

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобільний факультет

Кафедра технічної експлуатації і сервісу автомобілів
ім. Говоруценка М.Я.

Назаров О.І.

Конспект лекцій з дисципліни «Теорія та методи наукової творчості»
для бакалаврів усіх форм навчання за освітньою програмою
«Автомобільний транспорт»

Харків – 2024

Назаров О.І. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія та методи наукової творчості» для бакалаврів усіх форм навчання за освітньою програмою «Автомобільний транспорт». Харків: ХНАДУ, 2024. 193 с.

Розглянуто практичне застосування методів наукової творчості здобувачів: системного підходу до вирішення наукових і творчих задач; пошуку й обрання найкращих проектно-конструкторських рішень; оцінки результатів науково-технічної творчості, моделювання в науковій і технічній творчості, організації, види й процеси наукових досліджень і рекомендації з викладення результатів наукових досліджень.

Призначений для бакалаврів усіх форм навчання зі спеціальності 274 «Автомобільний транспорт».

ЗМІСТ

	Вступ	3
Лекція 1	Тема 1. Теорія науково-технічної творчості	5
Лекція 2	Тема 2. Творча особистість	21
Лекція 3	Тема 3. Протиріччя в системі «людина-технічний об'єкт-середовище»	30
Лекція 4	Тема 4. Діалектичні принципи технічної творчості в розвитку технічних об'єктів	46
Лекція 5	Тема 5. Еволюційні шляхи створення нових технічних об'єктів	54
Лекція 6	Тема 6. Інформаційне забезпечення науково-технічної творчості	59
Лекція 7	Тема 7. Методологія наукового пізнання навколишнього середовища	67
Лекція 8	Тема 8. Методи теоретичних досліджень	79
Лекція 9	Тема 9. Метод емпіричного дослідження	91
Лекція 10	Тема 10. Евристичні методи пошуку ідей та вирішення наукових технічних задач. Логіка та інтуїція	100
Лекція 11	Тема 11. Евристичні методи пошуку ідей та вирішення наукових технічних задач. Метод проб і помилок. Асоціативні методи	109
Лекція 12	Тема 12. Евристичні методи пошуку ідей та вирішення наукових технічних задач. Модифікації методу «мозкового штурму».	116
Лекція 13.	Тема 13. Евристичні методи пошуку ідей та вирішення наукових технічних задач. Метод контрольних питань	129
Лекція 14	Тема 14. Евристичні методи пошуку ідей та вирішення наукових технічних задач. Метод «букета проблем», інверсій, синектики та емпатій	137
Лекція 15	Тема 15. Оцінка результатів науково-технічної творчості та їх правова охорона	148
Лекція 16	Тема 16. Моделювання в науковій і технічній творчості	166
	Список літератури	192

ВСТУП

Однією з найважливіших рис сучасного науково-технічного прогресу на автомобільному транспорті є розвиток наукових основ формування інженерних рішень під час проектування, виробництва і експлуатації рухомого складу автотранспортних підприємств.

Все більше зближуються задачі між експлуатаційниками, конструкторами і дослідниками. Фахівці, що працюють у кожній з галузей промисловості або народного господарства, неминуче зіштовхуються з необхідністю проведення як теоретичних так і експериментальних наукових досліджень.

Уміння проводити наукові дослідження стає для інженера необхідністю, тому що часто лише з їхньою допомогою вдається врахувати особливості конкретних умов виробництва і виявити резерви підвищення його ефективності. Фахівець, що працює у визначеній галузі промисловості, наприклад на автотранспорті, зустрічається з необхідністю вирішувати задачі зв'язані з підвищенням надійності автомобілів, зниженням експлуатаційних витрат, поліпшенням потужнісних і економічних показників, зниженням токсичності викидів і їхньої гучності, поліпшенням експлуатаційних показників, наприклад, пускових якостей або роботи систем, з розробкою систем керування і багато інших питань.

Фахівцю з технічного обслуговування і ремонту рухомого складу автотранспортних підприємств у своїй практичній діяльності приходиться приймати багато технічних рішень, що вимагають наукового обґрунтування. Сюди відносяться, наприклад, вибір структури технологічного процесу відновлення агрегатів автомобілів, оптимізація режимів обробки та параметрів технологічного устаткування, оснащення дільниць та зон й ін. При цьому критеріями оптимізації можуть бути характеристики як самого технологічного процесу (продуктивність, стабільність і ін.), так і деталей, що відновлюються, (собівартість, точність, експлуатаційні показники і т.д.).

Прискорення науково-технічного прогресу, упровадження науки у виробництво, необхідність творчого рішення виробничих задач – усе це безпосередньо впливає на розвиток вищої школи, що повинна готувати фахівців на рівні сучасних вимог. Якщо практичний досвід молоді фахівці здобувають безпосередньо на

виробництві, то навички науково-дослідної роботи вони повинні одержати у вузах. Тому наукова підготовка студентів – одна з найважливіших форм навчання.

Сучасний фахівець повинен не тільки мати глибокі професійні теоретичні і практичні знання, але і мати мінімум знань в області наукових досліджень. Усе це дозволить самостійно ставити і творчо вирішувати різні складні питання виробництва. Тому впровадження науки у виробництво обумовлює необхідність підвищення рівня інженерно-технічних працівників.

Науково-дослідна робота студентів і магістрів реалізується в наступних формах навчального процесу: вивчення курсу «Технологія наукових досліджень», підготовка реферату на задану тему, окремі дослідження при виконанні лабораторних робіт, підготовка доповіді і виступ на науковому семінарі, розробка окремих науково-дослідних питань у періоди практики й у курсових проектах, узагальнення в випускних роботах усього досвіду НДР за період навчання. Поряд з цим у поза навчальний час студент може брати участь у виконанні науково-дослідних робіт кафедри, у підготовці статей до опублікування, заявок на винаходи та ін.

У результаті вивчення теоретичного курсу і виконання експериментальних досліджень студент повинен освоїти методи планування й організацію наукових досліджень. Для цього потрібно оволодіти методами планування експерименту, обробки й аналізу його результатів, методиками проведення спеціальних технологічних досліджень (характеристик надійності, точності обробки і якості поверхонь деталей і виробу в цілому й ін.), а також знати можливості методів підвищення надійності та якості проведення робіт з технічного обслуговування і ремонту автомобілів.

Також він повинен уміти відбирати й аналізувати необхідну інформацію з теми наукового дослідження; формулювати його задачі і розробляти теоретичні передумови; планувати і проводити експеримент, обробляти результати вимірів і оцінювати погрішності і спостереження; зіставляти результати експерименту з теоретичними передумовами і формулювати висновки дослідження. Студенту важливо придбати навички складання звіту, роботи доповіді або статті за результатами наукового дослідження.

Разом з цим у самому процесі наукових досліджень, навіть у різних областях техніки, багато загального і володіючи цими

загальними прийомами проведення досліджень можна зробити останні більш ефективними, скоротити трудомісткість робіт і уникнути багатьох помилок.

Вивчення й аналіз цих загальних правил і методів ведення наукових досліджень і є задачею даного курсу.

ПЛАН-КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЇ №1

ПЛАН

Вступ

Розділ I. Теорія науково-технічної творчості

1.1. Предмет і сутність наукової й технічної творчості

1.2. Сутність і ознаки технічної творчості

1.3. Структура технічної творчості як процесу створення конкурентоздатної техніки й технології

1.4 Організація наукової діяльності на Україні

Контрольні питання й завдання для самостійної роботи

Вступ

Об'єкт дисципліни ТМНТ – процеси пізнання навколишньої дійсності, творчі процеси вироблення теоретичних і методичних знань, що створюють проблему в наукових дослідженнях, удосконаленні й створенні нових наукових об'єктів і технічних систем.

Предмет дисципліни – теорія й методи наукового пізнання навколишньої дійсності, об'єктивні закони розвитку технічних об'єктів, методологія наукових досліджень процесів і явищ, процеси творчого мислення.

Ціль навчальної дисципліни – надання студентам теоретичних і практичних знань до професійної діяльності, пов'язаної з необхідністю вирішувати науково-технічні задачі з удосконалення й створення нових технічних об'єктів і технологічних процесів шляхом формування у студентів знань із теорії й методів наукових досліджень, комплексу знань творчого мислення, уміння й уявлень,

які забезпечують придбання студентом високої професійної кваліфікації фахівця.

Зміст дисципліни ТМНТ викладено у трьох розділах, які включають 16 підрозділів (тем).

Вивчивши дисципліну, студент має знати:

1. Теоретичні питання наукової творчості (теми 1 – 5): сутність і природу технічної творчості; структуру наукового дослідження; ознаки творчої особистості; природу й джерела протиріч у системі «людина – технічний об'єкт – середовище»; стадії розвитку технічних об'єктів і управління технічною творчістю; еволюційні й революційні шляхи розвитку технічних об'єктів.

2. Методи наукових досліджень (теми 6 – 12): інформаційного забезпечення наукових досліджень; наукового пізнання навколишньої дійсності; теорія і методи наукової творчості теоретичних досліджень; емпіричних досліджень; евристичних досліджень; експертні системи пошуку нових ідей і прийняття творчих рішень; методологія експериментальних досліджень.

3. Практичне застосування методів наукових досліджень (теми 13 – 16): методи системного аналізу при вирішенні наукових і творчих завдань, морфологічного функціонального, інформаційного опису й аналізу об'єктів дослідження й діагностування; методологія пошуку й вибору найкращих проектно-конструкторських рішень; оцінка результатів науково-технічної творчості: винахід, корисна модель, знаки для товарів і послуг та їх правова охорона; моделювання в науково-технічній творчості: методи фізичного, математичного, графічного й імітаційного моделювання досліджуваних процесів; організація, види й процеси наукової діяльності.

У результаті вивчення дисципліни студенти повинні вміти: формулювати наукову задачу, мету, предмет, об'єкт, етапи наукових досліджень і методи дослідження; знайти й проаналізувати інформацію про наукові задачі; переглянути наукові факти в новому аспекті об'єкта досліджень на якісно новому рівні; розуміти наукову мову і користуватися нею; знайти у практичній проблемі творчу наукову задачу, методи її розв'язання, логічно, обґрунтовано розкрити головні ознаки досліджень; використовувати в дослідженнях методи й засоби загальнонаукових інженерних дисциплін, пов'язаних із проблематикою автомобільного транспорту, виконати математичну обробку й інтерпретацію

результатів експерименту.

1.1. Предмет і сутність наукової й технічної творчості

Об'єкт творчості – процес пізнання навколишньої дійсності.

Творчість є вищою формою розуму людини, а також накопиченого досвіду. Процес творчості поки ще не пізнано до рівня адекватної моделі.

Наука розглядає й вивчає проблематику Розуму, досліджує «механізми» мислення. Є численні гіпотези, більш того, описано окремі операції, що входять до процесу мислення (наприклад, запам'ятовування, асоціації і т. ін.), але закінченої операційної структури, що розкриває процес мислення хоча б на чисто описовому рівні, все ще немає.

Щодо розуму людини, найбільш поширеними є феноменологічні уявлення, науці ще треба розкрити процес мислення. Виникнення науки як форми людської діяльності тісно пов'язане зі зростанням інтелекту людини, його математичних і духовних інтересів.

Предметом науки є пов'язані між собою форми руху матерії або особливості їх відображення у свідомості людей.

Наукове пізнання покликане прокладати шлях практиці, давати теоретичні основи для вирішення практичних проблем.

Предмет технічної творчості – матеріальні об'єкти природи у визначеному аспекті пізнання.

Цілі науки – опис, пояснення й передбачення процесів і явищ навколишньої дійсності, що складають предмет її вивчення на основі законів, які вона відкриває.

У широкому значенні цілі науки – пізнання законів природи й суспільства, відповідний вплив на природу й одержання корисних суспільству результатів. Головна мета технічної творчості – створення у природі об'єктів, яких ще взагалі не існувало, удосконалювання самої природи.

Предмети, які виникли як результат діяльності людини і раніше були невідомі – теж об'єктивна реальність і об'єкти пізнання. Звідси випливає багато принципово важливих уявлень про технічну творчість, а також про соціологічні вимоги до цього виду людської діяльності.

До трудової належить трудова діяльність людини, що

спрямована на одержання матеріального продукту.

До духовної сфери діяльності належать мистецтво, сфера послуг і наука. Вони забезпечують інтелектуальне (духовне) багатство суспільства.

Науковою діяльністю вважається інтелектуальна творча робота, спрямована на одержання й використання нових знань.

Найважливішою задачею наукової діяльності є формування системи знань, які сприяють найбільш раціональній організації виробничих відносин і використання виробничих сил в інтересах усіх членів суспільства.

1.2. Сутність і ознаки технічної творчості

Сутність і природа пізнання носять соціальний характер, вони прямо пов'язані з предметом – практичною діяльністю людини, визначаються нею.

Створення нового є однією з форм удосконалювання й пізнання реального предметного світу, у якому ми живемо, що робить прямий і опосередкований вплив на нашу свідому діяльність.

Від живого споглядання до абстрактного мислення і від нього до практики – такий діалектичний шлях пізнання істини, об'єктивної реальності.

У функції пізнання є єдиний виконавець – людина. Вона ж є суб'єктом творчості, а також предметом вивчення різних галузей знання (психології, фізіології, біології, педагогіки, фізики, технічних засобів і т. ін.).

Людина є особливою системою, що являє собою єдність фізичного й духовного, природного й соціального, спадкоємного й придбаного. Нас (у даному випадку) цікавить найважливіша, відсутня у всій іншій природі здатність людини до творчості взагалі, одним із видів якої є технічна творчість.

Творчість – це вид людської діяльності, що породжує щось якісно нове, яке раніше не існувало у природі.

Вона має два аспекти: психологічний і філософський. Предмет вивчення психології – «механізм» творчості, процес від його зародження до завершення. Філософія ж досліджує сутність, змістовність творчості.

Наука розглядає творчість як діяльність людини, що перетворить природний і соціальний світ відповідно до суспільних і

особистих потреб на основі об'єктивних законів дійсності.

У цій фразі укладено всю загальну програму творчості: виявлення його мети (суспільна потреба), визначення засобів її досягнення (об'єктивні закони), організація взаємодії цих засобів, одержання й оцінка результатів (відповідність меті), реалізація (використання, впровадження, експлуатація).

Творчість як створююча діяльність характеризується оригінальністю і суспільно-історичною унікальністю.

Основний виконавець акту творчості – мислення людини, що не тільки відбиває об'єктивний світ, але і творить його.

Незважаючи на прояв у творчості особистісних особливостей людини як творця можна виділити і те загальне, що характерне для всіх видів творчості: індивідуальність людини як виконавця акту творчості; завершену ідентичність психологічних аспектів творчості у всіх його видах, оскільки «механізми» творчості не мають (за даними сучасної психології) яких-небудь специфічно «технічних» станів; незалежність конкретних видів творчості від принципів філософських положень про доступність до пізнання світу.

Технічна творчість має місце стосовно до техніки й технології – складової частини продуктивних сил суспільства, матеріального базису існуючої суспільної формації.

Рівнем техніки визначається зростання й розвиток продуктивних сил, і в цьому зв'язку його можна вважати інструментом удосконалювання продуктивних сил.

У той же час має місце і зворотний процес впливу продуктивних сил на суб'єкт творчості – людину. Соціальна потреба розвитку технічної творчості, як складеного елемента науково-технічного прогресу, вимагає постійного удосконалювання.

Одна з базових форм за значущістю – навчання основам технічної творчості. Діалектичний метод пізнання технічної творчості як галузі знання, в якій зовсім чітко виявляються основні закони діалектики (єдності й боротьби протилежностей, заперечення заперечення, переходу кількості в якість), має бути доповнено деякими специфічними характеристиками, що належать до природи технічної творчості як виду мистецтва.

Як вид мистецтва технічна творчість за формою й змістом є не тільки продуктом, але і частиною розумового процесу, вищою формою розуму.

Отже, саме ця особливість має стати ієрархічно вищою ланкою

в пізнанні процесу технічної творчості на основі знань і відкриттів психології, фізіології й біології.

У матеріалістичному розумінні сутності пізнання «на рівних» представлене усвідомлене й підсвідоме, раціональне й ірраціональне.

Їх єдність – у взаємодії, їх протилежність – у всьому іншому – от одна із сутностей розуму.

Змістовний аналіз процесу технічної творчості як інтегративної галузі знання, що взяла багато чого від психології, системотехніки, біоніки й кібернетики, дозволяє все ж припустити переважаючу роль психології людини в її творчій діяльності.

Таке припущення не заперечує значної й позитивної ролі конкретних методів вирішення технічних задач, але важко уявити можливість створення універсальних методів їх вирішення.

Цей висновок випливає з таких положень: відсутність адекватних моделей мислення; відсутність конкретних моделей життєвих циклів технічних об'єктів; нескінченновимірна розмаїтість властивостей і характеристик об'єктів техніки; неприпустимість введення (нехай навіть із найкращими намірами) яких-небудь обмежень або переваг (крім етичних) у вибір цілей і засобів їх досягнення за вирішення конкретних технічних задач.

1.3. Структура технічної творчості як процесу створення конкурентоздатної техніки й технології

У технічній творчості взаємодія людини і навколишнього середовища являє собою систему суб'єктивних (людина) і об'єктивних (техніка, середовище) елементів.

При цьому технічна творчість є послідовною зміною станів у системі «людина – техніка».

У соціально значущому аспекті технічна творчість є процесом безпосередньої творчості, системи навчання основам творчої діяльності, що, взаємно удосконалюючись, робить усе більший вплив на технічний прогрес.

Об'єктами науково-технічної творчої й винахідницької діяльності людини можуть бути будь-які технічні пристрої в будь-яких галузях техніки, транспорту, медицини, сільського господарства й інших незліченних сфер, до яких може бути докладено людського розуму.

З урахуванням різних сфер інтелектуальної діяльності людини всі об'єкти можна підрозділити на п'ять груп об'єктів: службова науково-виробнича діяльність; позаслужбова діяльність; навчальна діяльність; породжені хобі людини; породжені щасливою випадковістю.

У технічних галузях людської діяльності процеси технічної творчості постають у своєму соціально значущому аспекті як реально виявлене створення конкурентоздатної (що випереджає досягнутий світовий рівень) техніки й технології і як формуючий вид народної освіти – системи навчання основам технічної творчості.

Розглянемо загальний цикл створення й функціонування нової техніки, що може мати такі стадії: проблему як виявлення невідповідності суспільної потреби технічній можливості, техніко-економічне обґрунтування розв'язання проблеми, ідею усунення невідповідності, конкретне технічне рішення, проектування, виготовлення дослідного зразка, його випробовування й доведення, серійне виробництво та промислову експлуатацію, модернізацію, моральне старіння, зняття з виробництва й припинення використання.

Фактично перед нами весь життєвий цикл об'єкта техніки – від його «народження» до припинення існування. При цьому варто пам'ятати про деяке штучне виділення цього об'єкта, тому що на нього накладається відбиток сукупності технічних засобів, що складають техніко-технологічну базу підприємства, галузі, народного господарства.

Проте вивчення процесу технічної творчості, як на нашу думку, краще починати саме з такого повного представлення життєвого циклу технічного об'єкта – нової й конкурентоздатної техніки.

У цьому циклі те, що відрізняє створений об'єкт нової техніки від відомих вітчизняних і закордонних досягнень, тобто додає йому нову сукупність споживчих і інших властивостей, виражається матеріалізацією ідеї у технічному рішенні як результат цілеспрямованої роботи мислення.

Технічна творчість – це безперервний процес творення, що не замикається рамками життєвого циклу окремого, нехай навіть комплексного, системного, тобто досить складного (функціонально й структурно), об'єкта.

Адже в технічній творчості бере участь (і при цьому активно!) весь ретроспективний досвід людства зі створення об'єктів техніки

й технології, з усіма своїми досягненнями й невдачами.

При цьому створення одних технічних об'єктів, як правило, є постановка питання про створення інших, наступних, кращих. А якщо врахувати нерідкі випадки поновлення інтересу до тих, що здавалося б зовсім вичерпали себе «архаїчних» технічних об'єктів (згадаємо у зв'язку з цим долю перших автомобілів, літаків), то картина технічної творчості постає досить складною і навіть суперечливою.

Така діалектика розвитку продуктивних сил, у рамках яких розвивається технічна творчість.

Слід зазначити, що творчими моментами відзначено практично всі складові процесу технічної творчості, причому вирішення кожної з поставлених технічних задач має відповідати всім соціологічним вимогам – об'єктивності, екологічності, економічності і т. ін.

1.4 Організація наукової діяльності в Україні

Організацією науки в Україні займається Державний комітет з науки й технологій в Україні, що визначає разом із науковими організаціями напрямок розвитку наукових досліджень і використання їх у народному господарстві (рис.1.1).

Державний комітет подає плани розвитку науки уряду або Верховній Раді України на затвердження й забезпечення фінансування з державного бюджету або інших джерел. Така організація управління науковими дослідженнями дає можливість концентрувати й орієнтувати науку на виконання найбільш важливих завдань.

Управління науковою діяльністю будується за територіально-галузевим принципом.



