потреб суспільства технічним можливостям. З чого слідує, що до основного типу відносяться задачі з визначеним кінцевим результатом, який полягає у розв'язанні вказаного протиставлення та задовільненні технічних потреб суспільства. Можна розрізнити дві основні форми відображення технічних потреб суспільства: індивідуальне осмислення таких потреб в процесі технічної творчості та соціальний заказ (осмислення загальної технічної потреби самим суспільством).

Протиставлення між технічними потребами суспільства та можливостями проявляється у вигляді недоліку H . Умовно вважається, що виявлення технічного недоліку – перший етап розв'язання винахідницької задачі. Задача винахідництва може здійснюватись у наступній послідовності:

- оцінювання доцільності рішення задачі, під час якого винахідник визначає очікувану ефективність рішення;

- аналіз надсистеми, до якої входить технічна система, яка розглядається (можливе використання елюентів морфологічного аналізу);
- аналіз технічної системи та її підсистем, обрання задачі;
- аналіз технічної задачі (здійснюється параметричний, морфологічний, структурно-функціональний опис системи);
- формулювання умов та аналіз винахідницької задачі;
- пошук ідеї рішення;
- синтез нового технічного рішення.

Графічне зображення ходу рішення задачі у вигляді замкнутого циклу координат, яке є наглядним, є на рис.13 [5, с.102].

Література: 1, с.324-344, 5, с. 93-104,

Питання для самоперевірки.

1. Розкрити значення абревіатури АРВЗ.
2. Що означає коефіцієнти невизначеності?
3. Які існують можливі варіанти ступеню невизначеності інженерних задач?
4. Навести послідовність розв'язання винахідницької задачі.
5. У чому полягає сутність етапу «формулювання умов та аналіз винахідницької задачі»?
6. Яким чином формулюються умови та здійснюється аналіз винахідницької задачі?
7. Опишіть детально етап синтезу технічного рішення.

1.17 Інформаційне забезпечення технічної творчості. Види та джерела наукової інформації. Пошук та накопичення наукової інформації. Оцінювання інформації.

Відомо, яку важливу роль відіграє інформація в творчості конструкторській діяльності взагалі і, зокрема, в технічній творчості, починаючи з етапу висунення ідеї і закінчуючи оцінкою отриманих результатів. Не випадково багато учених, що займаються проблемами творчої діяльності, вважають, що творчість зводиться до зміни або встановлення нових зв'язків між вже наявними відомостями. Інформація - це відомості, що є об'єктом зберігання, перетворення і розповсюдження в системі наукових комунікацій.

Слово **інформація** походить від латинського слова *informatio* — роз'яснення, виклад. Спочатку цей термін відносився до відомостей, які передавались людьми усним, письмовим або іншим способом (за допомогою умовних сигналів, технічних засобів і т.д.). Проте з середини ХХ століття інформація - це загальнонаукове поняття, що включає, зокрема, обмін відомостями між людьми, людиною і машиною, між різними машинами. З визначення інформації виходить, що не всі відомості, одержувані нами, можна віднести до розряду інформації.

Основні ознаки інформації ХХІ століття:

- завжди знаходиться (або закріплена) на матеріальному носії;

- в цілому не має властивостей адитивності, комутативності і асоціативності (до елементів наукового повідомлення не можна застосувати прості правила алгебри);

- володіє цінністю для одержувача (ця цінність пов'язана з тією метою, якої одержувач хоче досягти за допомогою інформації або яку ця інформація наново її висуває);

- має суспільну природу;

- має семантичний характер: вона пов'язана з поняттями, смислом, значенням (це означає, що наукова інформація є мовним зв'язком тільки між людьми);

- має мовну природу;

- незалежна в своєму змісті від мови, на якій вона виражена, і від виду фізичного носія, на якому вона закріплена;

- володіє властивістю дискретності, яка походить від дискретності мовних знаків, за допомогою яких вона утворена, а також від «переривчастості» часових моментів, в які відбувається відчуження «митті» інформації;

- володіє властивістю кумулятивності (кожний науковець може і повинен робити прирости до сучасної будівлі науки, побудованої зусиллями попередніх поколінь);

- незалежна від її творців (в цьому наукова інформація відмінні від інформації естетичної);

- старіє специфічним чином (йдеться про наукову інформацію);

- піддається розсіянню по наукових виданнях і творах (ця її властивість тісно пов'язана з процесами диференціації і інтеграції в науці).