Рисунок 1.1 – Схема організації наукової діяльності

Сьогодні науково-дослідну роботу проводять: науково-дослідні й проектні організації й центри Національної академії наук України (НАНУ); науково-виробничі, науково-дослідні, проектні організації, системи галузевих академій; науково-дослідні, проектні організації й центри міністерств і відомств; науково-дослідні організації й кафедри вищих навчальних закладів; науково-виробничі, проектні організації й центри промислових підприємств і об'єднань; ієрархічну вершину цієї сукупності організацій, центрів, підприємств завершує Державний комітет з науки й технологій, що забезпечує єдину державну політику в галузі науки та її використання у практиці.

Загальна класифікація сучасних наук установлює взаємозв'язок між трьома головними розділами наукового знання: природознавством, суспільними (соціальними) науками й філософією, кожний з яких створює цілу систему наук.

Ніякої загальноприйнятої класифікації поки що немає. Їх поділяють на фундаментальні й прикладні, пошукові, тематичні й інші.

Фундаментальні (теоретичні) наукові дослідження означають: основні, головні.

І наукова теоретична, і експериментальна діяльність спрямовані на пізнання законів, що керують поведінням і взаємодією базисних структур природи, суспільства й людини.

Розвиток сучасної техніки значною мірою залежить від прогресу в галузі фундаментальних наук – математики, теоретичної фізики.

Вищим державним науковим центром є Національна академія наук України (НАНУ). Вона поєднує всі напрямки науки і підтримує міжнародні зв'язки з науковими центрами інших країн.

НАНУ очолює й координує разом із Державним комітетом з науки й технологій України фундаментальні й прикладні дослідження в різних галузях науки.

Відділення НАНУ поєднують науково-дослідницькі інститути (НДІ), що очолюють розвиток науки в конкретній галузі знань.

У них сконцентровано провідні наукові сили.

Прикладні наукові дослідження – наукова й науково-технічна діяльність, спрямована на використання результатів фундаментальних досліджень для різних практичних задач, на основі яких розробляється нове обладнання, нові машини, способи організації виробництва, технологічні процеси й ін. з метою одержання економічного ефекту в конкретних галузях економіки.

Прикладні дослідження піддаються плануванню, а фундаментальні планувати складно.

Науково-дослідна діяльність прикладного характеру виконується в НДІ у відділах, лабораторіях, секторах.

Співробітникам НДІ присвоюються звання молодшого наукового співробітника, наукового співробітника, старшого наукового співробітника, провідного наукового співробітника, головного наукового співробітника, завідувача науковим відділом, завідувача лабораторією, заступника директора НДІ з наукової

роботи.

Вищі навчальні заклади мають спеціальні підрозділи, що виконують науково-дослідні роботи за рахунок державних бюджетних і госпрозрахункових коштів.

Дослідження виконують науково-педагогічні працівники з залученням студентів, молодих вчених, здобувачів кандидатських і докторських дисертацій з наукової тематики вищих навчальних закладів (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Схема організаційної структури діяльності науково-дослідної діяльності

Стосовно дисертаційних робіт, що мають спеціальний класифікаційний характер, більш прийнятною класифікацією є

наукова спрямованість.

За змістом і спрямованістю дисертації умовно можна розділити на чотири групи: теоретичні, прикладні, інформативні й комплексні.

У дисертаціях теоретичного характеру дослідник застосовує теоретичну розробку і логічне узагальнення експериментальних даних для виявлення закономірностей явищ і процесів. У таких роботах звичайно містяться матеріали, що вказують шляхи практичного застосування теоретичних положень.

Власна логіка розвитку кожної науки (особливо математичних, філософських і соціальних) дозволяє виділяти і такі наукові результати, що поки не мають практичного застосування, але в обов'язі дисертації розширюють коло знань за темою.

Дисертації прикладного характеру акцентують увагу на матеріальній стороні єдиного суспільно-історичного процесу пізнання і перетворення природи й суспільства. Головна мета таких робіт: показати й обґрунтувати кількісну і якісну сторони реалізації визначених теорій; нові реальні можливості їх застосування на практиці; технічну, соціальну, економічну, естетичну або іншу значущість конкретних теоретичних положень.

У дисертаціях інформативного характеру (ще порівняно рідких) розкриваються визначені сторони теорії наукової інформації як самостійної загальнонаукової дисципліни.

У дисертаціях комплексного характеру теоретичні й практичні напрямки не виділяються, але утворюють певну єдність.

За методами й прийомами дослідження дисертації може бути умовно розділено на групи: експериментальні, описові, розрахунково-аналітичні, історичні, полемічні, змішані.

Отже, є дисертації теоретичні експериментальні, теоретичні описові і т. п.

Одержання наукових результатів, оформлених у вигляді наукового звіту, має свої принципи, методи, техніку і технологію.

Виконавець наукової роботи повинен мати досить чіткі загальні уявлення про методологію наукової творчості.

Здібності виконавця (науковця) визначаються, насамперед, результатами його роботи, ерудицією й кваліфікацією.

Під ерудицією розуміються широкі й глибокі знання не тільки тієї галузі науки, у якій він працює, але і суміжних.

Найбільш достовірні й міцні знання одержують із першоджерел. Виконавець наукової праці піддає їх критичному

аналізу, творчій переробці, систематично використовує у своїй діяльності.

Кваліфікація виконавця визначається поєднанням високих знань предмета, ерудиції і творчих навичок у проведенні теоретичних і експериментальних робіт.

Сучасне науково-теоретичне мислення намагається дійти до суті явищ і процесів, що вивчаються. Це стає можливим за умов цілісного підходу до об'єкта вивчення, розгляду його в походженні й розвитку, тобто використання історичного аспекту.

Виконавець наукової праці, що має широку ерудицію і творчі навички, здатний критично осмислювати наукову інформацію, оцінювати її переваги й недоліки, «нестандартно» мислити, знаходити власні вирішення, висувати нові наукові ідеї, уміти працювати з науковою апаратурою, комп'ютерною технікою, проводити самостійно експеримент, накопичувати й аналізувати необхідні факти, узагальнювати їх, систематизувати, теоретично пояснювати, оформляти у вигляді наукового звіту, статей, монографій, патентів, доповідей, винаходів.

Індивідуальні знання формуються й упорядковуються за допомогою індивідуальних пізнавальних процесів.

Людині властивий свій індивідуальний когнітивний (пізнавальний) стиль, що виявляється в індивідуальних розходженнях при сприйнятті та переробці інформації, а також внутрішньому контролі адекватності процесів пізнання, їх цілеспрямованості, погодженості з вимогами навколишнього середовища.

Виділяють кілька когнітивних стилів [3].

1. Понятійна диференційованість або не диференційованість – схильність людини розрізняти об'єкти за допомогою великої кількості ознак і будувати більш точні судження про них на відміну від схильності бачити загальне й розрізняти об'єкти за невеликою кількістю ознак.

2. Згладжування або підкреслення розходжень – схильність людини спрощувати й утрачати деталі на відміну від схильності їх підкреслювати й зберігати.

3. Гнучкість або ригідність – здатність людини переключатися на інші види й способи діяльності адекватно вимогам дійсності на відміну від нездатності це робити.

4. Толерантність або нестійкість до нового досвіду, що

суперечить знанням людини – здатність обробляти неструктуровану, невизначену, двозначну інформацію на відміну від нездатності це робити.

5. Вузькість або широта сканування. Здатність розподіляти й фокусувати увагу, точно й детально відбивати ситуацію, її значущі особливості, охоплювати різні аспекти проблеми.

Процес пізнання містить у собі нагромадження фактів.

Без систематизації й узагальнення, логічного осмислення фактів не може існувати ніяка наука.

Хоча факти необхідні вченому як повітря, але окремо узяті вони ще не наука. Факти стають складовою частиною наукових знань, коли вони виступають у систематизованому узагальненому вигляді.

Наукове дослідження – це цілеспрямоване вивчення за допомогою наукових методів явищ і процесів, аналіз впливу на них різних факторів, а також вивчення взаємодій між явищами з метою одержання переконливо доведених і корисних для науки й практики рішень.

Наукові дослідження характеризуються об'єктивністю, повторюваністю, доведеністю й точністю.

Метою наукового дослідження є загальне, об'єктивне й обґрунтоване вивчення явищ, процесів, їх характеристик, взаємозв'язку на основі розроблених у науці принципів і методів пізнання, а також одержання корисних для діяльності людини результатів упровадження їх у виробництво для підвищення його ефективності.

При складанні схеми використано матеріали роботи [5].

Будь-яке наукове дослідження, від творчого задуму до остаточного оформлення праці, здійснюється за якимось своїм індивідуальним, неповторним порядком.

Але можна визначити і деякі загальні підходи й вимоги в тому творчому процесі, який прийнято називати «вивченням у науковому змісті».

Зі схеми випливає, що вивчати що-небудь можливо лише тоді, коли щось уже визнається за вихідне, безсумнівне, готове у свідомості. Такими визнаються, наприклад, число, час, простір, речовина, форма, рух, маса.

Сучасне науково-теоретичне мислення прагне проникнути й пізнати сутність предметів і явищ об'єктивного світу. Це можливо за

умови, коли діалектичний матеріалізм приймається як загальна методологія природознавства.

Важливо, щоб теми дослідження відповідали задачам сучасного розвитку теорії й практики, запитам народного господарства й культури країни.

Постановка ідеї у науковій методології вимагає цілісного підходу до об'єкта пізнання, застосування синтезу (як загальної риси сучасної науки), розгляду об'єкта в його виникненні й розвитку, тобто історичного підходу до об'єкта.

Відомо, що нові наукові результати і раніше накопичені знання знаходяться в діалектичній взаємодії.

Краще й прогресивне зі старого переходить у нове і дає йому силу й дієвість. Іноді забуте старе знову відроджується на новій науковій основі і живе начебто друге життя, але в іншому, більш досконалому вигляді.

Але може бути і таке: принципово нове наукове рішення, що відкидає старе і пропонується в небувало новому, майже фантастичному вигляді.

Сучасний наукознавчий підхід до досліджень вимагає виділення таких сторін, що підвищують ефективність або коефіцієнт корисної дії вченого.

Тому вивчати в науковому змісті – це значить також опанувати умінням швидко й правильно приймати рішення.

Постановка проблеми – це і є задача великого плану. Відповідно більше можливостей виявити свою індивідуальність має той вчений, що працює якоюсь мірою як «вільний художник»: висуває ідеї, ставить проблеми.

При цьому закономірним є дотримання таких рекомендацій:
не приймати за істину нічого, що не є достовірним і аксіоматичним;

складні питання розділяти на стільки частин, скільки необхідно для вирішення проблеми (декомпозиція);

починати дослідження з простих і зручних для пізнання речей, потім переходити до складних і важких;

зупинятися на всіх подробицях, на все звертати увагу, щоб бути впевненим, що нічого не упущено.

Вивчати в науковому сенсі – це значить вести пошукові дослідження, наче заглядати в майбутнє.

Уява, фантазія, мрія, що спираються на реальні досягнення

науки й техніки, як говорилося вище, є реальними факторами наукового дослідження, додають романтичний характер будь-якій пошуковій творчій роботі вченого.

Реальна фантазія, мрія – функція справжньої наукової творчості.

Вчений, що не вміє мріяти, подібний птаху без крил, кругозір якого завжди вузький. Хоча, у принципі, кожне наукове дослідження – це своєрідний пошук нового.

Вивчати в науковому змісті – це добре й обґрунтовано застосовувати наукове передбачення, прогнозування, науково продуманий розрахунок.

Як уже говорилося вище, у науці можливі щасливі, випадкові відкриття. Але тільки планове, добре оснащене сучасними засобами наукове дослідження надійно дозволяє розкрити і глибоко пізнати об'єктивні закономірності в природі.

Вивчати в науковому змісті – це шукати й знаходити, формулювати відповіді при розв'язанні складних задач у вигляді простих і, якщо можливо, витончених рішень.

Але, як часто буває на практиці, починаючий дослідник обирає саме важкі та складні рішення там, де в цьому немає ніякої необхідності.

При науковому дослідженні усе важливо. Концентруючи увагу на основних або ключових питаннях теми, не можна не враховувати так звані непрямі факти, що, на перший погляд, здаються малозначними. Часто буває, що такі сторонні факти і явища ховають у собі початки важливих відкриттів.

Вивчати в науковому змісті – це значить бути науково об'єктивним. Не можна відкидати факти убік тільки тому, що їх важко пояснити або знайти їм практичне застосування.

Але мало встановити якийсь новий науковий факт, важливо дати йому пояснення з позицій сучасної науки, показати його загальнопізнавальне, теоретичне, а якщо можливо, то і практичне, соціальне значення.

Практика має бути першою й основною точкою зору теорії пізнання.

В історії науки відзначено чимало прикладів, коли важливі відкриття довгі роки залишалися маловідомими, тому що не одержали у свій час достатнього теоретичного пояснення.

Сутність нового в науці не завжди чітко видно самому

досліднику і навіть його сучасникам.

Нові наукові факти, відкриття, іноді досить великі, через те, що їх значення погано розкрито, можуть довгий час залишатися в резерві науки і не використовуватися на практиці.

Результати наукових досліджень тим кращі, чим вищий науковий рівень висновків, узагальнень, чим вища їх вірогідність і ефективність.

Контрольні питання й завдання для самостійної роботи

1. Що є об'єктом і предметом технічної творчості?
2. Дайте визначення предмета й сутності науки.
3. Яка головна мета технічної творчості?
4. Яка роль психології людини в творчій діяльності?
5. Перелічіть загальні ознаки, характерні для всіх видів творчості.
6. Виділіть основні об'єкти науково-технічної творчості.
7. Які напрямки науково-дослідної діяльності існують у вищих навчальних закладах?
8. Опишіть організаційну структуру науково-дослідної діяльності у вищих навчальних закладах.
9. Опишіть структуру організаційного управління в науково-дослідних інститутах.
10. Дайте характеристику наукового дослідження.
11. Опишіть систему науково-дослідної роботи студентів. 6. Які форми наукових досліджень існують?
12. Назвіть послідовність етапів досліджень.
13. Назвіть процеси вивчення й пізнання об'єкта досліджень.
14. Назвіть форми наукового викладу матеріалів досліджень.

ПЛАН-КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЇ 2

ПЛАН

2. Творча особистість

2.1. Поняття творчої особистості

2.2. Властивості творчої особистості

2.3. Навчання технічній творчості та творчій самосвідомості особистості

Контрольні питання й завдання для самостійної роботи

2.1 Поняття творчої особистості

Творча особистість, творча людина, творець – ці слова дуже часто вживаються не тільки в науковому середовищі, у навчальному процесі, але й у побутовій лексиці.

Поняття «творча особистість» може бути віднесено до категорії феноменальних, незвичайних, виняткових.

У побуті, в суспільстві, при навчанні під творчою особистістю спрощено розуміється людина, що може успішно вирішувати оригінальні, нестандартні (творчі) задачі, вміє висловлювати або генерувати нові ідеї, виробляти нові технічні або організаційні рішення.

У науковому плані поняття «творча особистість» представляється досить і досить складним у силу широти самої проблеми й недостатності її розробки в галузях психології й філософії, кібернетики й нейролінгвістики і самий процес творчості.

Творча особистість має велику сукупність властивостей. Основним елементом творчості є мистецтво багатокритеріальної оптимізації, обрання корисного рішення.

Пік творчих здібностей настає у людини в 13 – 15 років. У ці роки людині важливо обрати гідну мету. Вона повинна мати план і програму з її досягнення, велику працездатність, сміливість і результативність.

Перша якість, необхідна винахіднику – це, що часом доходить до наочності, впевненість у собі, в успіху й рішучість його домогтися.

Ще одна особливість творчої особистості – здатність йти на ризик. Вона впливає з того, що людина, що має у своїй голові велику кількість ідей, повинна мати сміливість їх привселюдно висловлювати, відстоювати й захищати, висувати здогади й гіпотези. Науково підтверджено наявність у людини двох видів мислення – усвідомлено-логічного й інтуїтивно-практичного.

У реальній творчій діяльності людини обидва види мислення взаємодіють у діалектичній єдності, самоподіл їх є умовним, насправді вони не існують порізно в психічно здорової людини.

Інтуїція людини – не чудо, а результат накопиченого досвіду, різноманітної й багатой практики.

Рішення, пропоновані інтуїцією, лише здаються несподіваними, а за сутністю вони є складним наслідком давньої розумової роботи й глибоких міркувань.

Підсвідома діяльність значно багатша й результативніша за усвідомлено-логічну, тому що є надбудовою над загальнолюдським досвідом попередніх поколінь.

Проте керувати процесами технічної творчості можна й необхідно.

2.2. Властивості творчої особистості

Задатки творчих здібностей від яскравих і великих талантів до найскромніших властиві кожній нормальній людині, будь-якій дитині й учню. Потрібно лише зуміти знайти й розкрити їх, а потім і розвинути.

Оскільки сутність творчого процесу для всіх людей однакова, то різницю в прояві індивідуальної талановитості треба шукати в його особистісних психологічних характеристиках, у тому середовищі, де живе і вчиться дитина, у часі, змісті й методиках його залучення до творчої діяльності.

Кожна окрема людина по-своєму талановита, розумна, оригінальна й цікава.

Творча особистість характеризується великою сукупністю властивостей, кожне з яких визначає не тільки рівень творчого потенціалу, але і темпи його наростання в часі.

Якісне узагальнення сукупності властивостей творчої особистості десятима головними складовими показано в роботі [1] у

вигляді

$$T = [Z + Z_c] \cdot [(D + C + B)^{H_c \cdot E} + \log C_k] \cdot \sqrt{P \cdot F}, \quad (2.1)$$

де T – узагальнений (підсумковий) рівень творчої особистості ($T \rightarrow T_y$);

Z – обсяг знань, які має людина;

Z_c – здатність людини до самоосвіти й відновлення знань;

D – допитливість, що не винагороджується, прагнення до одержання нових знань;

C – спостережливість, вміння сприймати світ у цілому без поділу на важливе і «дріб'язки»;

B – уява і вміння генерувати ідеї;

H_c – наполегливість, завзятість у подоланні труднощів і перешкод у пошуку нового;

E – ентузіазм, прагнення до творчості;

C_k – скептицизм, критичне ставлення до гіпотез, ідей, теорій, прагнення їх перевірити або уточнити;

P – пам'ять, обсяг знань, якими людина володіє без звертання до книг, конспектів ($P \rightarrow P_y$);

F – стан фізичного здоров'я, що забезпечує інтелектуальну активність особистості.

У роботі [2] наведено формулу (2.1) Л.І. Філіпова, доповнену низкою властивостей інтелекту людини.

Для знаходження уточненої творчої особистості T_y пропонується помножити вираз (2.1) на $(1-\alpha)$ так, що

$$T_y = T \cdot (1 - \alpha), \quad (2.2)$$

де α – вектор інерції людського мислення, що для різних людей чисельно складає від 0 до одиниці ($0 \leq \alpha \leq 1$).

При відсутності у людини інерції $\alpha = 0$ множник $(1-\alpha)$ зникає і формула (2.2) Л. І. Філіпова не має потреби в корегуванні.

При $\alpha = 1$ «вектор інерції» цілком керує особистістю людини. Він весь під владою чужих думок і стереотипів, і його творча діяльність цілком зникає.

Для творчої особистості характерною рисою є велика працьовитість, особливо в тій галузі науки, що його цікавить. Будь-

яка творча людина у своїй діяльності, насамперед, спирається на знання фізичних, хімічних, теплових, біологічних, технічних, суспільних й інших явищ і процесів, що вона черпає з книг, журналів, довідників, словників, Інтернету й телебачення.

Талановиті люди – діти, студенти, інженери – звичайно виняткові.

Творчо обдарована людина відрізняється суворим ставленням і високою вимогливістю до себе, до правильності й істинності будь-чого. Вона ніколи не задовольняється приблизною інформацією, а прагне поглибити знання, добратися до першоджерел, виявити думку фахівців, довідатися, на чому її засновано, дійти до суті предмета або явища.

Вміння зосередити свою увагу на якійсь проблемі, якомусь предметі або явищі – одне з найважливіших умов успіху, у тому числі творчої діяльності.

Негативну роль у вирішенні творчих задач відіграють психологічна інерція мислення, прагнення діяти відповідно до минулого досвіду й знань, йти традиційним шляхом.

Психологічна історія часто пов'язана з просторово-часовими уявленнями об'єкта і вузькоспеціальною термінологією.

Найбільших успіхів у науці домагається той, хто володіє однією спеціальністю і застосовує її в іншій галузі.

Принципово важливі винаходи роблять люди, нерідко нові в даній галузі. Так, парову машину винайшов годинникар Джеймс Ватт, пароплав – ювелір і художник Фултон, телефон – учитель глухонімих Грейм Белл.

2.3 Навчання технічній творчості та творчій самосвідомості особистості

Теорія навчання творчому саморозвитку спирається на відкритий В. І. Андрєєвим [3] теоретичним й експериментальним шляхом фундаментальний закон фазового переходу розвитку в творчій саморозвиток особистості.

Цей закон відкрито на основі вивчення біографії творчих конкурентоздатних особистостей.

Творчий саморозвиток, будучи складним багатовимірним явищем, має п'ять базових системоутворюючих компонентів: самопізнання, творча самореалізація, самоуправління, самовдосконалення і творчий саморозвиток.

Усі вони виступають як специфічні види людської діяльності, яким можна й необхідно цілеспрямовано навчати.

Сутність закону базового переходу розвитку в творчий саморозвиток особистості полягає в такому. Розвиток особистості, будучи деформований зовнішніми й внутрішніми факторами й умовами, на певному етапі життєдіяльності в процесі позитивних кількісних і якісних змін може на якійсь стадії переходити у фазу усвідомленої, цілеспрямованої, переважно внутрішньо детермінованої діяльності і трансформується у творчий саморозвиток особистості.

Активізацією й інтенсифікацією процесів переходу розвитку в творчий саморозвиток особистості є цілеспрямоване оволодіння методологією й технологією самопізнання, творчого самовизначення, самоуправління, самовдосконалення і творчої самореалізації.

Гарантована якість утворення й перехід у самоосвіту досягається, коли навчання переходить у самонавчання, виховання – у самовиховання, а особистість – із стану розвитку у фазу творчого саморозвитку.

Будь-який вид творчості вимагає спільної роботи розуму, серця й рук. Важливість уміння «думати руками» багатьма недооцінюється з надії на те, що винайти й зробити щось нове, корисне можна і шляхом абстрактних міркувань.

У наш час це вдається лише у сфері «чистої» математики й логіки.

При розробці нових технічних об'єктів доводиться мати справу з виготовленням різних варіантів макетних і дослідних зразків, проводити їх налагодження, випробування й доведення в буквальному розумінні саме руками.

1. Поглиблення самопізнання:

застосування тестових задач і спеціальних тестових завдань, що розкривають актуальний і потенційний рівні розвитку знань, умінь й особливо творчих здібностей і інших особистісних якостей учнів;

спонукання учнів до творчої рефлексії, до осмислення своїх

достоїнств і недоліків, сильних і слабких якостей; спонукання учнів до виявлення й знаходження власних помилок, їх аналізу й осмислення;

діалог з учнем щодо його достоїнств і недоліків; створення ситуацій успіху, у яких учень реально усвідомив би потенційний рівень своїх здібностей;

постановка завдань на самооцінку діяльності учнів.

2. Творче самовизначення:

профілізація, диференціація й індивідуалізація навчання;

надання учням задач і завдань на вибір;

надання учням права вибору факультативних предметів, гуртків, секцій та інших форм організації діяльності, де вони могли б максимально проявити себе;

організація навчального, творчого й іншого видів діяльності учнів зі врахуванням їх інтересів і нахилів;

навчання вмінню приймати рішення, оволодівати прийомами при виборі пріоритетних для себе видів діяльності;

бесіди з учнями про їх професійний вибір, професійне майбутнє;

прилучення учнів до видів діяльності, що відповідають їх схильностям і професійним інтересам.

3. Підвищення ефективності управління собою і самоорганізації:

навчання цілеспрямованості, плануванню різних видів діяльності;

навчання вмінню приймати оптимальні рішення; коригування своїх планів, програм;

самоаналіз, самозвіт про результати зробленого за день, тиждень, місяць, рік з точки зору просування в саморозвитку;

показ, вивчення кращих зразків самоменеджменту;

поступове ускладнення задач, завдань, спонукання до навчання, роботи на межі своїх здібностей;

спонукання учня до діалогу щодо його «Я»-концепція, «Я»-реальне і «Я»-ідеальне.

4. Самовдосконалення:

критичний, неупереджений аналіз, самооцінка виконаного завдання, вирішеної задачі, пройденого життєвого шляху;

робота над помилками;

співвідношення «Я»-ідеальне і «Я»-реальне, їхнє порівняння;

виявлення, самодіагностика своїх сильних і слабких якостей;
розробка програми самовдосконалення, зміни, поліпшення себе на рік, місяць, тиждень наперед;

хронометраж часу, його розподіл протягом дня, з обліком цього – більш раціональне використання часу.

5. Творча самореалізація:

періодична організація учбово-творчої й іншої діяльності учнів на межі їх сил і здібностей;

поступове збільшення труднощів, складності, проблемності задач і завдань;

чітке обмеження термінів (часу) на виконання задач, завдань;

спеціальне навчання учнів мобілізації й релаксації;

організація конкурсів, змагань, олімпіад, виставок творчих досягнень учнів;

показ значущості видів творчої діяльності, у яких особистість прагне максимально реалізувати себе;

створення для учнів ситуацій успіху;

похвала, заохочення учня у випадку його особливих творчих досягнень.

6. Стійкість позитивних змін.

Сутність стійких позитивних змін лежить в їх компонентному склад (самопізнання, творче самовизначення, самоврядування, самовдосконалення і творча самореалізація) і полягає в тому, що процес мотиваційних змін в одному з названих компонентів вимагає позитивної зміни в інших.

У зв'язку з цим з погляду педагогічної діяльності важливо стимулювати позитивні зміни хоча б в одному з компонентів.

Це приведе, як у ланцюговій реакції, до позитивних змін у всіх компонентах.

Природно, що для педагогічного стимулювання творчого саморозвитку, і тим більш для навчання творчому саморозвитку, потрібні принципово нові підручники, нові методики й технології навчання.

Як рекомендацію для забезпечення високої працездатності можна навести умови, сформульовані знаменитим фізіологом Миколою Євгеновичем Введенським. Перед смертю, вже ставши світовою знаменитістю, він сказав: «Все моє життя пройшло, можна сказати, у товаристві нервово-м'язового препарату жаби».

У фундаментальному курсі фізіології тварин і людини (1913

р.) М.Є. Введенський сформулював умови продуктивності розумової праці в одній зі спеціальних глав. Це урок, даний трудягою науки, який вмів працювати так, як працює митець, – не помічаючи втоми.

М. Є. Введенський вважав, що втомлюються не тому, що багато працюють, а тому, що працюють погано.

Перша умова, необхідна для забезпечення духовної працездатності, полягає у тому, що в будь-яку працю необхідно входити поступово, не витрачаючи сили, а розвиваючи натиск поступово.

Друга умова плідності розумової праці полягає у рівномірності та ритмі праці. Ще у свідомості древніх праця, терпіння у справі та дисциплінована рівномірність праці вважались добродійством, майже тотожне, як єдино надійне підґрунтя здорового мислення.

Третьою умовою успішності праці є послідовність та систематичність діяльності.

Четверта умова, дуже важлива для плідності розумової праці, полягає у вірному та регулярному чергуванні праці та відпочинку. Несвоєчасність відпочинку призводить до перевтомлення, що зрештою знижує працездатність людини. Відпочинок не передбачає обов'язкової повної бездіяльності людини.

Він може здійснюватися простою зміною роботи – перенесенням уваги в нову сферу діяльності.

Зразком найефективнішого розподілу часу та величезної розумової працездатності вважається Імануїл Кант: за ним кенігсберзькі мешканці визначали час. Лев Миколайович Толстой зберіг високу працездатність майже до останніх років життя завдяки вірності та систематичності організації своєї праці. Звідси зрозуміле те визначення, яке дав Ньютон, коли його спитали, що таке, на його думку, геній: «Геній – це праця».

Геній – це перш за все геніальний трудяга, потім це людина, що має найвищу здатність концентрації уваги.

П'ятою умовою праці М. Є. Введенський вважав більш-менш сприятливе ставлення суспільства до даної форми розумової праці.

Очевидно, що суспільне середовище, яке оточувало М.В. Ломоносова, хоч і мало невиразне почуття, що перед ним велика людина, було дуже далеким від того, щоб зрозуміти та оцінити її. При житті Ломоносову довелося багато сил витратити непродуктивно, щоб досягти можливості працювати над тими

проблемами, які його турбували.

Контрольні питання й завдання для самостійної роботи

1. Поясніть поняття «творча особистість».
2. Які основні види мислення людини?
3. Визначте характерні риси творчої особистості.
4. Визначте фактори інертності людини у вирішенні творчих задач.
5. Чим визначається творчий саморозвиток?
6. Зобразіть схемою основні принципи переходу особистості до творчого саморозвитку.

ПЛАН-КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЇ 3

ПЛАН

3. Протиріччя в системі «людина-технічний об'єкт-середовище»

3.1. Системотехніка інженерної суперечності

3.2. Потреби, споживчі функції й критерії розвитку технічних об'єктів

3.3. Роль колективу й особистості в науково-технічній творчості

Контрольні питання й завдання для самостійної роботи

3.1 Системотехніка інженерної суперечності

Необхідність розробки принципів управління процесом створення технічних об'єктів, технологій, технічних процесів, машин та ін. визначається багатьма причинами: економічними, соціальними, екологічними, вимогами безпеки й іншими.

Діяльність людини – система, до перетворення нового в техніку (творчий аспект технічної діяльності) знаходиться в полі досліджень як вчених, самих творців техніки – інженерів, дизайнерів, винахідників, так і філософів, соціологів, психологів.

Усе зростаючі потреби людства є першопричиною і спонукальною силою безперервного розвитку техніки, вдосконалення й створення нових технічних об'єктів.

Рушійною силою творчого процесу є системотехніка протиріч у системі «людина – технічний об'єкт – середовище». Протиріччя можуть виникнути як між елементами цієї системи, так і усередині самого технічного об'єкта. Ці явища носять об'єктивний характер, вони пояснюються діалектичною взаємозумовленістю явищ і об'єктів «природного» і «штучного» походження.

Формуються визначені вимоги до розроблювального об'єкта. Вимоги – форма вираження мети в процесі діяльності. Вимоги можуть носити об'єктивний і суб'єктивний характер.

Результат розв'язання кожного протиріччя – новий технічний об'єкт (або система об'єктів).

Цей новий об'єкт, таким чином, є результатом виявлення

протиріччя, постановки задачі та її розв'язання, тобто – цілеспрямована творча діяльність.

Деякі автори спеціально розглядають систематику протиріччя у технічній творчості – джерел самого творчого процесу.

Так, Г. С. Альтшуллер [4] виділяє три їх групи: протиріччя адміністративне («потрібно щось зробити, а як зробити – невідомо»), технічне («конфлікт між частинами і властивостями системи») й фізичне (яке відбиває «фізичну сутність технічного протиріччя»).

Не вдаючись спеціально в повноту наданих цим та іншими авторами [5] груп протиріччя у техніці, відзначимо, що закономірності настільки складного явища, яким виступає перед нами технічна творчість, може бути розкрито насамперед при його аналізі – як системи суперечливих відносин у діяльності.

Особливе, а точніше, головне, значення в такого роду погляді повинні мати відносини, що виникають між самим діячем (суб'єктом творчості) і тими об'єктивними обставинами, в умовах яких ця діяльність відбувається (об'єктом творчості).

Суб'єктно-об'єктні відносини виступають як провідна характеристика технічної діяльності: вони розкривають, «висвітлюють» домінанту в орієнтаціях людини як діяча, визначаючи при цьому сутність і значення виникаючих між людиною й середовищем контактів.

При цьому може бути виявлено деякий вихідний контакт («зустріч», «конфлікт») між діячем і об'єктивними обставинами, що виступає як проблема в технічній діяльності й технічній творчості.

Фізичне протиріччя представляють так: елемент А має виконувати дію F_1 (мати якусь властивість), для того щоб здійснювалася функція C_1 , але елемент А повинен виконувати й дію F_2 (мати протилежну властивість), для того щоб здійснювалася функція C_2 .

Наприклад, елемент повинен бути провідником, для того щоб пропускати електричний струм в одному напрямку і повинен бути діелектриком, для того щоб не пропускати електричний струм в іншому напрямку.

Розрізняють шість основних джерел виникнення технічних протиріччя між:

цілим конструктивним виконанням або системою й частиною компонентів, елементів і систем технічного об'єкта, які відбивають міцність і технологічність конструкцій, що зумовлюють її

надійність, довговічність і інші сторони;

технічним об'єктом і тим, хто його виготовив, через конфлікт між предметом праці і виробничим працівником;

технічним об'єктом і людиною, що керує цим об'єктом (оператор) або експлуатує його (користувач). Конфліктні ситуації виникають через зміну умов експлуатації об'єкта, вимог, що змінилися, до його безпеки, ефективності, ергономічності, технологічного процесу;

технічним об'єктом і виробничим середовищем, однією зі складових навколишнього середовища, тобто дотримання норм створення екологічно чистих технічних систем і технологій;

змістом і формою компонентів використання технічного об'єкта, сутність якого полягає в діалектичному взаємозв'язку окремих компонентів.

Наприклад, знайдена форма виробу має велику стабільність, зберігається тривалий час, поки накопичені кількісні зміни в змісті виробу не приведуть у силу виниклих протиріч до чергових якісних змін її форми і т. д.

Технічне протиріччя виникає й виявляється на всіх етапах життєвого циклу технічного об'єкта: розробки ідеї й проектування, виготовлення й налагодження, експлуатації й модернізації.

Технічне протиріччя може бути розкрито, насамперед, при його аналізі як системи суперечливих відносин у діяльності.

Аналізу піддаються ті властивості об'єкта, що має бути піддано зміні відповідно до нових або уточнених вимог, тобто вирішуються відносини, що виникають між самим діячем (суб'єктом творчості) і тими об'єктивними обставинами, в умовах яких ця діяльність відбувається (об'єктом творчості).

Суб'єктивно-об'єктивні творчі відносини виступають як ведуча характеристика технічної діяльності: вони розкривають людину як діяча, визначають при цьому сутність і значення виникаючих між людиною й середовищем контактів. При цьому виявляються вихідні відносини між діячем і об'єктивними обставинами, що виступають як проблема в технічній творчості.

Реальне оточення охоплює всі джерела зовнішніх впливів у найближчому оточенні процесу перетворення.

До реального оточення включають геосферу (суша і вода), біосферу (люди, тварини, рослини), техносферу (технічні засоби), атмосферу й клімат (погоду), які у більшості випадків неможливо

визначити точно.

З гео-, біо- й атмосфери може бути побудовано різні екосистеми. У них у межах визначених відносин відбуваються необхідні для життя процеси перетворення матерії, енергії й інформації.

При розробці й здійсненні будь-яких технічних рішень не слід порушувати рівновагу цих систем.

Об'єктивна сторона технічної діяльності містить у собі природні й соціальні умови розвитку цієї діяльності, сюди входить також усе, що людина вже створила й використовує у своєму житті.

Об'єктивне – те, що «протистоїть» людині як суб'єкту творчості у процесі її діяльності.

Суб'єктивна сторона – це діяльнісна позиція людини щодо об'єктивних умов, які складаються.

Відносини між об'єктивною й суб'єктивною сторонами утворюють визначене, найчастіше досить стійке, протиріччя протягом різного роду періодів діяльності; це протиріччя зумовлює характер і форму досягнення бажаного результату.

Розрив суб'єктно-об'єктних зв'язків руйнує саму діяльність як продуктивну, творчу, і в цьому випадку діяльність перетворюється на репродуктивну або ж взагалі розладнується, «припиняє» своє «існування» як процес формування деякого визначеного об'єкта.

Аналіз суб'єктно-об'єктних зв'язків невідривний від аналізу інших аспектів діяльності, серед яких особлива роль належить співвідношенню цілей і засобів: ціль органічно відбиває сутність людських дій, їх соціальний і культурний зміст, їх особистісну наповненість, розкриває орієнтації й характер зв'язків у діяльності, форми їх самоорганізації.

Цілям, що ставить перед собою людина, мають відповідати реальні або ж потенційно реальні засоби.

Звертання до категорії цілей і засобів при аналізі технічної творчості дозволяє підійти до його вивчення багатосторонньо – з одного боку, у плані розгляду мети спрямованості людського «Я» в цьому світі, а з іншого – можливості реалізації цих намірів.

Ціль визначається суперечливістю самої дійсності: відносини мети – це і є відносини протиріччя.

Відсутність у матеріальній діяльності того, що є сутністю мети, є головним протиріччям, саме воно виступає безпосереднім джерелом діяльності.

Ціль також виявляє себе як могутній системоутворюючий фактор у діяльності, як принцип інтеграції різних дій людини у визначену послідовність, систему, тобто у власне діяльність. Вона, будучи відображенням позиції людини і до минулого, і до майбутнього, визначає стан діяльності в даний момент, формуючи («будуючи») при цьому майбутнє. Ціль пов'язує минуле, сьогодення і майбутнє в певне ціле.

Генетичний процес постановки цілей у процесі технічної діяльності є особливо важливим аспектом творчості.

Успіх залежить від динаміки цілеспрямування – у першу чергу.

Для виявлення основних принципів управління технічною творчістю найбільш доцільно звернутися до розгляду моментів зародження й становлення конкретного творчого результату.

Багатовікова суспільно корисна практика людства нагромадила нескінченно велике число прийомів усунення технічних протиріч, пізнати які в повному обсязі неможливо.

У деяких джерелах помітна спроба класифікувати безліч типових прийомів шляхом їхньої розбивки на укрупнені групи за якимось загальними ознаками.

Однак набір таких ознак випадковий і досить суб'єктивний. Більш строгий підхід до класифікації типових прийомів вирішення технічних протиріч запропоновано у роботі [1], що враховує як класифікаційні ознаки три компоненти субстанції технічних об'єктів: речовина, енергія й інформація.

При такому підході з усієї безлічі реально існуючих і можливих типових прийомів перетворення компонентів субстанції технічних об'єктів (ППК) можна виділити п'ять груп:

ППР – прийоми перетворення речовини, що, у свою чергу, підрозділяються на: ППФР – прийоми перетворення форми речовини; ППСР – прийоми перетворення складу речовини;

ППЕ – прийоми перетворення енергії;

ППІ – прийоми перетворення інформації;

КЕІРП – комплексні енерго-інформаційно-речові прийоми, що базуються на використанні нових технологій і способів виготовлення, транспортування й застосування технічних об'єктів.

Відповідна цій класифікації структура сукупності типових прийомів розв'язання технічних протиріч означає сукупність об'єктів, що утворюють систему з ієрархічною структурою.

З відомого набору типових заходів щодо вирішення технічних протиріч найбільш доцільні заходи евристичний і алгоритмічний.

У роботах [4, 6] наведено алгоритми та типові прийоми усунення технічних протиріч, розроблені Г. С. Альтшуллером, фонд фізичних ефектів і явищ, а також узагальнені евристичні алгоритми пошуку нових технічних рішень, розроблені О.І. Половинкиним [7], які являють собою потужний інформаційний апарат, що значно збільшує швидкість та ймовірність успішного вирішення технічних й винахідницьких задач, підвищує рівень їх розв'язання.

3.2 Потреби, споживчі функції й критерії розвитку технічних об'єктів

Історичний досвід доводить, що у світі техніки все робиться заради задоволення потреб людини й суспільства в цілому.

Якби потреби у технічному об'єкті не було, його не було б створено. І навпаки, якщо потреба в ньому з'явилася, він неодмінно буде створений.

Час створення об'єкта буде найбільш коротким, якщо реалізовувана ним потреба буде більш гострою і суспільно значущою.

Різниця між потребою і споживчою функцією технічного об'єкта полягає лише в тому, що поняття «потреба» заперечує зацікавленість людини в її реалізації, а поняття «споживча функція» відбиває дію технічного об'єкта, що реалізує цю потребу.

Опис потреби (P) має містити принаймні три компоненти інформації

$$P = f(A, B, C), \quad (3.1)$$

де А – дії, що приводять до задоволення потреби, у якій виявлено зацікавленість;

В – об'єкт або предмет технологічної обробки, на який спрямовано дію А;

С – наявність умов або обмежень, за яких реалізується ця дія.

Наприклад, потреба в автобусі – перевезення (А) людей (В)

дорогами (С).

Основу структурно-логічних функцій потреби складають структура й дії.

Структуру можна розглядати як логічну функцію дії, а дії – як логічну функцію потреби.

Потреба визначається конкретними критеріями, дії – системами, а структура – конструкціями.

Об'єктом інженерної діяльності є визначена мета, шлях до якої позначено різними критеріями.

Системотехнічна модель базується на діалектичному зв'язку науки – техніки – виробництва [8].

Цілі створення потреб визначаються вимогами безпосереднього й непрямого оточення об'єкта.

Безпосереднє оточення – середовище, всередині якого буде жити об'єкт; до непрямого належать фактори, визначені науково-технічною, економічною і соціальною ситуацією.

Для наочного уявлення й систематизації цілей зручно використовувати граф цілей.

Усе оточення розбивається на рівні в залежності від їхнього масштабу.

На першому рівні розміщується сфера, що охоплює інтереси всього людства; на другому – інтереси держави; далі – сфери інтересів галузі, підприємства, проектної організації, відділу і, нарешті, сфера особистих інтересів.

На кожному рівні виникають свої цілі, підлеглі цілям більш високого рівня. Граф, вершини якого означають цілі, а дуги – їх відносини, і є графом цілей.

Цілі проектування на кожному рівні інтересів суспільства нерівнозначні за своєю важливістю. Одних із них необхідно досягти обов'язково, інших – бажано. Особливо велика роль критеріїв розвитку при розробці нових виробів, коли конструктори й винахідники у своїх пошуках прагнуть перевершити рівень кращих світових досягнень.