Даний перелік не є повним. Проте з нього кожний може зробити ряд важливих для себе висновків. Зокрема, з того, що інформація НС володіє властивостями адитивності, комутативності і асоціативності, витікає, що інформація, на перший погляд не маючи відношення до питання, яке вивчається, може дати поштовх до оригінального рішення проблеми. Остання властивість інформації створює головну трудність в її використанні: у всі часи збір необхідної інформації був одним з самих трудомістких етапів творчої діяльності.

Теоретичною основою інформації є *інформатика* - наука про загальні властивості і закономірності інформації, а також методи її пошуку, передачі, зберігання, обробки і використання в різних сферах діяльності людини. Як наука інформатика сформувалася з появою ЕОМ. Включає теорію кодування інформації, розробку методів і мов програмування, математичну теорію процесів передачі і обробки інформації. Розроблені різні варіанти пошукових систем для знаходження потрібної інформації.

Інформаційно-пошукова система - це сукупність засобів для зберігання, пошуку і видачі за запитом потрібної інформації. Пошук (розміщення) інформації в інформаційно-пошуковій системі здійснюється вручну або за допомогою ЕОМ відповідно до прийнятої інформаційної мови за певних пра-

вил (алгоритму). Приклади найпростіших елементів інформаційно-пошукової системи — бібліотечний каталог і особистий каталог літератури. Але існують елементи і більш високого рівня.

Загальновідому інформацію можна знайти в різній довідковій літературі. Проте найпоширенішими довідковими виданнями є енциклопедії і енциклопедичні словники. Мало знайдеться людей, які б не користувалися ними хоча б час від часу. Проте слід мати на увазі, що видавці нерідко плутають ці два терміни. Тому загляньте в книгу самі, щоб переконатися в тому, чим є конкретне видання - енциклопедичним словником або енциклопедією. Різниця між ними - в обсягу інформації. Словники звичайно однотомники, невеликі за об'ємом, статті в них - одна або дві строчки.

Енциклопедії, як правило, багатотомні. Окремі статті в них можуть налічувати десятки сторінок. Багато статей в енциклопедії є вичерпним вступом в яку-небудь проблему або науку. Енциклопедії бувають двох типів. Перший містить всі знання, накопичені людством і розташовані в алфавітному порядку; кожному поняттю в них відводиться не менше абзацу або довга ґрунтовна стаття, написана відомим вченим. Другий - галузеві енциклопедії, присвячені якійсь одній галузі знань і містять вельми докладну (і часто спеціалізовану) інформацію, наприклад, «Енциклопедія техніки».

Але найдокладнішу інформацію з теми, що цікавить, можна почерпнути із спеціальної літератури, присвяченою даній проблемі. Знайти потрібну інформацію в бібліотеці допоможуть спеціальні каталоги, що використовують, перевірені часом системи класифікації наукової і документальної літератури.

Необхідну інформацію для роботи можна знайти не тільки в бібліотеках. Її часто можна зібрати при відвідинах музеїв, виставок, різних змагань, знайти на відео - і мультимедіа-носіях. Можна отримати консультацію у визнаних фахівців в своїй області або в будинках технічної творчості.

Електронні засоби інформації. В даний час величезні масиви інформації розміщені на різних серверах в системі Інтернет. Студенти і школярі все частіше використовують цю інформацію для підготовки докладів, рефератів і курсових робіт. На жаль, дуже часто ці матеріали є анонімними, не мають посилань на авторів запозичених текстів і часто містять помилкові висновки або неперевірену інформацію. Це відбувається тому, що розміщені в Інтернет матеріали не проходять попереднього рецензування фахівців. Серйозні наукові журнали в обов'язковому порядку посилають всі отримані матеріали на рецензування визнаним фахівцям, які виявляють і повертають на доробку неякісні роботи.

Все більше поширення в системі електронних комунікацій набувають Інтернет конференції (інші терміни: конференції, форуми, «круглі столи»), які призначені для отримання останніх новин, знайомства з людьми за інтересами, обміну ідеями і думками, отримання необхідних консультацій. Конференцію можна уподібнити живому організму: якщо є користувачі, що мають по-

требу в тематиці даної конференції, вона живе; якщо інтерес користувачів пропадає - вона «вмирає». Інформацію *Usenet* можна представити як електронний «паркан», на який кожний користувач наклеює свій листок (повідомлення) і прочитує всі листки, наклеєні на «паркан» іншими. Для участі в конференції користувач повинен «підписатися», тобто послати повідомлення на сервер цієї конференції. Від режиму підписки залежить характер отримання користувачами інформації від конференції: отримання усіх статей даної конференції; отримання статі за вибором користувача.