Усю сукупність критеріїв розвитку техніки звичайно розподіляють на чотири основних групи:

функціональні, що характеризують показники реалізації функції об'єкта;

технологічні, що відбивають можливість і складність виготовлення технічного об'єкта;

економічні, що визначають економічну доцільність реалізації функцій за допомогою розглянутого технічного об'єкта;

антропологічні й екологічні, що пов'язані з оцінкою впливу на людину шкідливих і позитивних факторів з боку створеного технічного об'єкта.

Класифікація систематики розвитку технічних об'єктів дозволяє розроблювачу нової техніки сформулювати й описати сукупність критеріїв розвитку для потрібного класу технічних об'єктів з великої кількості параметрів технічного об'єкта.

За критерії розвитку приймаються лише такі, котрі задовольняють такі вимоги:

бути вимірюваними, тобто кількісно оцінюваними;

бути співставними, тобто мати такі одиниці виміру, які дозволяють зіставити технічні об'єкти різних часів і країн;

бути пріоритетними, у першу чергу такими, що характеризують ефективність технічного об'єкта, логічно мінімальними й незалежними, тобто їх не може бути логічно виділено з інших критеріїв або вони не можуть бути їх прямим наслідком.

Набір критеріїв регламентується державним стандартом.

Відповідно до якого показники якості розділено на 10 груп: призначення; надійність; економічне використання матеріалів і енергії; ергономічні та естетичні; показники технологічності, стандартизації, уніфікації й безпеки; патентно-правові; економічні.

Очевидно, що стратегія вибору показників якості для такого складного, дорогого, трудомісткого технічного об'єкта масового застосування, як легковий автомобіль, під силу лише великому творчому колективу, що спеціалізується на цій проблемі і має відповідні банки інформації не тільки технічного й економічного, але і кон'юнктурного характеру.

Цей приклад наведено лише для того, щоб показати велику значущість, багатовимірність і варіативність обґрунтування й вибору показників якості при розробці нових або вдосконаленні відомих технічних об'єктів [1].

3.3 Роль колективу й особистості в науково-технічній творчості

Науково-технічна творчість є тепер сферою колективної діяльності. Колективи мають являти собою систему, що сприяє творчості й не виключає індивідуальну ініціативу.

У таких умовах на перше місце висуваються соціально-психологічні й організаційні проблеми первинної творчості колективу.

Керувати – значить передбачати, організовувати, координувати, контролювати.

Основними функціями керівника є: вибір мети, складання організаційного плану, підбір і розстановка кадрів, прийняття рішень, створення в колективі творчого оточення.

Йому протипоказано виконувати роль критика й виконавця.

Він має в основному займатися генерацією ідей й організацією діяльності колективу, здійснювати зв'язок творчої групи з суспільством, науки з практикою, сприяти реалізації загальних цілей.

Від керівника очікують, насамперед, вміння надихати, спонукати інших до творчості.

Ми добре знаємо з практики, що розробка нових технологій, технічних і особливо економічних методів виявляє протидію адміністративного апарату, елементи якого, що обюрократилися, за своєю природою є антиноваторськими.

Не завжди у науково-педагогічних колективах створюється психологічний клімат і всі умови творчої діяльності, демократії, рівної влади при рівній компетентності, сприятливе ставлення суспільства до розумової праці.

Роль людського фактора у підвищенні ефективності наукової праці буде розглянуто на базі використання матеріалів роботи [12].

Якось при С.П. Корольові зав'язалась суперечка про те, як підвищити продуктивність праці наукових працівників. Він, говорячи про недоліки у цій галузі, відзначив три причини:

необхідно якнайшвидше привести у відповідність із наявною кількістю наукових співробітників кількість науково-технічного персоналу, щоб співвідношення дорівнювало 1:3;

повільне впровадження наукових розробок у виробництво;

недосконалі форми та методи планування й фінансування наукових досліджень та розробок.

Інколи з'являються випадки своєрідного зазнайства, зарозумілості чи снобізму та «ступеневого чванства», зневажливе

ставлення відомих вчених до вчених «меншого калібру», теоретиків – до практиків та ін.

Одна сторона при цьому одержує задоволення від почуття переваги, заробленої минулими заслугами, інша сторона відчуває себе приниженою. Природно, що це не сприяє виникненню творчої атмосфери і шкодить науці.

Творчий потенціал дослідників – це один з найважливіших ресурсів сучасного суспільства.

Але в наш час між дослідником і суспільством склалися своєрідні стосунки. Час вчених-одинаків безповоротно проминув, тепер дослідник працює у колективі і його положення визначається складною системою службових стосунків.

Одна з найважливіших проблем, що виникли у зв'язку з колективізацією наукової праці, полягає у виборі найефективнішої системи керівництва творчими колективами.

Більшість людей вважають, що найкращий спосіб організувати творчу працю – це зібрати разом хороших вчених і залишити їх у спокої.

Але, як показали дослідження, майже завжди крупне відкриття чи винахід відбувались саме у таких умовах, коли автор відчував гостру необхідність висунути нову ідею для вирішення практично важливої задачі.

А необхідною умовою ефективної творчої діяльності слугує поставлений перед вченим чи винахідником «ультиматум», який змушує його або запропонувати нову ідею, або показати свою неспроможність.

Виявляється, що творчості не тільки не заважає, але й сприяє жорсткий контроль за метою досліджень.

Зрозуміло, що викладене немає нічого спільного з намаганням деяких наукових адміністраторів встановити за діяльністю дослідників дріб'язковий контроль.

Коли ж строге виконання організаційних регламентів і дотримання дисципліни стають самоціллю, зникає не тільки творча активність – знижується продуктивність будь-якого виду діяльності.

Правильно поставити проблему, змушуючи вченого чи винахідника напружено форсувати свої творчі можливості, – складне мистецтво.

Дуже поширена помилка органів управління наукою полягає в тому, що вченому подається не вся проблема, а лише її частина.

Робиться це, як правило, із благих намірів – вважається, що даючи досліднику тільки необхідну інформацію, економлять його час і сили. Але насправді подібне «урізання» проблеми, здійснене звичайно в рамках традиційного мислення і полягає в тому, щоб ці рамки здолати.

В організаціях, побудованих за ієрархічним принципом, «урізання» проблеми відбувається автоматично.

Спускаючись з рівня на рівень, проблема неминуче дробиться й доходить до окремих виконавців у вигляді часткових, не пов'язаних одне з одним, завдань і різко негативно впливає на творчу активність всіх співробітників.

Зараз визнано, що доцільно йти на деякі додаткові витрати засобів і часу, але доводити проблему у всьому обсязі до всіх співробітників, незалежно від їх службового стану.

Зокрема, у деяких фірмах США щороку у вигляді брошури видаються списки проблем, які могли б стати предметом досліджень, і така брошура роздається кожному співробітнику лабораторії.

Заохочуються також особисті контакти дослідників зі споживачами майбутніх результатів праці: це дозволяє не тільки краще бачити всю проблему в цілому, але і позбутися можливих перекручень інформації, які невідворотні при передачі за багатоступеневим ланцюгом різних адміністративних рівнів.

Психологічний клімат у колективі створюється багатьма факторами. Тут доцільно розглянути тільки один із них, а саме: такого стану, який культивував би в творчої особистості впевненість у собі, яка інколи доходила б до самовпевненості.

Інколи ми можемо довго не звертати уваги на те чи інше життєве неподобство, але в кінці кінців терпінню раптом настає кінець, і ми разом виплескуємо все накопичене роздратування, навіть якщо остання доза неприємностей і була мікроскопічною.

Недарма кажуть про краплю, здатну переповнити чашу терпіння... Це типове порогове явище, коли до певної межі дія помітно не впливає на систему, а потім раптом викликає в ній найсильніші потрясіння.

Коротше: кількісні зміни накопичуються й призводять до нової якості – це діалектичний закон переходу кількості в якість.

Але і в природі також немає абсолютно точних меж переходу кількості в якість.

Специфіка творчості приводить до того, що в первинному

колективі постійно з'являються люди, які займають при вирішенні задач різні «рольові» позиції.

Один із співробітників бере на себе роль генератора ідей, інший – критика, третій виконує організаторську, четвертий – виконавську частину роботи, п'ятий займається запровадженням та ін.

На практиці часто одному співробітникові доводиться виконувати декілька ролей.

Рольова структура притаманна будь-якій групі, яка об'єднана загальною метою. У таких колективах необхідно дотримуватися принципу сумісності (фізіологічної, психологічної, інтелектуальної, моральної), тобто створити такий стиль взаємовідносин, при якому жодні життєві колізії та наукові зіткнення не приводили б до дестабілізації роботи.

Однак діяльність наукового колективу майже ніколи не відбувається без творчих конфліктів: справжній успіх може бути досягнуто тільки внаслідок боротьби ідей.

Але часто трапляється, що плідна боротьба ідей перетворюється у буденну чвару. При цьому виявляється, що міжособові суперечності вдається гасити до тих пір, доки вони не досягли деякої критичної величини.

Якщо ж цей рубіж перейдено, то навіть невелике зусилля недоброзичливості може призвести колектив до повного розпаду.

Важливо відзначити, що різні люди мають різні пороги дратівливості, вище яких вони стають некерованими. При цьому особливо неврівноважені особи можуть служити «стартерами», які розхитують колектив і виводять його на критичний поріг.

Виявляти таких людей, слідкувати за ними і своєчасно їх нейтралізувати – найважливіше завдання керівника і всього колективу в цілому.

Усе це важливо враховувати при формуванні нових наукових центрів. Невірно встановлений розмір центру, а також підбір кадрів за формальними ознаками можуть призвести до того, що концентрація ключових людей не досягає граничної величини і здібні вчені не будуть намагатися працювати у цьому центрі.

Навпаки, спеціальні зусилля із залучення провідних учених розпочнуть швидко окупатися при досягненні граничної величини.

Вважається, що кількість співробітників у творчому колективі не має перевищувати 20 осіб. Причому група з 15 вчених працює, як

правило, набагато продуктивніше, ніж 5 груп по три людини і лише наполовину поступається групі з 45 – 50 чоловік.

З іншого боку, з підвищенням чисельності групи зростає ресурс талантів і засобів, придатних для розв'язання технічних проблем.

Для того щоб кожен співробітник працював з максимальною віддачею, необхідно найсуворіше дотримання принципу наукової рівності.

Порогові явища доводиться враховувати також і при плануванні індивідуальної праці вчених.

Кожне крупне відкриття – це граничне явище у розумінні тієї чи іншої проблеми.

Суспільство винагороджує пошанами, преміями та званнями тих вчених, яким довелось першими «переступити поріг», але при цьому зовсім не враховується, хто і скільки сил витратив у допороговій ділянці.

А то може трапитися й таке, що всю підготовчу працю виконали інші, а автору відкриття залишилося тільки сформулювати!

У справедливості такої праці сумнівався навіть сам Ейнштейн, відзначаючи, що діяльність кожного вченого настільки тісно пов'язана з роботою його попередників і сучасників, що швидше слід вважати випадковістю те, що вирішальний крок зроблено тією, а не іншою людиною.

На створення у колективі такого психологічного клімату, коли творчий індивідуум набуває достатньої впевненості, щоб зробити рішучий крок через поріг, може наважитись мудрий керівник.

Адже в заклик до виховання самовпевненості можна побачити замах на найсвятіше правило колективізму, що вимагає скромності. Точно так і пізнання істини вимагає від дослідника інколи великої мужності: «Якщо скромність складає характерну особливість дослідження, то це швидше ознака боязні істини, ніж боязні брехні.

Скромність – це засіб, сковуючий кожен мій крок уперед. Вона є заданий зверху досліднику страх перед висновками, вона запобіжний засіб проти істини».

На жаль, схильність критикувати чужі ідеї, мабуть, вроджена людська властивість. Образно кажучи, нова ідея (зрозуміло, чужа) діє на людину так, як введений в організм чужий білок – викликає

імунну реакцію й напруження всіх інтелектуальних (добре, якщо тільки їх) сил проти нової ідеї.

Зустрівшись із групою критиків, що мають часто значно більші ерудицію та авторитет, ніж сам автор, ідея гине.

От тут і повинен вийти на трибуну керівник. Його прямий обов'язок, що має бути записаним у посадовій інструкції, – захистити творчу особистість від надмірної критики колег.

Ця функція керівника настільки важлива, що багато дослідників наукової творчості схильні вважати її вирішальною.

Безумовно, стан керівника, який захистив автора нової ідеї, може виявитись делікатним, бо ідея може бути помилковою. Тому керівник повинен із самого початку попередити своїх співробітників, що він і автор мають право на помилку, бо творчості без помилок не буває.

Але не помиляється тільки той, хто не виробляє нічого принципово нового, а задовольняється нетворчою працею.

Не зайвим буде нагадати статистику: на кожен впроваджений у виробництво результат припадає 8 патентів, 98 технічно здійснених рішень та 540 ідей!

Вивчення діяльності творчо найобдарованіших дослідників показує, що право робити помилки окупається: у них помилка чи навіть декілька їх слугують тільки сходинкою до великого успіху.

У цьому значенні помилка є своєрідним ультиматумом, що мобілізує творчі сили. Зрозуміло, щоб помилка відіграла позитивну роль, дослідник повинен мати певну мужність та впевненість у своїх силах.

Після того як ідею в цілому прийнято, необхідне її обговорення більш-менш широким колом осіб.

На основі практичного досвіду наукознавці зробили два цікаві висновки:

1) багаторазове обговорення та дискусії як метод відділення поганих ідей від хороших призводять до відсіву всіх ідей;

2) чим більше людей бере участь в обговоренні та дискусіях, тим у ідеї менше шансів вижити.

Мабуть, в оцінці наукових ідей, які внаслідок новизни не піддаються логічному аналізу, суб'єктивний фактор довго ще буде грати вирішальну роль і вимога «демократизації» оцінки не може вважатися доцільною.

Демократія передбачає рівну владу при рівній компетентності:

в науці одна людина може бути компетентнішою та далекогляднішою, ніж сто колег.

Найкращий спосіб забезпечення максимальної вірогідності позитивної оцінки плідної ідеї – це мати на посаді «головного оцінника» ідей найдалекогляднішого співробітника. Голосування тут неприйнятне.

Нарешті, як інформацію до роздумів можна повідомити, що за розрахунками відомого американського наукознавця Д. Прайса, сто дослідників видають наукової продукції тільки в 3,3 рази більше, ніж один дослідник.

Тобто збільшення вартості досліджень пропорційне квадрату кількості вчених, які беруть у ньому участь, а ефективність досліджень пропорційна кореню четвертого ступеня з цього числа.

Необхідний пошук способів інтенсифікації справжньої наукової творчості, а не простої інженерної праці, хоч це також необхідне.

Контрольні питання й завдання для самостійної роботи

1. Що є рушійною силою творчого процесу?
2. Назвіть основні джерела виникнення творчих протиріч.
3. Які існують типові прийоми розв'язання технічних протиріч?
4. Яка різниця між потребою і споживчою функцією технічного об'єкта?
5. Що належить до безпосереднього й непрямого оточення об'єкта?
6. Дайте зображення графу цілей розвитку технічних систем, орієнтованих щодо інтересів суспільства.
7. Зобразіть схемою класифікацію системотехніки розвитку технічних об'єктів.
8. Поясніть роль адміністративних й людських факторів у підвищенні ефективності наукової роботи.

ПЛАН-КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЇ 4

ПЛАН

4. Діалектичні принципи технічної творчості в розвитку технічних об'єктів

4.1. Поняття й склад технічних об'єктів і систем, технологій та їх взаємодії з навколишнім середовищем

4.2. Стадії розвитку технічних об'єктів

4.3. Умови й процеси розвитку технічної творчості

Контрольні питання й завдання для самостійної роботи

4.1 Поняття й склад технічних об'єктів і систем, технологій та їх взаємодії з навколишнім середовищем

Техніка – це цілий світ неживої природи. Вона оточує нас на виробництві, на вулиці, у полі, будинку, у космосі, кількість об'єктів техніки теоретично наближається до нескінченності.

Від ефективності техніки залежить наше майбутнє, техніка – одна із заporук прогресу.

Поняття «технічний об'єкт» і «технічна система» є синонімами, тому що відбивають те саме поняття, але з різними відтінками при використанні й описанні.

Поняття «технічний об'єкт» більш широке, оскільки «технічні системи» є лише його різновидом.

Технічним переважно називають об'єкт у тих випадках, коли мова про нього ведеться взагалі, без будь-якої структурної, функціональної і конструктивної конкретизації, у той час як термін «технічна система» використовується під час обговорення його внутрішнього змісту, при вивченні, аналізі, синтезі й конструюванні.

Технічна система – це визначена сукупність упорядковано пов'язаних між собою елементів, що мають сукупні властивості, які не тільки підсумовують властивості вхідних у її структуру елементів, але й іншими якісно новими властивостями, не характерними для системостворюючих елементів, наприклад, автомобіль має властивості пересування, у той час як жоден із його окремо взятих елементів (кузов, шасі, двигун і т. д.) таких

властивостей не має.

Важливо мати на увазі, що будь-яка технічна система складається з низки конструктивних елементів (ланок, блоків, вузлів, агрегатів), названих «підсистемами», число яких, у загальному випадку, може бути рівним «N».

У той же час у більшості технічних систем існують і надсистеми – технічні об'єкти більш високого конструктивного рівня, у які їх включено як функціональні елементи.

У надсистему можуть входити від двох до «M» технічних систем. Наприклад, якщо як «технічна система» розглядається електростартер для пуску двигуна, то сам двигун можна розглядати як надсистему, а складові конструктивні елементи електродвигуна (вал, підшипники, обмотки полюсів) – підсистемами.

Будь-який технічний об'єкт знаходиться у визначеній взаємодії з навколишнім середовищем.

Він виконує визначені функції (операції) із перетворення речовини (об'єктів живої й неживої природи), енергії або інформаційних сигналів.

Обробка речовини, енергії або сигналів за допомогою технічних об'єктів виробляється шляхом виконання ряду технологічних операцій, що виконуються одна за одною у визначеній послідовності. Під технологією розуміється спосіб, метод або програма перетворення речовини, енергії або інформаційних сигналів із заданого початкового стану в заданий кінцевий стан за допомогою відповідних технічних систем (об'єктів).

Взаємодія технічного об'єкта з навколишнім живим і неживим середовищем може відбуватися за різними каналами зв'язку, що доцільно підрозділити на дві групи.

Перша група включає потоки речовини, енергії й інформаційних сигналів, переданих від навколишнього середовища до технічного об'єкта. До них належать: A_T – функціонально зумовлені (або керуючі) вхідні впливи, вхідні потоки в реалізовані фізичні операції; A_B – змушені (або збуджуючі) вхідні впливи: температура, вологість, пил і т. д.

Друга група потоків зв'язку – це ті, що передаються від розглянутого технічного об'єкта в навколишнє середовище. До них належать: S_T – функціонально зумовлені (або регульовані, контрольовані) вихідні впливи, вихідні потоки реалізованих у

об'єкті фізичних операцій; C_B – змушені (збурюючі) вихідні впливи у вигляді електромагнітних полів, забруднення води, атмосфери, землі і т. д.

4.2 Стадії розвитку технічних об'єктів

Життєвий цикл машини включає стадії досліджень, проектування й доведення, серійного виготовлення (виробництва), експлуатації й списання.

Його розрахунок проводиться за формулою

$$T_{ЦМ} = T_{ПР} + T_{ВИГ} + T_{С}, \quad (4.1)$$

де $T_{ПР}$ – календарний термін від початку розробки машини до приймальних випробувань;

$T_{ВИГ}$ – тривалість виготовлення машини, включаючи підготовку виробництва;

$T_{С}$ – термін служби машини.

У різних систем ця крива має свої індивідуальні особливості.

Технічний рівень створюваних макетних і дослідних зразків не завжди (з технічних, економічних та інших причин) відповідає необхідному технічному рівню Д.

Нерідко з тих же причин можуть вироблятися ненадійні машини рівня якості В і Г.

Після ухвалення рішення про вдосконалення створена система А (ділянка 1) може швидко розвиватися до рівня Г (ділянка 2) і вище до економічно обґрунтованих вимог Д.

На ділянці 3 темпи розвитку системи зменшуються, вона вичерпує свої потенційні можливості і настає старіння.

Надалі система морально застаріває чи деградує (крива 5) або тривалий час зберігає досягнуті показники (ділянка 4).

На стадії 4 об'єкт може модернізуватися або замінитися принципово новою системою Б.

Очевидно, що в процесі розвитку технічного об'єкта перехід від однієї стадії до іншої у зоні Е відбувається тоді, коли фізичні або інтелектуальні можливості людини з подальшого підвищення актуальних критеріїв надійності, витрат енергоносіїв і продуктивності виявляються вичерпаними.

Тоді якість об'єкта можна підвищити лише при реалізації інших науково-технічних розробок.

Процеси розвитку технічних об'єктів (ТО) того самого функціонального призначення й техніки в цілому являють собою об'єктивні закономірності: техніка в часі розвивається постадійно в напрямку передачі фундаментальних функцій праці від людини до технічного об'єкта.

Увесь цикл розвитку технічного об'єкта має 4 стадії, що відповідають чотирьом фундаментальним функціям праці й машин з обробки й виробництва матеріальних продуктів.

4.3 Умови й процеси розвитку технічної творчості

Одними з головних компонентів і умов розвитку творчої діяльності є включення людини-діяча (інженера, дизайнера, винахідника) в об'єктивні обставини, що зумовлюють саму цю діяльність, її виникнення й розвиток.

Без включення в об'єктивні умови ніяка суб'єктивна позиція, пропозиція, чекання не має смислу.

Кожному творчому акту в обов'язковому ступені має передувати визначений процес ознайомлення людини з конкретними об'єктами, їх перевагами і недоліками, умовами робіт із прогностичних позицій.

На основі такого аналізу недоліків і з прогностичних позицій формується вимога до розроблювального предмета. Вимога – форма вираження мети й процесу діяльності. Вимоги можуть носити об'єктивний і суб'єктивний характер.

Поняття «включення» зіставляється з такими поняттями, як «інтерес», «розуміння», «осмислення», що характеризують творчий контакт між суб'єктом і об'єктом.

Процес включення людини в діяльну ситуацію зводиться до: визначення вимог і ресурсів у конкретній обстановці; формування діячем позиції щодо об'єктивних умов (вимог і ресурсів).

Але як би ретельно не було продумано недоліки існуючих технічних об'єктів (у плані виявлення вимог до нового), досягти оптимального результату не вдається доти, поки не буде визначено адекватні цим вимогам засоби їх досягнення.

Сформована позиція діяча щодо об'єктивних умов говорить

про налагодження відносин «суб'єкт-об'єкт», початку творчого контакту, усвідомленого погляду діяча на навколишні обставини. Фактично тут діяч визначає для себе самого недостатність у вирішенні цього або іншого питання, формує проблему діяльності, що він прагне далі вирішити.

Поставити проблему – один із найскладніших і найголовніших кроків у творчості. Показово, що збільшення кількості різного виду й типу вимог і ресурсів не особливо змінює таке положення: відкривається можливість повніше представити шуканий ідеал, повніше, але не цілком.

У діяльності важливо досягти їх діалектичного «злиття». У цьому злитті і відбувається становлення якісно нового утворення, а саме – творчої пропозиції з досягнення шуканого рішення.

Процес формування пропозиції виступає як конструювання технічного предмета.

Тільки через включення людини в об'єктивні умови як формування відносини «суб'єкт – об'єкт» може бути:

- створено нове в техніці;
- відкориговано, доведено вже наявну технічну систему;
- зрозуміло зміст старих технічних проектів і ідей;
- виявлено тенденції становлення майбутніх, ще невідомих конструкцій.

Саме виходячи з умов включення людини в конкретні обставини стає зрозумілою зумовленість пошуків конкретних рішень рівнем знань людини, її творчим пошуком, перевагами і тими цілями, що вона ставить перед собою й іншими людьми.

У підготовці включення людини в умови діяльності особливу роль відіграє оволодіння нею знаннями і практичним досвідом. Тут позначається фактор розвитку в людини потенційно реальної можливості включатися в ті або інші конкретні ситуації у майбутній діяльності і гнучке відношення до використання виникаючих обставин.

У процесі дослідження йде осмислення діяльної умови контексту, виділення функціональних і морфологічних аспектів предмета і навколишнього середовища. Відбувається розчленовування системи «предмет-середовище» на деякі складові елементи, що дозволяє виявити особливості побудови предмета, його специфіку, зв'язок з іншими частинами і з цілим (середовищем).

Звичайно даний аналіз дозволяє виявити недоліки попередніх технічних рішень.

У поле досліджень входить аналіз генетичних аспектів розвитку близьких об'єктивних умов функціонування, застосовуваних конструктивних принципів і систем.

Включення в конкретні обставини може бути випадковим і цілеспрямованим. Включенням, що має випадковий характер, можуть бути рішення як результат уважності, спостережливості автора-діяча.

Орієнтацію на випадок не може бути визнана оптимальною при розробці технічних об'єктів.

Включення, що носить характер цілеспрямованого дослідження пошуку рішення, спрямовано на орієнтовані обставини діяльних умов, що складаються, що має на увазі насамперед вивчення тенденцій розвитку технічної системи й аналіз прецедентів вирішення конфліктів, що виникають у ній.

Варіювання, пошуки підходящих (для поставлених цілей виходячи з наявних засобів) співвідношень вимог і ресурсів, «наробіток» нових якостей, виявлення невдалих рішень і їх «відмітання», поява нових сполучень компонентів і нова їх оцінка – от шлях пошуку нового результату. Такий ланцюг розробки рішення розвивається, шириться аж до деякої межі насичення, коли шуканий результат починає виявлятися досить точно і настає процес конкретизації рішення.

Критерії оцінки насичення:

- а) досягнення найбільш прогресивних вимог за умови
- б) об'єктивно-реального використання адекватних ресурсів.

Таким чином, процес творчості і виступає як освоєння об'єктивних обставин відповідно до тих цілей, що людина поставила перед собою і які сформувався (у тому числі були уточнені, відкориговані) у процесі розвитку діяльності.

На цьому шляху і визначаються принципи управління процесом творчого пошуку, мова йде в цьому випадку головним чином про підпорядкування інформації потребам людини.

Перетворення інформації (конструювання) не є просто перебір деяких можливих комбінацій з вимог ресурсів між собою, а побудова цілісного органічного утворення, нового результату.

Це – «згортання» інформації. Включення людини в контекст діяльності й конструювання результату діалектично пов'язані між

собою в напрямку творчої думки.

Включення – це усвідомлення людиною «поля» його можливих творчих контактів і одночасне зняття психологічного бар'єра перед ухваленням рішення.

Конструювання ж є обмеження сфери пошуку і домінантне визначення розроблювального варіанта технічного предмета – це ухвалення рішення.

Включення являє собою входження в матеріальні й духовні аспекти культури; конструювання – це становлення нової культури.

Управління технічною творчістю – точніше, процесами, що приводять до його виникнення й успішного розвитку – ґрунтується на двох зустрічних діалектично взаємозалежних тенденціях:

внутрішньої (суб'єктивної), зумовленої творчим зростанням самого фахівця, підвищенням його кваліфікації, рівня активності при підході до вирішення технічних питань, розвитком критичного відношення до існуючих технічних рішень і т. ін.;

зовнішньої (об'єктивної), зумовленої суспільними відносинами, організацією оптимальної системи професійної роботи й виховання фахівця, координацією технічної діяльності, систематичним виданням необхідних наукових праць, довідників, організацією контролю за вирішенням актуальних проблем, управлінням використанням ресурсів і т. ін.

Обидві ці тенденції необхідні – одна без іншої не може розвиватися повноцінно.

Контрольні питання й завдання для самостійної роботи

1. Чим відрізняються поняття «технічний об'єкт», «технічна система» і «технологія промислового виробництва»?
2. Охарактеризуйте стадії життєвого циклу машин.
3. Перелічіть стадії розвитку технічних об'єктів.
4. Наведіть основні стадії передачі фундаментальних функцій праці від людини до технічного об'єкта.
5. Охарактеризуйте поняття «суб'єкт – об'єкт», «включення людини в конкретні об'єктивні умови», «вимога розвитку об'єкта».

ПЛАН-КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЇ 5

ПЛАН

5. Еволюційні шляхи створення нових технічних об'єктів

5.1. Співвідношення темпів розвитку науки, техніки й виробництва

5.2. Еволюція показників розвитку й попиту на технічні об'єкти

Контрольні питання й завдання для самостійної роботи

5.1 Співвідношення темпів розвитку науки, техніки і виробництва

Закони розвитку в технічній сфері такі ж, як і в живій природі. Мають аналогічні життєві цикли й етапи розвитку.

Підвищення якості машин досягається або удосконалюванням існуючих зразків, або створенням принципово нових, що втілюють прогресивні ідеї.

З моменту виникнення нового виду технічних об'єктів, яке відбулося в результаті стрибка, його розвиток, йде шляхом кількісних змін. Однак це може відбуватися лише до визначеної межі, коли стає неможливим подальше поліпшення показників якості в межах існуючого виду.

З цього моменту виникнення протиріч розвитку здобуває певний характер і приводить до появи нового виду технічних об'єктів, що реалізують більш прогресивну технологію.

Мета прогресивного розвитку техніки – поліпшення якого-небудь критерію розвитку при наявності визначених соціально-економічних потреб і науково-технічних умов.

На рис. 5.1 показано відносини в макросистемі «суспільство – економіка – наука і техніка», а на рис. 5.2 – співвідношення темпів розвитку науки, техніки і виробництва [2].

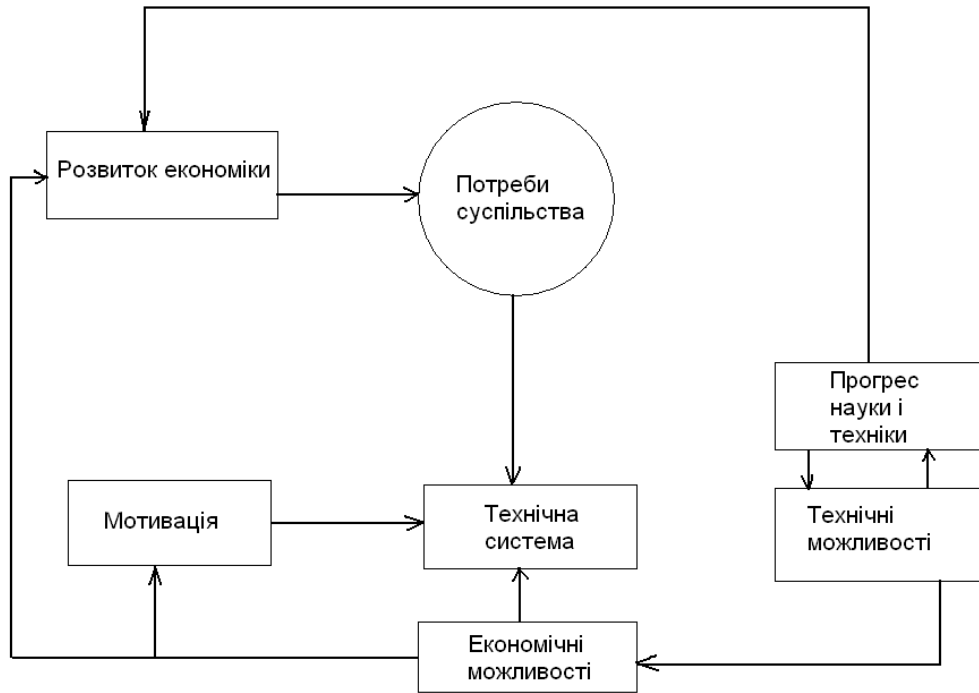


Рисунок 5.1 - Відносини в макросистемі «суспільство – економіка – наука і техніка»

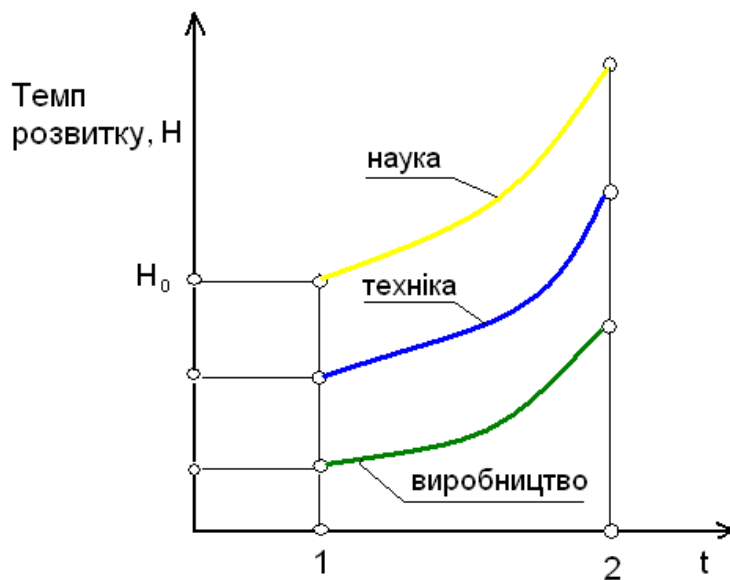


Рисунок 5.2 - Співвідношення темпів розвитку науки, техніки і виробництва

Математично розвиток науки в часі можна подати у вигляді [2]

$$H = H_0 \cdot e^{kt}, \quad (5.1)$$

де H_0 – досягнення науки до моменту відліку;

k – постійна;

t – час.

З розвитком науки з'являються нові знання, що дозволяють розробити нові матеріали, технічні рішення і використовувати їх для створення нового технологічного обладнання (об'єктів техніки).

Нова техніка впроваджується у виробництво з метою підвищення його ефективності. Звідси очевидно, що темпи розвитку науки повинні випереджати темпи розвитку техніки й виробництва.

Як рекомендує О.І. Половинкин, якщо при наявності необхідного науково-технічного потенціалу перехід до нового технічного рішення або принципу дії забезпечує одержання додаткової ефективності, яка істотно перевищує додаткові інтелектуальні й виробничі витрати, то варто здійснити стрибок до нового технічного рішення або принципу дії (без вичерпання можливостей попереднього технічного рішення або принципу дії).

Це положення варто використовувати у зв'язку з використанням комп'ютерних технологій технічної творчості, за допомогою яких можна проводити глобальну, багатокритеріальну оптимізацію технічних рішень, охоплюючи одночасно всі етапи розвитку технічних об'єктів.

Кожна заново створена або удосконалена технічна система має в порівнянні з аналогом підвищений рівень споживчих властивостей R (або головної корисної функції) і технічної складності S (зростання маси кількості підсистем, вартості комплектуючих і виготовлення).

Причому зростання конструктивної складності технічних систем відбувається за нелінійною залежністю [2]

$$S = k \cdot R^b, \quad (5.2)$$

де k і b – емпіричні коефіцієнти.

Подальше протиріччя з показниками S створеної системи

переходить часто до еволюційного процесу використання нових фізичних принципів створення технічної системи, що забезпечує різке зниження цього показника при подальшому поліпшенні рівня головної корисної функції R.

Так, за останні 50 років вдалося зменшити питому вагу дизельних двигунів (кг/кінську силу) до 250 разів, паросилових установок на теплових електростанціях – до 25 разів; у сотні разів знизилася габарити електронно-обчислювальних машин, у тисячу разів зменшилися розміри електронних підсилювачів і т. ін.

5.2 Еволюція показників розвитку й попиту на технічні об'єкти

У розробці нових технічних систем часто використовують оперативний принцип.

Необхідність ітерацій впливає з наступного. Розробляючи складну технічну систему, неможливо охопити всі ситуації відразу, тому знання виявляються неповними, потребують доповнень, уточнень і порівнянь із дійсністю для виявлення й усунення упущень.

Необхідна повнота знання й розуміння досягається лише в результаті низки ітерацій.

На рис. 5.3 подано схему процесу вирішення творчої задачі, на якій показано зворотні ітеративні зв'язки між етапами.

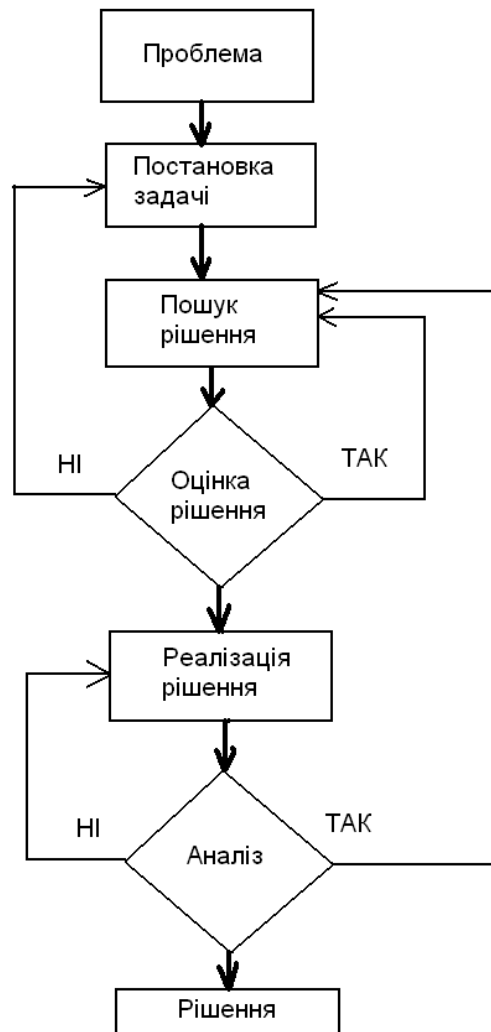


Рисунок 5.3 – Схема процесу вирішення творчої задачі

Будь-яка досить складна технічна система внаслідок неможливості простежити всі причинно-наслідкові зв'язки в самій системі й у навколишньому середовищі виступає як не цілком детермінований об'єкт, що вимагає врахування ймовірнісних фактів.

Звідси при створенні нових технічних систем і технологічних процесів постає необхідність статистичного дослідження і ймовірнісної оцінки явищ, що протікають у системі й у навколишньому середовищі, шляхом збирання й обробки відповідних статистичних даних, аналогів і нових зразків створюваної техніки.

Оцінку того, коли варто поставити задачу створення принципово нового технічного об'єкта, можна встановити за показниками, які характеризують діяльність за розвитком і змінами попиту на технічну систему.

На рис. 5.4 дано відбите порівняння кривої «життєвого циклу»

технічної системи і її ділянок (рис. 5.4, а) з показниками, що характеризують винахідницьку діяльність за розвитком даної системи.

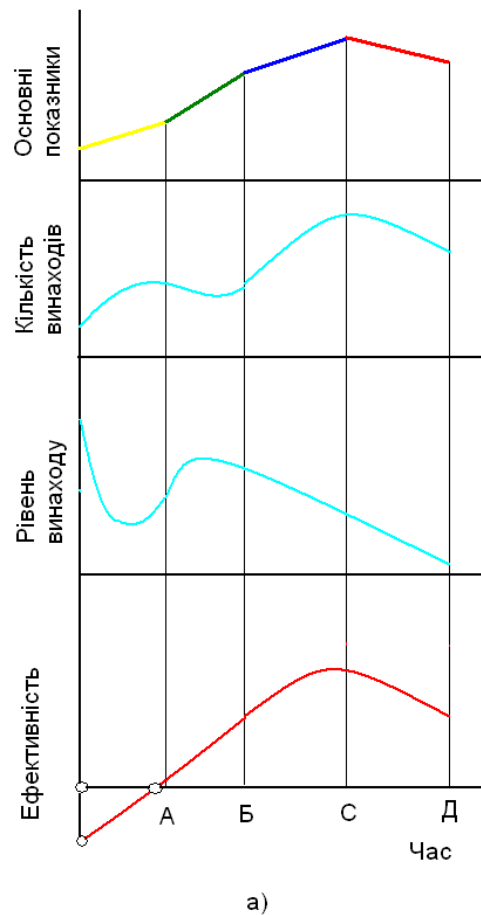


Рисунок 5.4 – Характеристики винахідницької діяльності та зміни попиту на технічну систему

Крива, зображена на рис. 5.4 б, показує зміну кількості винаходів у різні періоди «життєвого циклу» системи.

Перший пік кількості винаходів відповідає періоду переходу до масового застосування системи, другий зумовлено прагненням продовжити життя системи.

Характер кривої, зображеної на рис. 5.4, в, показує, що перші винаходи, що створюють основу технічної системи, завжди високого рівня.

Поступово цей рівень знижується, при цьому має місце пік, що відповідає винаходам, які забезпечують системі можливість масового використання.

Незважаючи на те, що перші винаходи є винаходами високого

рівня, вони не дають економічного ефекту, тому що технічна система ще тільки створюється й у ній маються недоліки й недоробки.

Ефект починає з'являтися тільки після переходу до масового застосування системи (рис. 5.4, г).

У цей період навіть невелике вдосконалення приносить великий ефект [2]. Дійсна зміна попиту з часом відбувається приблизно так, як показано на рис. 5.5 [2].