Технічна творчість неможлива без отримання знань про те, що було зроблене раніше в досліджуваному питанні, і про нові досягнення в області техніки, виробництва. Велику роль тут грає отримання свіжої науково-технічної і патентної інформації. В даний час встановлено, що обсяг знань по основних галузях діяльності людини подвоюється протягом кожні 5 років, а в галузях, що швидко розвиваються, наприклад, електроніці, технічній кібернетиці, комп'ютерних технологій - за 2 - 3 роки. Науково-технічна інформація відображається, головним чином, в друкарській продукції: журналах за галузями знань, збірниках і наукових праць провідних академій наук, найбільших університетів, вищих учбових закладів. Видається також безліч книг, присвячених окремим науковим проблемам - монографій, збірників наукових і праць, підручників, навчальних посібників.

Пошук потрібної інформації в океані знань стає складною справою, тому у всіх країнах ведуться великі роботи не тільки над отриманням нових знань про навколишній світ, але і над тим, як передати отримані знання грядущим поколінням, як зберігати, обробляти і передавати науково-технічну інформацію людям. Для вирішення задачі збору, зберігання і розповсюдження науково-технічної інформації в Україні створений Український інститут науково-технічної і економічної інформації (УкрІНТЕІ) при міністерстві освіти і науки. Створені обласні центри науково-технічної інформації. Всі ці організації видають вторинні джерела інформації, що дозволяють користувачам на місцях швидше знаходити потрібні відомості для своєї діяльності (реферативні журнали, огляди інформації, бюлетені науково-технічної інформації за галузями науки і техніки, експрес-інформація і т.п.).

Література: 3, с. 133-152, 4, с.30-43.

Питання для самоперевірки.

1. Розкрити роль інформації у проектно-конструкторській діяльності.
2. Сутність поняття «інформація».
3. Перелічити основні ознаки інформації XXI століття.
4. Призначення та види інформаційно-пошукової системи.
5. У чому полягають переваги та недоліки електронних засобів інформації?
6. Сутність та правила проведення Інтернет конференцій?
7. Які функції виконує Український інститут науково-технічної і економічної інформації (УкрІНТЕІ)?

2. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

2.1 Загальні положення

З метою якісного засвоєння теоретичної інформації з дисципліни та отримання практичних навичок навчальним планом передбачено виконання контрольної роботи (індивідуального завдання). Успішне виконання контрольної роботи є допуском до складання екзамену з дисципліни (або підставою для оцінки засвоєння студентом навчального матеріалу у випадку отримання заліку). Індивідуальне завдання виконується студентом самостійно при консультуванні викладачем після вивчення теоретичного матеріалу з дисципліни.

Виконання контрольної роботи передбачає комплексний аналіз і технічний опис конкретно заданого продукту інженерної діяльності з приведенням усіх необхідних функцій, ознак, властивостей, техніко-економічних параметрів. Студенту необхідно також звернути увагу на інженерні терміни та фізичні величини, які використовуються у контрольній роботі і надати їм відповідне трактування. В процесі виконання контрольної роботи студент не повинен обмежуватися тільки аналізом обраного об'єкту, але також розглянути тенденції його подальшого розвитку.

2.2 Обрання варіанту завдання

Варіантом завдання до контрольної роботи є будь-який технічний об'єкт. Найменування (тип) технічного об'єкту (продукту інженерної діяльності) для виконання індивідуального завдання обирається студентом самостійно і узгоджується з викладачем.