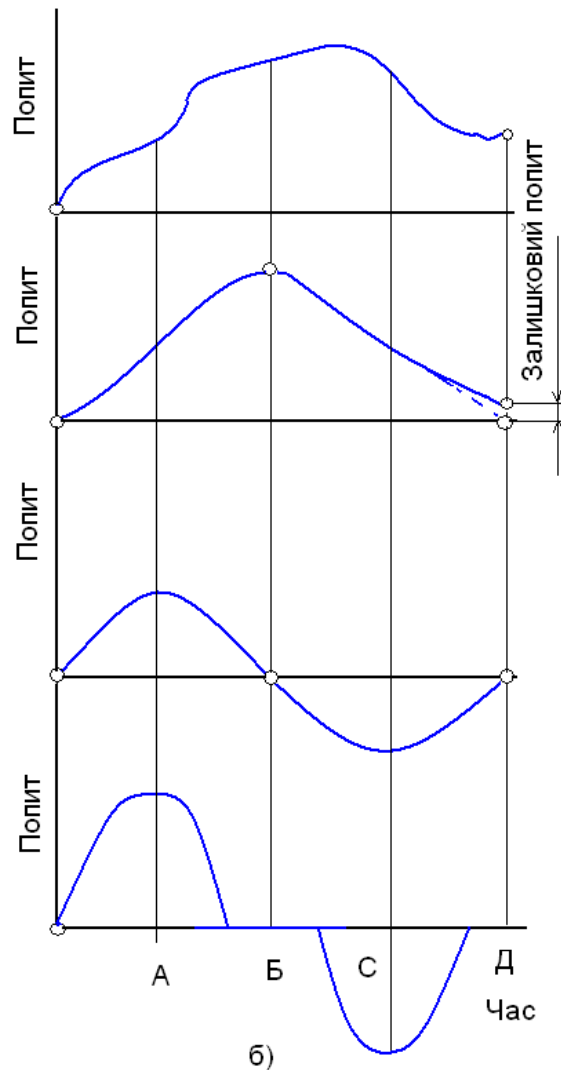


Рисунок 5.5 – Схема зміни попиту

Попит на технічну систему навіть після розробки нових, більш ефективних систем не завжди падає до нуля. Старі машини будуть використовуватися і надалі, хоча й у менших масштабах.

Криву попиту на технічну систему можна подати також у вигляді першої похідної попередньої кривої.

У результаті виходить крива типу синусоїди (рис. 5.5, в).

Природно, що реальна крива не буде такою гладкою внаслідок впливу зовнішнього середовища (рис. 5.5, г).

Аналіз кривих попиту на різні об'єкти і технічні системи показує, що довжина хвилі цих кривих із часом коротшає. Отже, науково-технічний прогрес призводить до того, що тривалість використання виробів скорочується.

З іншого боку, з прискоренням випуску нових виробів амплітуда попиту на них збільшується. Звідси випливає, що необхідно прискорювати розробку нових виробів і систем.

Корисний період існування технічної системи, тобто тривалість її використання, залежить від її цінності (технічного рівня), зносу і, крім того, появи нової, більш досконалої системи того ж призначення, тобто від темпів технічного прогресу.

Тому, незважаючи на природне бажання споживача якнайдовше використовувати звичну технічну систему, потреба в більш ефективній системі виявляється сильнішою.

Контрольні питання й завдання для самостійної роботи

1. Чим досягається підвищення якості автомобілів?
2. Як проходить розвиток технічних об'єктів з моменту виникнення нового виду, яке відбулося в результаті стрибка?
3. До якої пори відбувається розвиток технічних об'єктів?
4. Що приводить до появи нового виду технічних об'єктів, що реалізують більш прогресивну технологію?
5. Яке співвідношення темпів розвитку науки, техніки й виробництва?
6. Які причини зміни попиту на технічний об'єкт і як це впливає на розвиток технічних об'єктів?
7. Коли варто ставити задачу створення принципово нового технічного об'єкта?
8. У чому полягає мета прогресивного розвитку техніки?
9. У вигляді якої залежності можна подати математично розвиток науки в часі?
10. Що рекомендує дослідник О. Половинкин, якщо при наявності необхідного науково-технічного потенціалу перехід до нового технічного рішення або принципу дії забезпечує одержання додаткової ефективності, яка істотно перевищує додаткові інтелектуальні й виробничі витрати?

11. За якою залежністю відбувається зростання конструктивної складності технічних систем, коли кожна заново створена або удосконалена технічна система має в порівнянні з аналогом підвищений рівень споживчих властивостей R і технічної складності S ?

12. Чому необхідна повнота знання й розуміння досягається лише в результаті низки ітерацій?

13. Чому при створенні нових технічних систем і технологічних процесів постає необхідність статистичного дослідження і ймовірнісної оцінки явищ, що протікають у системі?

15. Від чого залежить корисний період існування технічної системи, тобто тривалість її використання?

ПЛАН-КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЇ 6

ПЛАН

- 6. Інформаційне забезпечення науково-технічної творчості
- 6.1. Властивості інформації
- 6.2. Основні джерела інформації
- 6.3. Міжнародна класифікація патентів на винаходи, корисних моделей, промислових зразків і товарних послуг
- 6.4. Патентний пошук документації
- 6.5 Обробка й оцінка інформації
- Контрольні питання й завдання для самостійної роботи

6.1 Властивості інформації

Інформація – це відомості про навколишнє середовище, процеси, що протікають у ньому, події й стани, сприймані людьми, керовані машинами й системами.

Інформація – це знання, що є об'єктом збереження, перетворення й поширення в системах науково-технічних комунікацій.

Творчість зводиться до зміни та встановлення нових зв'язків між вже наявними знаннями. Тому «наробітки» технічної думки в публікаціях, винаходах минулого ні в якому разі не повинні вважатися лише історичними етапами розвитку техніки.

В ідеях минулих років як реалізованих, так і нереалізованих у конкретній технічній практиці утримується колосальний евристичний потенціал майбутнього.

Перше правило наукової чесності говорить: перед початком будь-якої наукової праці необхідно ознайомитися з усіма джерелами наукової інформації, що присвячені даному питанню.

Досить складно визначити грань між інформацією й знаннями, оскільки інформація в строгому сенсі – це знання, включене безпосередньо в комунікативний процес.

У загальному випадку інформацію можна визначити як відомості, що є об'єктом збереження, перетворення й поширення в системі наукових комунікацій. З цього випливає, що не всі відомості,

одержувані нами, можна віднести до розряду інформації.

Основними ознаками наукової інформації є:

її одержують у процесі розпізнавання закономірностей об'єктивної чутливості, доведеної практикою, і подають у відповідній формі;

це документовані або публічно оголошені відомості про вітчизняні і закордонні досягнення науки, техніки, дослідницько-конструкторської, виробничої і господарської діяльності.

Для того щоб не допускати у своїй діяльності помилок, необхідно знати основні властивості інформації (рис. 6.1).

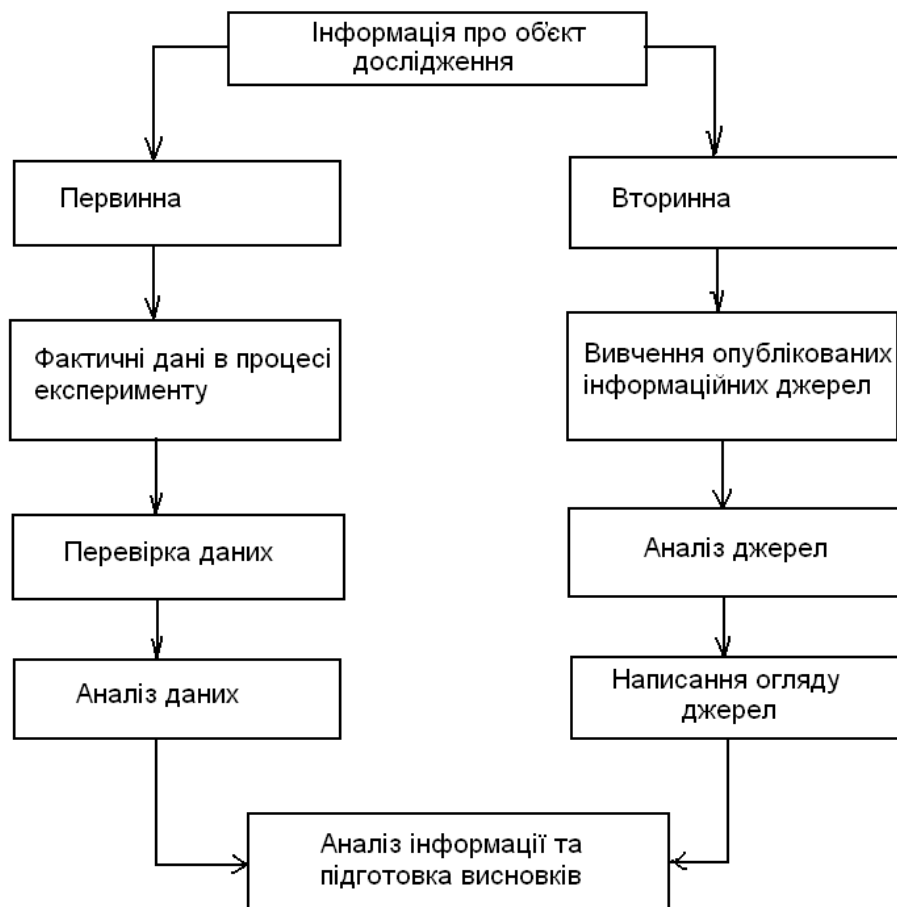


Рисунок 6.1 – Основні властивості інформації

З цього можна зробити висновки: інформація не має властивості адитивності та комутативності й асоціативності; інформація, яка, на перший погляд, що не має відносини до досліджуваного питання, може дати поштовх до оригінального розв'язання проблеми. Ці властивості інформації створюють головні труднощі в її використанні.

Збирання необхідної інформації є одним із найбільш

трудомістких етапів творчої діяльності.

6.2 Основні джерела інформації

Проблеми, пов'язані з лавиноподібним наростанням інформації, люди усвідомили дуже давно.

На глиняній табличці (шумерське письмо, четверте тисячоліття до нашої ери) археологи знайшли текст: «Прийшли важкі часи: діти перестали слухатися батьків і кожен силкується написати книгу».

У даний час великий вплив на характер інформаційної потреби робить галузь знання.

У різних галузях знань інформаційні процеси займають різну питому вагу в загальному балансі робочого часу фахівця. За даними роботи [15] вчений-дослідник витрачає на пошук інформації близько 50% свого часу; за даними роботи [2] дослідники-хіміки витрачають на інформаційні процеси близько 40% робочого часу, інженери-радіотехніки – близько 30%, працівники легкої промисловості – приблизно 12%.

Питома вага інформаційних процесів залежить, у свою чергу, від темпів старіння інформації у даній галузі знання (приблизно 4 – 5 років – у радіоелектроніці, 6 – 8 років – у машинобудуванні і т. д.) і від ступеня взаємодії даної галузі з іншими галузями знання, іншими словами – від потреби в суміжній і міжгалузевій інформації.

Великі витрати часу на пошук інформації пояснюються, по-перше, тим, що без неї не може бути проведено наукові дослідження; по-друге, інформація швидко старіє: 10% на місяць – для журналів, 10% на рік – для книг і монографій.

Схему збирання й аналізу наукової інформації подано на рис. 6.2 [15].

Основними джерелами науково-технічної інформації є наступні.

Реферативні журнали. У даний час усі великі бібліотеки мають у своєму розпорядженні серії періодичних видань, названих реферативними збірниками («Abstracts») і покажчиками статей («Indexes»).

Реферативні збірники й покажчики статей існують за всіма галузями знань.

Реферат – це короткий опис авторських статей з повідомленням про те, хто їх написав, коли і де їх опубліковано.

Показники статей повідомляють прізвище, ім'я автора, назву статті, видання й дату публікації.

У реферативних журналах наводяться реферати монографій, статей, збірників навчальної літератури, періодичних видань і інших джерел.



Рисунок 6.2 – Схема збирання та аналізу наукової інформації

Довідкова література – енциклопедії, енциклопедичні словники.

Патентна інформація – це відомості про відкриття, винаходи, промислові зразки і товарні знаки з усіх галузей людської діяльності в будь-якій країні світу.

Відомості про відкриття й винаходи звичайно зосереджено в патентних фондах великих бібліотек, підприємств і організацій, у реферативних журналах, а також у бюлетенях про відкриття, винаходи, промислові зразки і товарні знаки.

До складу патентних фондів входять класифікатори патентів, описи патентів і винаходів, матеріали довідково-пошукового апарату, нормативна й методична література.

Патентні фонди підрозділяються на державний (центральний), територіальні та галузеві.

Спеціальні випуски технічних видань – це документи інформаційного, рекламного плану, аналітичні, статистичні дані з проблем.

Надруковані документи – це дисертації, звіти про науково-дослідні роботи, окремі роботи, звітні документи, методичні й інструкційні матеріали.

Довідково-інформаційний фонд – це зібрані первинні документи і довідково-інформаційний апарат, призначений для задоволення інформаційних потреб.

Інформаційні ресурси загального використання – це інформаційні ресурси державних органів науково-технічної інформації (бібліотека, фірма, організація).

Бюлетені сигнальної інформації включають бібліографічний опис літератури, що виходить за окремими галузями знань.

Експрес-інформація містить розширені реферати статей, опис винаходів й інших публікацій.

Аналітичні огляди дають уявлення про тенденції розвитку конкретної галузі науки й техніки.

Каталоги й картотеки бібліотек і довідково-інформаційних відділів.

Система Internet.

Телеконференції Usenet призначено для одержання останніх новин, обміну ідеями й думками, одержання необхідних консультацій.

6.3 Міжнародна класифікація патентів на винаходи, корисних моделей, промислових зразків і товарних послуг

Міжнародна патентна класифікація (МПК) охоплює всі види техніки. Вона являє собою ієрархічну класифікацію, якій притаманна функціонально-галузева структура.

Структурними елементами МПК є такі: розділ, підрозділ, клас, підклас, група, підгрупа.

Згідно з МПК всі винаходи підрозділяються на вісім розділів.

Розділи мають назви й індекси. Індекси позначаються заголовними літерами латині від А до Н [16, 17].

Назви розділів: А – задоволення життєвих потреб людини; В – різноманітні технологічні процеси; С – хімія й металургія; D – текстиль і папір; Е – будівництво; F – прикладна механіка, освітлення й опалення, двигуни і насоси, зброя і боєприпаси; G – технічна фізика; H – електрика.

Кожен розділ може містити до 99 класів.

Окремі номери класів можуть пропускатися з метою додання в разі потреби нових класів.

Як бачимо, назва і зміст розділу «В» відображає функціональний принцип. Розділи D, E, а також деякі інші є предметно-тематичними.

Підрозділи мають тільки заголовки.

Назва класів містить заголовок, який відображає зміст класу й індекс, що складається з індексу розділу і двозначного арабського числа.

Клас містить один або більшу кількість підкласів.

Індекс підкласу складається з індексу розділу й індексу класу.

Після них стоїть заголовна латинська літера. Наприклад, клас D 03 має підкласи, які мають такий запис: D 003 C, D 003 D, D 03.

Заголовок визначає його зміст. Підклас поділяється на основні групи й підгрупи.

Повний індекс основної групи складається з індексу підкласу, за яким стоїть одно-, дво- або тризначне число, похила лінія і два нулі. Наприклад, підклас D 03 охоплює основні групи: 1/00, 3/00, 5/00 – 51/00.

Повний індекс підгрупи складається з індексу підкласу, одно-, дво- або тризначного числа його основної групи і похилої лінії, за якою стоїть дві, три або чотири цифри. Наприклад, група D 03 D 3/00 включає підгрупи 3/02, 3/04, 3/06, 3/08.

Існує спеціальна рада з МПК при Всесвітній організації інтелектуальної власності, що постійно вдосконалює патентну класифікацію МКІ й через кожні п'ять років видає її нову редакцію.

При цьому чергова редакція МКІ позначається арабською цифрою і проставляється перед індексом. Повний класифікаційний індекс складається з індексів розділу, класу, підкласу, основної групи і підгрупи.

Наприклад, індекс 6.H.01.V.8/05 означає: шоста редакція МПК, розділ H – електрика, клас 01 – елементи, підклас V – конденсатори, група 8 – електролітичні, підгрупа 05 – танталові.

6.4 Патентний пошук документації

Патентний пошук – це один з видів інформаційного.

Його спрямовано на встановлення рівня технічного рішення, межі прав власника охоронного документа й умов реалізації зазначених прав.

Існує три основних види пошуку: 1) тематичний (предметний); 2) нумераційний; 3) іменний.

Тематичний пошук є найголовнішою і найбільш розповсюдженою процедурою. У якості пошукового зразка використовуються ключові слова (дескриптори), відповідні індекси різних систем класифікації, заголовки документів чи його елементи, які мають істотне значення (як правило, це – термінологічні словосполучення та ін.).

Тематичний пошук може виконуватися не тільки за фондом винаходів, але і за фондами заявок на винаходи, а також за фондами корисних моделей і промислових зразків.

Тематичний пошук передбачає застосування різноманітних інформаційно-пошукових систем. Такі системи все ширше спираються на електронно-обчислювальну техніку.

Для тематичного пошуку використовують систематичні показники (які, у свою чергу, бувають поточними, річними, підсумковими).

Застосовуються також вузькопрофільні інформаційно-пошукові системи.

Патентний пошук починають зі встановлення класифікаційного індексу.

Нумераційний пошук. Як можна відразу ж догадатися за назвою, мова йде про пошук, якщо відомий номер охоронного документа (або заявки).

Інформація про такий номер може дійти до зацікавленої особи різними шляхами. Для знаходження потрібного номера необхідно, використовуючи нумераційний показник, знайти наданий номеру індекс класифікації. Після цього слід шукати номер у фонді. У нумераційних показниках заявок для кожного номера заявки, як правило, вказується номер охоронного документа, виданого патентним відомством.

Іменний пошук. Під час проведення такого пошуку стартовою

точкою є найменування (прізвище) власника патенту, свідоцтва, заявника, дійсного автора, представника заявника (патентного повіреного). Йде пошук установлення зв'язків між власниками патенту на той самий об'єкт промислової власності в різних країнах або між авторами винаходу і власниками патенту.

При виконанні пошуку використовують торгово-економічні довідники, річні звіти компаній, рекламні буклети.

Пошукові системи. Існують такі пошукові системи: документальні, фактографічні, комбіновані (гібридні).

Перші з названих містять відомості, які відбивають зміст документів. Фактографічні системи концентрують формалізовану інформацію. За допомогою гібридних пошукових систем ведеться пошук як за формалізованими елементами (наприклад, за бібліографічними даними), так і спираючись на змістовний аналіз документа.

Пошукові системи за способом свого функціонування підрозділяються на ручні, механізовані й автоматизовані.

6.5 Обробка й оцінка інформації

Для зменшення часу пошуку потрібної інформації варто ввести поняття «ранг публікацій» і докладно вивчити публікації вищих рангів.

Ранг публікації визначається за попереднім швидким ознайомленням з матеріалом або на підставі публікації у реферативному журналі.

Можна виділити 10 рангів публікацій [2].

1. У публікації повідомляється про відкриття нових фізичних ефектів (під фізичним ефектом розуміється взаємозв'язок фізичних величин у природі).

Відкриття нових фізичних ефектів, як правило, породжує нові можливості і нові наукові напрямки.

2. У публікації досліджується залежність відомого ефекту від різних параметрів. Це важливі фізичні дослідження, що розкривають властивості відкритого ефекту.

3. Пропонуються математичні моделі (засоби кількісного опису фізичного явища).

4. Формулюються постановки нових задач, що можуть бути

вирішені на основі відомих ефектів.

5. Пропонуються способи розв'язання нових задач.

6. Пропонуються інші, більш часткові, варіанти розв'язання науково-технічних задач.

7. Публікуються конкретні числові або функціональні залежності, знайдені автором.

8. Інформується про технологічні досягнення, побудову приладів або пристроїв на основі відомих фізичних явищ.

9. Повідомляється про деякі зміни в постановці, розв'язанні або реалізації на практиці раніше відомих (і вже вирішених) задач.

10. Під новими назвами, термінами або позначеннями описуються раніше відомі результати.

Для визначення рангу публікації, як правило, досить прочитати тільки вступ і висновок.

Якщо після прочитання публікації її ранг визначити не вдається, велика ймовірність того, що він дуже невисокий.

При одержанні нової інформації варто прагнути до узагальнення, тобто спробувати осмислити її як розширення раніше відомих знань.

Контрольні питання й завдання для самостійної роботи

1. Поясніть поняття «наукова інформація».
2. Які властивості інформації?
3. Які етапи нагромадження й вивчення наукової інформації?
4. Викладіть основні ознаки наукової інформації.
5. Опишіть основні джерела інформації.
6. Як здійснюється обробка й оцінка інформації?
7. Поясніть поняття «ранг публікації».
8. Зобразіть схемою процес збирання й аналізу наукової інформації.
9. Яка техніка обробки інформації?
10. Яка інформаційно-пошукова класифікація застосовується в бібліотеках?
11. В якій формі подається інформація в реферативних журналах?
13. Наведіть структурні елементи Міжнародної класифікації патентів (МПК) на винаходи.

ПЛАН-КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЇ 7

ПЛАН

7. Методологія наукового пізнання навколишнього середовища

7.1. Процеси пізнання об'єктивної дійсності

7.2. Методичні принципи в науково-технічній творчості

7.3. Методологія науки

Контрольні питання й завдання для самостійної роботи

7.1. Процеси пізнання об'єктивної дійсності

Розуміння людиною незнання в будь-якій галузі буття викликає об'єктивну необхідність одержання й поширення нових знань.

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

Структуру процесу пізнання можна представити схемою рис. 7.1 [5].

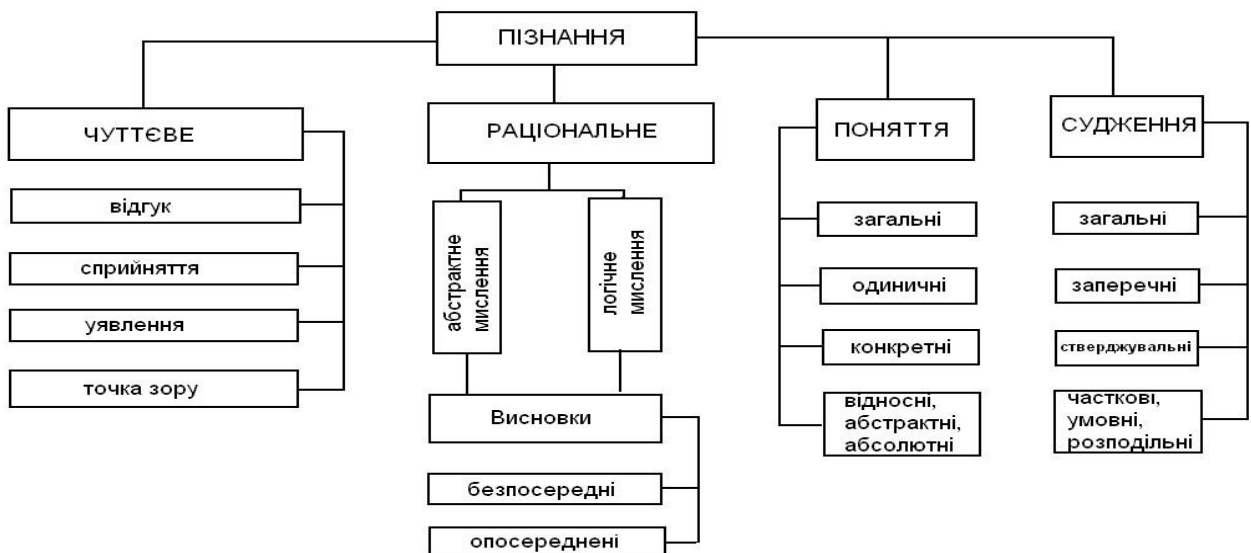


Рисунок 7.1 – Структура процесу пізнання

Процес руху людської думки від незнання до знання

називається пізнанням. Це взаємодія суб'єкта й об'єкта, результатом якого є нове пізнання об'єктивної дійсності в процесі практичної діяльності людини (виробничої, наукової, розумової).

У процесі будь-якої творчої діяльності людині доводиться робити визначені види розумової роботи, користуватися тими або іншими канонами логіки, використовувати методи й прийоми системного аналізу, оцінювати й вимірювати отримані результати, порівнювати їх із раніше отриманими результатами, зіставляти з відомими аналогами й прототипами.

Наукове пізнання – це дослідження, характерне своїми цілями й задачами, методами одержання й перевірки нових знань.

Дослідження прокладають шлях практиці, дають теоретичні основи для вирішення практичних проблем.

Практика дає фактичний матеріал науці, якій необхідно його теоретично осмислити й обґрунтувати, що створює надійну основу розуміння сутності процесів і явищ об'єктивної дійсності.

Наукове пізнання нерозривно пов'язано з практикою засобами освоєння навколишньої дійсності. На практиці наукові знання використовуються як ідеальний спосіб, що забезпечує виробництво матеріальних цінностей.

Наукове пізнання покликане визначити шлях практиці, дати теоретичні основи для розв'язання практичних проблем.

Тому теорія має випереджати практику завдяки елементу наукового передбачення. Для науки забезпечення знаннями складає головну й безпосередню мету діяльності людини.

Оскільки наука, як процес і результат мислення людини, узагальнюється в категоріях, закономірностях, законах і інших інтелектуальних формах, результати наукової творчості відбиваються в узагальненнях фактів, абстракцій, поняттях, теоріях, ідеях і т. д.

Наука завжди спирається на достовірні знання, точні виміри, строгі оцінки і коректні докази.

Разом із тим наукові знання можуть бути відносні, абсолютні й апріорні (див. рис. 7.1).

Відносні знання відрізняються неповнотою відповідності образу й об'єкта.

Абсолютні знання – це повне, вичерпне відображення узагальнених уявлень про об'єкт, що забезпечує абсолютну відповідність образу й об'єкта у визначений період пізнання.

Апріорні знання – ті, які не ґрунтуються на досвіді, а передаються йому і вказують шлях одержання наукових знань.

Пізнання може бути чуттєвим і раціональним (див. рис. 7.1).

Чуттєве пізнання є наслідком безпосереднього зв'язку людини з навколишнім середовищем і реалізується через елементи чуттєвого пізнання: відчуття, сприйняття, уявлення й уяву.

Відчуття – це відображення в мозку людини властивостей предметів або явищ об'єктивного світу, що сприймаються його органами почуттів.

Сприйняття – це відображення в мозку людини властивостей предметів або явищ об'єктивного світу, що сприймаються його органами почуттів у деякий відрізок часу і формують визначений чуттєвий образ предмета, явища, процесу.

Уявлення – це вторинний образ предмета, явища, процесу, що у даний момент часу не діє на чуттєві органи людини, але обов'язково діяв раніш.

Уява – уявне перетворення досвіду й знання, що веде до формування наочних образів, які не спостерігаються. Це систематизація різних уявлень у мозку людини, об'єднання їх у цілісну картину образів.

Усі відомі методи пізнання й вирішення творчих задач можна умовно розділити на дві великі групи за ознакою домінування в них інтуїтивних (евристичних) або логічних (раціональних) процедур і відповідних їм правил діяльності.

Раціональне пізнання – це опосередковані й узагальнюючі відображення в мозку людини істотних властивостей, причинних відносин і закономірних зв'язків між об'єктами, явищами й процесами. Воно сприяє усвідомленню сутності процесу, визначає закономірність їх розвитку. Формою раціонального пізнання є абстрактне мислення, різні міркування людини, структурними елементами яких є поняття, судження, умовиводи (див. рис. 7.1).

У наукових дослідженнях широко використовується спосіб абстрагування. Абстрагування – прийом мислення, який передбачає відображення в людській свідомості предметів і явищ об'єктивної дійсності, уявного відокремлення від їх другорядних властивостей і відносин та виділення загальної ознаки, яка характеризує клас предметів.

Наприклад, при дослідженні роботи механізму аналізують розрахункову схему, яка відображає основні, суттєві властивості

механізму, або формалізують у вигляді формул чи спеціальних символів.

Основними типами абстракції є: ізолююча (яка вичленовує досліджуване явище з певної цілісності), узагальнююча та ідеалізуюча (заміщення реального емпіричного явища ідеалізованою схемою).

Поняття «абстрактне» протиставляється конкретному.

Сходження від абстрактного до конкретного – метод дослідження об'єкта, який полягає у переході від абстрактного й одностороннього знання про нього до більш конкретного відтворення об'єкта в теоретичному мисленні – як системи наукових визначень; загальний закон розвитку людського пізнання, один з основних принципів діалектичної логіки.

Логіка – наука про способи доказів і спростувань; сукупність наукових теорій, в кожній з яких розглядаються певні способи доказів і спростувань.

Засновником логіки є Аристотель. Розрізняють індуктивну й дедуктивну логіку, а в останній – класичну, інтуїтивну, конструктивну, модальну та ін.

Усі ці теорії об'єднують прагнення до каталогізації таких способів суджень, які від правдивих суджень-посилань приводять до правдивих суджень-наслідків. Каталогізація виконується, як правило, у рамках логічних вирахувань.

Особливу роль відіграє застосування логіки в обчислювальній математиці, теорії автоматів, інформатиці та ін. [11].

Питання про правдивість чи хибність висловів розглядається й вирішується на основі вивчення способу побудови висловів із так званих елементарних висловів за допомогою логічних операцій кон'юнкції (І), диз'юнкції (АБО), заперечення (НЕ), імплікації (якщо..., то...) та ін.

Наукове поняття – віддзеркалює наукові знання про предмет або явище.

Для визначення наукових понять застосовуються наукові терміни – слово або група слів, у яких строго зафіксовано це наукове поняття.

Сукупність наукових термінів, використовуваних в окремих галузях науки й техніки, створює термінологію галузі, закріплену у відповідних нормативних матеріалах. Наприклад, електричний привод визначається як електромеханічний пристрій, призначений

для надавання руху робочому органу машини і для керування її технологічним процесом.

Іншим прикладом відображення наукового знання може слугувати широко розповсюджений термін «автомат». Автомат – це самостійно діючий технічний пристрій, що виконує за заданою програмою без особистої участі людини процеси одержання, перетворення, передачі й використання енергії, матеріалу й інформації [19].

Термінологія – це мова науки, яка задає основні наукові терміни, їх значення й зв'язки між ними. Неправильне застосування наукових термінів вносить плутанину й непорозуміння у трактування наукових понять.

Однак у наукових працях іноді необхідно вводити нове поняття або уточнювати раніше відоме, тому що знання з часом розвиваються та змінюються.

Значення понять застаріває. Однак слід досить обережно відноситися до даної логічної дії, тому що тут можна легко припуститися помилки.

Визначити поняття – значить пояснити його за допомогою інших, наприклад, більш відомих понять, і у результаті описати таким способом частину дійсності, для опису якої воно призначене.

Типовим прикладом може слугувати визначення: вольтметр – це електровимірювальний прилад, призначений для виміру напруги. Тут обсяг поняття «електровимірювальний прилад» складає множина А, обсяг поняття «вольтметр» – множина В, причому В є підмножиною А ($B \subset A$).

7.2 Методичні принципи в технічній творчості

Наукова й технічна творчість починається з розуміння недостатності деякої «частки» (елемента, сторони, сфери) оточуючої людину дійсності: існуючої конструкції, технологічного процесу, співвідношення деталей у тому або іншому технічному комплексі, умов експлуатації техніки і т. д.

Це і є не що інше, як включення в контекст, «поштовх» творчості (як проблема); це та іскра, що запалює багаття творчого вогню.

Розсуд недостатності – от початок творчості. Якщо ви визначили, що потрібно змінювати, що важливо удосконалювати,

перетворювати, ви вирішили половину справи.

Без такого усвідомлення не з'являється необхідність пошуку, тобто немає творчої думки. Це основа підходу до нового, основа формування шляху руху до нового.

Проблема – це, по-перше, розсуд недостатності знань і розкриття, по-друге, шляхи перебування можливого рішення. Саме можливого, припустимого. Це, за сутністю справи, «проторішення» – часто ще не зовсім ясне, чітке.

При вирішенні проблеми (у кожному конкретному випадку) виявляється своя причина виникнення творчого початку, своя основа побудови (або пошуку шляхів такої побудови) нового технічного предмета.

Власне, обґрунтування технічної творчості виступає як основна причина створення, еволюції, зміни технічних об'єктів, процесів, явищ.

Без обґрунтування не може бути створено жодного серйозного технічного виробу. Через обґрунтування суб'єктивна сторона (суб'єктивні вимоги і суб'єктивні ресурси) спирається на об'єктивну: від бази включення діяча в контекст діяльності.

Обґрунтування дозволяють зрозуміти суть об'єднань компонентів технічної діяльності (об'єктивних вимог, і ресурсів, суб'єктивних вимог і ресурсів), а у визначеному змісті також і їх формування. У такому об'єднанні розкривається головний зміст творчого акту.

З різноманіття властивостей і сторін дійсності людина «обирає» ті, котрі забезпечують (обґрунтовують) досягнення необхідного результату.

Схематично структуру відносин відображено на рис. 7.3.

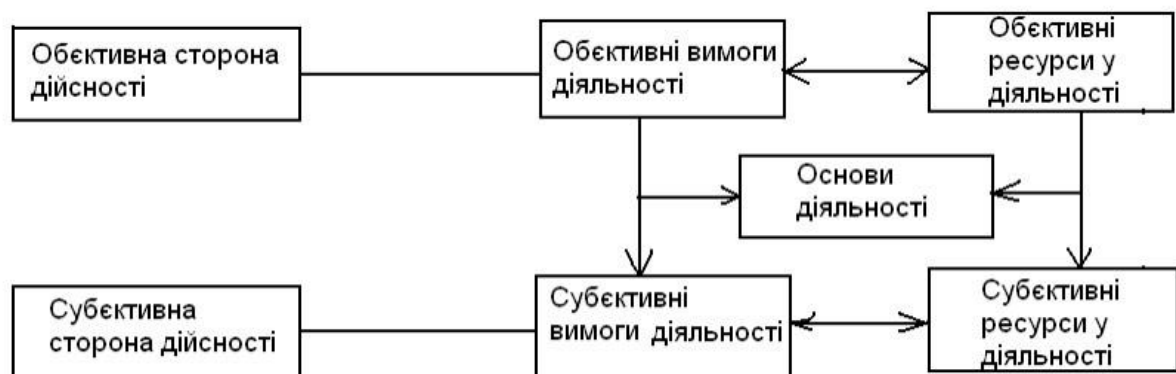


Рисунок 7.3 – Структура відносин

Відносини між об'єктивним і суб'єктивним (як сукупність основ) виступають у формі методу діяльності.

Метод – це сукупність прийомів чи операцій практичного або теоретичного освоєння дійсності, підпорядкованих вирішенню конкретної задачі. Він виступає як характеристика прийомів, використовуваних для досягнення певної мети.

У такому ракурсі розгляду метод може розцінюватися як своєрідна форма засобу діяльності, але засобу особливої властивості: «методичний» засіб, засіб-основа, засіб-принцип, прийом, правило, спосіб, підхід, система положень, категорій, законів і т.д.

Фактично різниця між методом та теорією має функціональний характер: формуючись як теоретичний результат попереднього дослідження, метод виступає як вихідний пункт та умова майбутніх досліджень.

Метод немовби складається з основ різного роду. Але це не механічне додавання, а своєрідний сплав.

Найбільш істотними принципами при аналізі груп основ із позицій керування процесами в технічній творчості може бути названо позиції, зумовлені самим діячем відносно умов щодо діяльності за конкретних, об'єктивних обставин.

Фактично мова йде про типи мислення людини: наочно-діючий, поняттєво-логічний і чуттєво-образний.

У цьому плані можна сформулювати основи, які відбивають той або інший переважно орієнтований підхід діючої особи до розв'язуваних питань.

1. Наочно-діюче мислення є безпосередньою формою зв'язку з дійсністю на основі практики. Практика – основа технічної діяльності, що визначає її з погляду конкретності дій, їх безпосереднього зв'язку з творчими задачами.

Тут фігурують практичні основи, включаючи емпіричні оцінки існуючих технічних об'єктів, їх переваг і недоліків, визначених тенденцій перетворення існуючого парку машин, реконструкції підприємств, житлових систем, транспорту...

Орієнтація тут – на розвиток практично перетворюючої діяльності.

Практика, різноманітно «зіштовхуючи» речі між собою, зі знаряддями праці, інструментами, приладами спостереження і т. п.,

дозволяє виявити причинний зв'язок явищ, їх властивості, просторові і часові відносини, закони руху речей і т. п.

Практичні (емпіричні) основи технічної діяльності виявляються у формі досвіду роботи, трудових навичок, уміння, виробничих (технологічних) традицій.

Особливе значення тут має здатність «думати руками».

Практичні основи діяльності засвоюються учасниками технічного процесу в ході їх кваліфікаційної роботи як відповідних фахівців (навчання, робота на визначених виробництвах, експлуатація тих або інших технічних об'єктів, їх ремонт і т. д.).

У кожного з цих учасників складається свій конкретний арсенал практичних навичок і знань, що зумовлені масою факторів, як об'єктивних, так і суб'єктивних.

Практичні основи в технічній творчості визначають найтісніші зв'язки діяльності інженера з конкретним «діяльним середовищем». Таке включення людини в конкретні обставини забезпечує успіх у творчих пошуках. Це ще раз підкреслює важливість включення діяча в контекст діяльності.

2. Понятійно-логічний тип мислення найтісніше пов'язаний з формуванням наукових основ технічної діяльності.

Звертання до наукових основ у техніці є історичною необхідністю, оскільки використання тільки емпіричних основ недостатньо – вони не дозволяють із відповідним ступенем глибини розкрити принципи функціонування техніки.

Необхідний вихід за межі досвіду індивіда у світ закономірностей природи: «без наукового обґрунтування виготовлення техніки заходить у глухий кут, придушється поглибленням протиріччя між соціальним характером техніки і відокремленим способом її конструювання».

Різноманіття емпіричних знань одержує свій розвиток у системі цілої низки технічних наук; особливе значення при цьому має створення проектної мови: проекційне креслення, нарисна геометрія, схеми, графіки, діаграми, нормативні основи – стандартизації, уніфікації, типізації, взаємозамінності, як визначені принципи обмеження розмаїтості в техніці.

Не можна недооцінювати все зростаючу евристичну роль наукових обґрунтувань у технічній діяльності, що відображають сутність процесів, які відбуваються в техніці.

Технічні винаходи, що відрізняються багатьма особливими

якостями, оригінальністю, прогресивністю, походять саме з ідеї їх попереднього наукового обґрунтування.

3. Чуттєво-образний тип мислення пов'язано з образними основами діяльності.

Особливу роль при цьому відіграють уява, фантазія.

Чуттєвообразне мислення пов'язане з таким психічним відображенням дійсності, яке дає не байдужу копію об'єктивного світу (що властиво більш науковому підходу), а цілісний образ проблемної ситуації, що включає відношення до неї людини.

Особливу роль у чуттєво-образних аспектах діяльності у сфері створення техніки грає «візуальне мислення», продуктом якого є породження нових образів і створення нових візуальних форм, які несуть певне смислове навантаження, а також роблять значення видимим.

Також особливу роль у розглянутому аспекті відіграє естетичне відношення до дійсності.

Естетичне відбиває позицію діяча; воно насичене історично і біографічно визначеним змістом інтересів, прагнень, почуттів; виступає як «здатність бачити по-людськи», можливість наділяти світ значеннями, бачити в предметі «знак», «маску», як уособлення чогось іншого.

Естетичне відношення до предмета є також свідченням високого професіоналізму й зрілості творчого погляду людини.

У процесі пошуку нового рішення провідна роль належить пошуку нових основ (нових методів) або ж зміні, перетворенню існуючих.

Зміна основ приводить до руйнування сформованої системи відносин між компонентами діяльності і розкриття нових можливостей у розвитку творчості.

7.3 Методологія науки

Методологія науки – це система методологічних і методичних принципів і прийомів, операцій і форм побудови наукових знань.

Філософський рівень знань методології функціонує як загальна система принципів діалектики.

У кожній галузі науки є, крім загальних, ще і свої специфічні теоретичні вихідні положення, що складають її теоретичний

фундамент.

Питання «методологія» досить складне, оскільки саме це поняття тлумачиться по-різному.

Багато закордонних наукових шкіл не розділяють методологію й методи досліджень.

У вітчизняній науковій традиції методологія розглядається як навчання про методи пізнання або систему наукових принципів, на основі яких базується дослідження і здійснюється вибір сукупності пізнавальних способів, методів, прийомів, що використовуються в будь-якій науці.

Методику розуміють як сукупність прийомів, що включають техніку та різні операції з фактичним матеріалом.

Методологія виконує наступні функції [15]:

визначає способи одержання наукових знань, що відображають динаміку процесів і явищ;

передбачає особливий шлях, за допомогою якого може бути досягнуто науково-дослідну мету;

забезпечує всебічне одержання інформації, що стосується процесу або явища, які вивчаються;

допомагає введенню нової інформації;

забезпечує уточнення, збагачення, систематизацію термінів і понять;

створює систему наукової інформації, що базується на об'єктивних явищах і логічно-аналітичному інструменті наукового пізнання.

Ці ознаки поняття «методологія», що визначають її функції в науці, дають можливість зробити такий висновок: методологія – це концептуальний виклад мети, змісту методів дослідження, що забезпечують одержання максимально об'єктивної, точної, систематизованої інформації про процеси і явища.

Розрізняють три види методології.

1. Філософська, або фундаментальна – система діалектичних методів, що є найбільш загальними і діють на всьому полі наукового пізнання, конкретизуючи і через загальнонаукову, і через часткову методологію.

2. Загальнонаукова методологія, котра використовується в переважній більшості наук і базується на загальнонаукових принципах дослідження: історичному, логічному, системному, моделювання і т.п.

Сучасні дослідники в наукових розробках віддають перевагу системно-діяльному підходу, тобто дослідженню комплексної взаємодії істотних компонентів за схемою: потреба → суб'єкт → об'єкт → процеси → умови → результат.

Це забезпечує цілісність, комплексність, структурність, взаємозв'язок з зовнішнім середовищем, цілеспрямованість і самоорганізацію дослідження, створює умови комплексного вивчення будь-якої сфери людської діяльності.

3. Частково-наукова методологія – сукупність специфічних методів кожної конкретної науки, що є базою для розв'язання дослідницької проблеми.

Філософська, або фундаментальна, методологія є вищим рівнем методології науки, що визначає загальну стратегію принципів пізнання особливостей явищ, процесів, сфер діяльності.

Філософська методологія виконує дві функції. По-перше, вона виявляє сутність наукової діяльності та її взаємозв'язку з іншими сферами діяльності, тобто розглядає науку щодо практики, суспільства, культури людини. По-друге, методологія вирішує задачу вдосконалення, оптимізації наукової діяльності, спирається на розроблені нею світоглядні й загально-методологічні орієнтири й постулати.