2.3 Правила оформлення та строки здачі контрольної роботи

- Робота виконується на аркушах формату А4.
- Першим листом є титульний лист, на якому вказують прізвище, ініціали студента, назву дисципліни в темі роботи, групу, прізвище та ініціали викладача, назву учбового закладу, рік виконання роботи (додаток А).
- На другому листі надається ЗМІСТ з переліком основних розділів роботи з наданням сторінок початку кожного розділу.
- Робота повинна містити основні складові: ВСТУП, ОСНОВНА ЧАСТИНА, ВИСНОВКИ, ПЕРЕЛІК ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ.
- Текст роботи може бути рукописним, або друкованим. Вимоги до друкованого тексту:

Шрифт	Times New Roman Cyr
Розмір шрифту	14 пунктів
Відстань між рядками	1,5 інтервали
Параметри сторінки	формат А4
Розташування	книжне
Верхнє, нижнє і праве поле	15 мм
Ліве поле	20 мм

- Ілюстрації допускається виконувати різноманітними засобами. Ілюстрації позначають (Рис.) і нумерують послідовно по мірі згадування, потім пишуться назви рисунків, позначення надписів.
- Таблиці розміщуються по тексту, а їх нумерація виконується послідовно. Назва таблиць розміщується над самою таблицею. Назва складається зі слова «Таблиця», її порядкового номера та найменування. Наприклад:

Таблиця 1 –

Технічні характеристики електродвигуна

- Всі сторінки тексту повинні бути пронумеровані справа у нижньому куті. Відлік сторінок починається з титульного листа, а номери сторінок проставляються, починаючи зі змісту.
- Робота повинна бути зшита або переплетена.
- Виконану контрольну роботу необхідно здати на перевірку не пізніше, ніж за тиждень до початку екзаменаційної сесії.

2.4 Зміст ОСНОВНОЇ ЧАСТИНИ контрольної роботи

Основну частину роботи пропонується виконувати за наступним планом:

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТО.
2. ІНЖЕНЕРНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ТО.
 - 2.1 «Схематичне і функціональне представлення продукції».
 - 2.2 Опис (пояснення) значень, які використовуються у представленні технічних термінів і позначень».
 - 2.3 Перелік технічних одиниць вимірювань, які використовуються в представленні продукції та їх відповідність системі СІ.
 - 2.4 Ієрархічний опис ТО.
3. АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ ШЛЯХІВ РОЗВИТКУ АБО УДОСКОНАЛЕННЯ ТО.

В розділі «ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТО» необхідно привести опис сутності продукції інженерної діяльності. Описати зовнішні і внутрішні властивості (область використання; форма, розміри та вага основних складальних елементів; гарантійний термін використання; сервісне обслуговування; технічні умови та умови безпеки експлуатації об'єкту). Також необхідно звернути увагу на наявність різноманітних модифікацій даного об'єкту, їх принципове відрізнєння.

В розділі «ІНЖЕНЕРНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ТО» необхідно надати коротку характеристику основних функціональних вузлів обраного ТО. Обов'язковим елементом пункту «Схематичне і функціональне представлення продукції» є таке представлення об'єкту, у якому розглядається функціональна взаємодія основних частин, які входять до складу об'єкту і пояснюють принцип його дії. Представлення можливо здійснювати у табличній формі (табл.1), схематично,

або засобом словесного опису. Але у будь-якому випадку воно повинно містити інформацію про склад та функціональне призначення кожного елемента.

При виконанні контрольної роботи студент мусить навести ескізи або креслення (можливо ксерокопії, або скановані об'єкти) якогось окремого вузла технічного об'єкту, який на його погляд є найбільш важливим у функціональному плані. Результатом такого представлення повинен бути аналіз основних функцій і можливостей технічного об'єкту.

Таблиця 1 –
Характеристика основних функціональних елементів кондиціонеру настінного типу

Назва функціонального вузлу	Складники	Призначення
Внутрішній блок	<ul style="list-style-type: none"> - передня панель - повітряний фільтр - вертикальні жалюзі - горизонтальні жалюзі - приймач сигналів 	<p>закриває повітряний фільтр від зовнішніх впливів для фільтрації повітряного струму</p> <p>орієнтує повітря, що надходить, у вертикальному напрямку</p> <p>орієнтує повітря, що надходить, у горизонтальному напрямку</p> <p>приймає сигнали з пульта дистанційного керування</p>
Зовнішній блок	<ul style="list-style-type: none"> - пристрій для вентиляції - фреонопроводи - дренажний шланг - з'єднувальні проводи 	<p>здійснює забір та викид повітря</p> <p>для підводу фреону</p> <p>для виводу конденсованого повітря</p> <p>для подачі повітря на внутрішній блок</p>

При виконанні пункту 2.2 «Опис (пояснення) значень, які використовуються у представленні технічних термінів і позначень» виконується з використанням довідниково-енциклопедичної літератури. Для цього обираються декілька технічних термінів з роботи.

Наприклад:

Електродвигун – електрична машина, яка перетворює електричну енергію в механічну.

Вентилятор – пристрій, який утворює надмірний тиск повітря або іншого газу для його переміщення у заданому напрямку.

При аналізі технічних і фізичних одиниць вимірювань, які використовуються у роботі (пункт 2.3), студенту необхідно виділити декілька таких одиниць, що використані у роботі, вказати їх фізичний зміст та розмірність, а також визначити їх відповідність системі СІ (Міжнародна система одиниць).

Наприклад:

Герц – одиниця вимірювання частоти коливань у системі СІ. Частота коливань – кількісна характеристика періодичності коливань, яка дорівнює відношенню циклів коливань до часу їх здійснення.

Кінська сила – одиниця потужності (потужність – енергетична характеристика, яка дорівнює відношенню роботи до інтервалу часу її здійснення), позначається [к.с.] і є несистемною одиницею. Одиниця потужності у системі СІ – Ватт [Вт]. 1 к.с. = 735,499Вт.

У пункті 2.4 «Ієрархічний опис ТО» студент повинен описати обраний об'єкт з урахуванням усіх складників: потреба – технічна функція – функціональна структура – фізичний принцип дії – технічне рішення – проект.

У частині «АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ ШЛЯХІВ РОЗВИТКУ АБО УДОСКОНАЛЕННЯ ТО» студенту пропонується викласти свою думку про технічний рівень і споживчу цінність ТО та його перспективність. На основі різноманітних інформаційних джерел щодо перспектив розвитку, враховуючи критерії розвитку технічних об'єктів, виконавець повинен творчо оцінити та спрогнозувати подальші шляхи вдосконалення обраного ТО. При виконанні аналізу пропонується розглянути можливі шляхи розвитку ТО з позиції утворення нових модифікацій виробу, модернізації, універсалізації, спеціалізації, екології, сертифікації на більш високий рівень тощо. У ході постановки задачі розвитку або удосконалення ТО доцільно використовувати раніше описані функції та властивості продукції, визначити критерії та обмеження до нової модифікації (з урахуванням життєвого циклу і можливих економічних показників, а також галузей застосування). Як можливий варіант схем розвитку продукції можливо спробувати розширити коло функцій продукту, комбінуючи нові функції з тими, що вже маютьс'я.

ПЕРЕЛІК ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Амелькин В.І., Зайончик В.М., Сидоренко В.К., Шмельов В.Є. Технічна творчість учнів.: Підручник./ За ред. Амелькіна В.І. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 458 с., рис.171, табл.60.
2. Буш Г.Я. Методы технического творчества. – Рига:Лиесма, 1972. – 112 с.
3. Гайдучок В.М., Затхей Б.І., Лінник М.К. Теорія і технологія наукових досліджень. Навчальний посібник. – Львів: Афіша, 2006. – 232 с.
4. Єріна А.М., Захожай В.Б., Єрін Д.Л. Методологія наукових досліджень: Навчальний посібник. – Київ: Центр навчальної літератури, 2004. – 212 с.
5. Основы технического творчества. Чус А.В., Данченко В.Н. Киев; Донецк: Вища школа. Головное изд-во, 1983. – 184 с.
6. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: Учеб пособие для студентов вузов. – М.:Машиностроение, 1988. – 268 с.: ил.
7. <http://serendip.narod.ru/voir/metod/bush/oglav1.html>

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
КРАСНОАРМІЙСЬКИЙ ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра інженерної механіки

Контрольна робота
з дисципліни
«Основи технічної творчості»

З 0502 43 43.4 *** КР

Виконав _____ М.М.Іваненко
ст. групи ІМ-10 (*дата*) (*підпис*)

Перевірив _____ М.О.Бабенко
ас. кафедри ІМ (*дата*) (*підпис*)

Красноармійськ 2012

Світлана Олександрівна Вірич
Марина Олегівна Бабенко
Тетяна Володимирівна Горячева
Ірина Миколаївна Лаппо

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни
«ОСНОВИ ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ»

(для студентів усіх форм навчання напрямку підготовки
6.050502 «Інженерна механіка»)

Українською мовою

Підписано до друку 20.10.11 Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 4,375
Друк лазерний. Замовлення №23/11. Тираж 40 прим.

Надруковано у Видавничому центрі КП ДВНЗ «ДонНТУ»