Усі досягнення минулого було вироблено у вигляді діалектичного методу пізнання реальної дійсності, в основу якого було покладено зв'язок теорії й практики, принципи пізнавальності реального світу, взаємодії зовнішнього й внутрішнього, об'єктивного й суб'єктивного і т. п.

Проблеми наукового пізнання стали предметом постійного протистояння різних наукових поглядів на світ, сутність науки й знання через антиномію в гносеології – антиномію раціоналізму-емпіризму.

Виходячи з того, що кожне наукове дослідження може відбуватися на двох рівнях – емпіричному, коли здійснюється процес нагромадження фактів, і теоретичному, на якому здійснюється узагальнення знань – відповідно до цих рівнів загальні методи пізнання умовно поділяють на три групи (рис. 7.4, див. Презентація до лекції 7):

емпіричного дослідження: спостереження, порівняння, вимір, експеримент;

теоретичного дослідження: ідеалізація, формалізація,

аксіоматичний метод, логічні й історичні методи, гіпотези й допущення, системний підхід;

використовувані на емпіричному й теоретичному рівнях: абстрагування, аналіз і синтез, індукція й дедукція, моделювання.

Контрольні питання й завдання для самостійної роботи

1. Що ви вкладаєте в поняття «методологія досліджень»?
2. Які вам відомі види методології?
3. Дайте визначення поняттям «знання» і «наукове пізнання».
4. У чому полягає процес наукового пізнання?
5. Які структурні елементи наукового пізнання?
6. Дайте визначення поняттям «абсолютні» і «апріорні» знання.
7. Дайте визначення поняттю «раціональне пізнання».
8. Назвіть типи мислення, використовувані в технічній творчості.
9. Охарактеризуйте наочно-діючий тип мислення пізнання об'єктивних обставин.
10. Охарактеризуйте понятійно-логічний тип мислення в обґрунтуванні діяльності.
11. Дайте визначення поняттю «методологія науки».
12. Що собою являє фундаментальна методологія?
13. Які загальні методи пізнання використовуються в наукових дослідженнях?

ПЛАН-КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЇ 8

ПЛАН

- 8. Методи теоретичних досліджень
- 8.1. Творчий процес теоретичних досліджень
- 8.2. Індукція, дедукція й ідеалізація
- 8.3. Наукові ідеї, гіпотези і допущення
- 8.4. Теорія та її структурні елементи
- Контрольні питання й завдання для самостійної роботи

8.1 Творчий процес теоретичних досліджень

Теоретичні дослідження мають бути творчими.

Творчість – це створення за задумом нових цінностей, нові відкриття, винаходи, встановлення невідомих науці фактів, створення нової, цінної для людства інформації.

Спростувати існуючі або створити нові наукові гіпотези, глибоко пояснити процеси або явища, що раніш були незрозумілими або слабо вивченими, зв'язати воєдино різні явища, тобто знайти стрижень досліджуваного процесу, науково узагальнити велику кількість дослідних даних – усе це неможливо без теоретичного творчого мислення.

Творчий процес вимагає свідомого вдосконалення відомого рішення.

Удосконалення є процесом переконструювання об'єкта мислення в оптимальному напрямку. Коли переробка досягає меж, визначених раніше поставленою метою, процес оптимізації припиняється, створюється продукт розумової праці.

У теоретичному аспекті це – гіпотеза дослідження, тобто наукове передбачення.

За певних умов процес вдосконалювання приводить до своєрідного, оригінального теоретичного рішення.

Оригінальність виявляється у своєрідній, неповторній точці зору на процес або явище.

Творчий характер мислення при розробці теоретичних аспектів наукового дослідження полягає у створенні представлень

уяви, тобто нових комбінацій з відомих елементів, і базується на таких прийомах:

збиранні й узагальненні інформації;

постійному зіставленні, порівнянні, критичному осмисленні;

виразному формулюванні власних думок, їх письмовому викладі;

вдосконаленні й оптимізації власних положень.

Творчий процес теоретичного дослідження має кілька стадій:

вибір проблеми;

знайомство з відомими рішеннями;

відмовою від відомих шляхів рішення аналогічних задач;

перебір різних варіантів рішення;

рішення.

Творче рішення часто не вкладається в заздалегідь намічене планом.

Іноді оригінальні рішення з'являються «раптово», після здавалося б тривалих і марних спроб. Чим більше відомих (типових, шаблонних) рішень, тим трудніше домогтися оригінального рішення.

Часто вдалі рішення виникають у фахівців суміжних областей, на яких не давить вантаж відомих рішень.

Творчий процес представляє, власне кажучи, розрив звичних уявлень і погляд на явища під іншим кутом. Власні творчі думки, оригінальні рішення виникають тим частіше, чим більше сил, праці, часу затрачається на постійне обмірковування об'єкта дослідження, чим глибше науковця захоплює дослідницька робота.

Успішне виконання теоретичних досліджень залежить не тільки від кругозору, наполегливості й цілеспрямованості науковця, але й від того, якою мірою він володіє методами й способами наукового дослідження, і в першу чергу – діалектичним методом.

Важливе місце при виконанні теоретичних досліджень займають способи дедукції й індукції.

8.2. Індукція, дедукція й ідеалізація

Індукція й дедукція є найбільш розвинутою формою логічного мислення, результатом якого є умовивід.

Ці методи застосовуються на емпіричному й теоретичному

рівнях досліджень.

Індукція – вид узагальнення, пов'язаний з передбаченням результатів спостережень і експериментів на основі даних минулого досвіду.

Це процес переходу від знань окремих фактів і подій до більш загальних знань, від фактів – до гіпотези, від досвіду – до теорії.

Процес індукції звичайно починається з нагромадження результатів спостережень і експериментів, їх порівняння й аналізу.

У міру розширення безлічі таких даних може виявитися регулярна повторюваність якої-небудь властивості досліджуваного об'єкта або якісь співвідношення між його параметрами.

Існує кілька варіантів встановлення спадкоємного зв'язку методами наукової індукції [18]:

а) метод єдиної подібності: якщо два або більше випадків досліджуваного явища мають лише одні загальні обставини, а всі інші – різні (саме ця подібна обставина є причиною явища, що розглядається);

б) метод єдиного розходження: якщо випадок, у якому досліджуване явище настає і випадок, у якому воно не настає, у всьому подібні і відрізняються тільки однією обставиною, то саме ця обставина, необхідна в одному випадку і відсутня в іншому, є причиною явища, що досліджується;

в) об'ємний метод подібності й розходження – комбінація двох перших методів;

г) метод супровідних змін: коли виникнення або зміна одного явища викликає деяку зміну іншого явища, то обоє вони перебувають у причинному зв'язку одне з одним;

д) метод залишку: якщо складне явище викликане складною причиною, яка є сукупністю перших обставин і відомо, що декі з них є причиною частини явища, то залишок цього явища викликається обставинами, що залишилися.

Розрізняють повну й неповну індукцію.

При повній індукції умовивід вичерпно розглядає досліджуване явище.

Більш частий прийом у наукових дослідженнях – неповна індукція, який включає розгляд якихось ознак вибірково, що дозволяє одержати за короткий час, хоча і недостовірну, але орієнтовну, попередню думку про предмет.

Дедукція – це операція мислення, що полягає в тому, що нові

знання виводяться на основі знань більш загального характеру, отриманих раніше шляхом узагальнення спостережень, дослідів, практичної діяльності, тобто індукції.

Принцип дедукції: «від загального – до часткового», тобто коли з загальних положень і аксіом виводяться окремі положення.

При використанні дедуктивного методу ми виходимо з загальних правил або уявлень, а потім шляхом логічних міркувань виводимо з них окремі наслідки або пророкування.

Якщо, наприклад, припустити, що затемнення Місяця викликаються тим, що Земля виявляється на шляху сонячних променів і відкидає тінь на Місяць, то шляхом дедукції можна дійти висновку, що затемнення повинні знову й знову повторюватися через проміжок часу, достатній для того, щоб Сонце й Місяць, рухаючись по своїх еліптичних орбітах, повернулися в те ж саме положення відносно Землі.

Цей проміжок часу повинен бути «найменшим загальним кратним» одного місяця і одного сонячного року, тобто близько 18 років [1].

Недоліком дедуктивного способу дослідження є обмеження, які витікають із загальних закономірностей, на основі яких досліджується окремий випадок.

Щоб усебічно дослідити рух автомобіля, недостатньо знати лише закони механіки, необхідно застосувати також інші принципи, які витікають з аналізу системи «водій-автомобіль-навколишнє середовище».

Отже, індуктивний метод – це такий спосіб дослідження, при якому за окремими фактами й явищами встановлюються загальні закони й принципи.

Наприклад, Д. Менделєєв, використовувачи окремі факти про хімічні елементи, сформулював періодичний закон. Науковий співробітник, обґрунтовуючи гіпотезу наукового дослідження, встановлює її відповідність загальним законам діалектики та природознавства (дедукція).

У той же час гіпотезу формулюють на основі відособлених факторів (індукція).

При усій своїй протилежності індукція й дедукція тісно пов'язані між собою, являючи різні сторони єдиного діалектичного методу пізнання.

При цьому ідеалізація – це представлення реальних предметів

або явищ спрощеними схемами з метою більш ефективного використання методів і засобів їх дослідження.

Процес ідеалізації зводиться до чисельного конструювання об'єктів або понять, що не існують у дійсності або практично не здійснюються, але їх подібність є у реальному світі.

Наприклад, у фізиці використовуються поняття «абсолютно тверде тіло», «абсолютно чорне тіло». У геометрії використовується поняття «точка», під якою мається на увазі просторовий об'єкт, що не має розмірності.

Очевидно, що таке уявлення про точку є «найчистішою» ідеалізацією, оскільки в реальному світі не існує просторових об'єктів, які б не були вимірюваними.

Тому мета ідеалізації – позбавити реальні об'єкти деяких їх властивостей і наділити мислено ці об'єкти деякими нереальними й гіпотетичними властивостями.

При цьому мета досягається завдяки:

багатоступінчастому абстрагуванню;

переходу продумування до кінцевого випадку в розвиток визначених властивостей;

простому абстрагуванню.

Однак будь-яка ідеалізація правомірна лише в певних межах.

Особливу роль у теоретичних дослідженнях відіграють способи аналізу й синтезу.

Аналіз – це спосіб наукового дослідження, при якому явище розчленовується на складові частини.

Синтез – протилежний аналізу спосіб, який полягає в дослідженні явища в цілому, на основі об'єднання пов'язаних один з одним елементів у єдине ціле.

У теоретичних дослідженнях використовують логічний та історичний методи.

Логічний метод включає в себе гіпотетичний й аксіоматичний.

Аксіоматичний метод засновано на очевидних положеннях (аксіомах), прийнятих без доказу.

За цим методом теорія розробляється на основі дедуктивного принципу. Більш широке поширення він одержав у теоретичних науках (математика, математична логіка й ін.).

Історичний метод дозволяє досліджувати виникнення, формування й розвиток процесів і подій у хронологічній послідовності з метою виявити внутрішні й зовнішні зв'язки,

закономірності й протиріччя.

У прикладних науках історичний метод використовується при вивченні основних етапів розвитку й формування тих або інших галузей науки й техніки.

Первинним у пізнанні фізичної сутності процесів виступають спостереження.

Будь-який процес залежить від багатьох діючих на нього факторів. Кожне спостереження або вимір може зафіксувати лише деякі фактори. Для того щоб найбільш повно зрозуміти процес, необхідно мати велику кількість спостережень і вимірів. Виділити головні і потім глибоко досліджувати процеси або явища за допомогою великої несистематизованої інформації важко. Тому таку інформацію прагнуть «згустити» у деяке абстрактне поняття – «модель».

8.3 Наукові ідеї, гіпотези і допущення

В основі вибору проблеми досліджень лежить ідея (задум) дослідника.

Ідея – це продукт людського мислення, форма відображення в думках дійсних процесів і явищ об'єктивної реальності.

Наукова ідея узагальнює досвід попереднього розвитку знань і практики і слугує як принципи об'єднання нових, раніше невідомих явищ і закономірностей.

Наукова ідея – форма відображення в мисленні нового розуміння об'єктивної реальності. Тому наукова ідея є своєрідним стрибком думки за межі вже раніше пізнаного.

Більшість наукових ідей народжуються з експерименту або тією чи іншою мірою пов'язані з експериментом.

Інші галузі наукового мислення – чисто умоглядні.

Наукова ідея залежно від повноти охоплення нових знань і узагальнень може набувати форми й найменування правил,

принципів, законів, концепцій, парадигм (рис. 8.2).

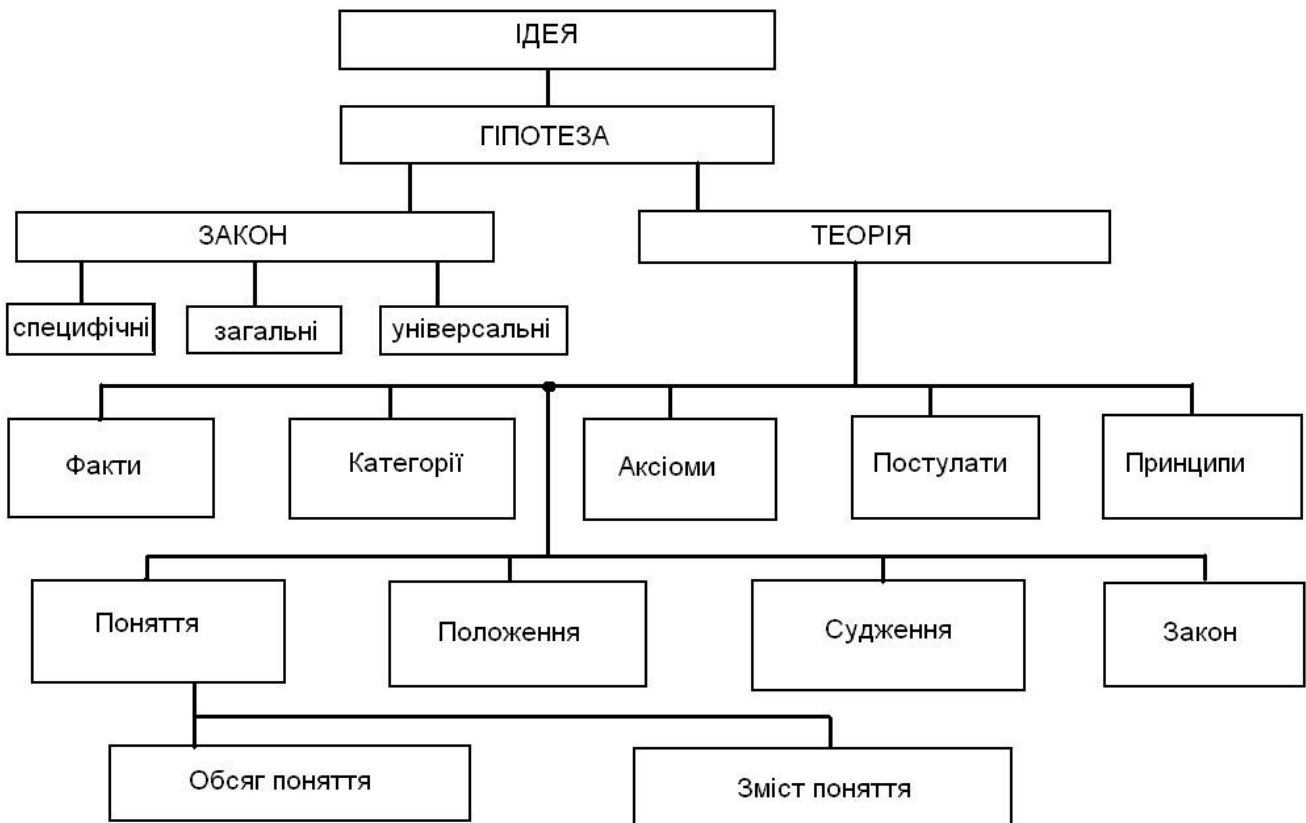


Рисунок 8.2 – Структурні елементи теорії пізнання

Ідея відрізняється від інших форм мислення і наукових знань тим, що в ній не тільки відбито об'єкт вивчення, але й усвідомлення мети, прогнозування пізнання і практичного перетворення дійсності.

Нові ідеї можуть виникати під впливом парадоксальних ситуацій, коли виявляється несподіваний результат, що сильно розходиться із загальновідомими положеннями науки – парадигмами.

Один із світил науки її поняття сформулював так: «Парадигма – це пануюча у визначений період часу стійка система взаємозалежних наукових теорій, що погоджуються між собою, понять, принципів і концепцій».

При цьому одержання нових знань здійснюється за такою схемою: парадигма – парадокс – нова парадигма.

Можна стверджувати, що розвиток науки – це зміна відмітних парадигм, методів, стереотипів мислення.

Перехід від однієї парадигми до іншої не піддається логічному

опису, тому що кожна з них відкидає первісну і несе принципово новий результат досліджень, якого не можна логічно вивести з існуючої теорії.

Особливу роль тут відіграють інтуїтивні механізми наукового пошуку, що не ґрунтуються на формальній логіці.

Матеріалізованим вираженням наукової ідеї є гіпотеза.

Гіпотеза – науково обґрунтоване припущення про факт, що безпосередньо спостерігається, або про закономірний порядок, що пояснює відому сукупність процесів або явищ.

На відміну від теорії, що відбиває достовірні наукові знання, гіпотеза є формою можливого наукового знання.

Існує два типи гіпотез:

теоретична гіпотеза, в основу якої покладено наукові закономірності, методологічні положення, логічні судження, аргументоване прогнозування, фундаментальні знання;

емпірична гіпотеза обґрунтовується за результатами попереднього практичного досвіду.

Таким чином, гіпотези – це такі припущення або здогади, до яких вдаються при побудові теорії або при постановці експерименту, що має за мету безпосередню перевірку якоїсь теорії, якщо це представляється можливим.

Гіпотеза є керівною ідеєю дослідження. Вона визначає напрямок і обсяг теоретичних розробок.

Після перевірки висунута гіпотеза може виявитися правильною або помилковою.

Одним із багатьох джерел генерування наукових гіпотез є використання аналогій.

Умовивід за аналогією – це процес, коли знання, отримані з розгляду якого-небудь відомого об'єкта, переносяться на менш вивчений об'єкт, подібний до нього за якимись істотними властивостями й ознаками.

Гіпотези, як і ідеї, носять вірогіднісний характер і проходять у своєму розвитку три стадії:

нагромадження фактичного матеріалу й висування на його основі допущень;

формування й обґрунтування гіпотези;

перевірка отриманих результатів на практиці і на основі уточнення гіпотези.

На основі гіпотез здійснюються пошуки нових наукових

результатів – у цьому суть і призначення гіпотези як форми розвитку науки.

Гіпотеза висувається в надії на те, що вона, якщо не в повному обсязі, то хоча б частково перетвориться в достовірне знання.

Так, наприклад, висловлені у свій час гіпотези про можливості перетворення теплової й електромагнітної енергії у механічну, побудовані на базі закону збереження й перетворення енергії, стали достовірними знаннями після того, як було винайдено парові машини й електричні двигуни.

Якщо отриманий практичний результат відповідає допущенням, то гіпотеза перетворюється на наукову теорію, тобто стає достовірним знанням.

На практиці може формуватися кілька гіпотез з одного і того самого невідомого процесу або явища, тому що будь-яке явище багатогранне й взаємозалежне з іншими.

Наявність різних гіпотез забезпечує необхідний різнобічний аналіз, без якого неможливо строге наукове узагальнення.

Процедури, за допомогою яких устанавлюється істинність будь-якого твердження, називається доказом.

Доказами гіпотез у дослідженнях об'єкта можуть бути відомі дані експериментів, сформовані теорії.

У доказах використовують два способи встановлення істини: безпосередній і опосередкований.

При безпосередньому способі істина встановлюється в процесі практичних дій – це може бути спостереження, демонстрація, виміри, розрахунок і ін.

При опосередкованому способі, доказом є логічна процедура встановлення істини будь-якої вимоги за допомогою інших тверджень, істинність яких уже доведена.

У структурі доказів можуть бути такі елементи: теза (положення, спостереження, думки), аргумент і демонстрація (ілюстрації макетів, таблиць, схем).

Теоретична й винахідницька діяльність і особливо наукові дослідження базуються на використанні загальних законів логіки, законів і форм мислення.

8.4 Теорія та її структурні елементи

Одним із результатів наукової діяльності є формулювання теорії.

Будь-яка наукова теорія пов'язана з загальними й частковими методами досліджень.

Теорія – це найбільш висока форма узагальнення й систематизації знань, яка дає цілісне уявлення про закономірності й основні зв'язки дійсності.

Теорія будується на результатах отриманих на емпіричному рівні досліджень. Вона описує й роз'яснює сукупність явищ деякої частини дійсності і зводить відкриті в цій галузі закони до єдиного узагальнюючого початку.

У теорії ці результати упорядковані, вписуються в струнку систему, об'єднану загальною ідеєю, вточнюються на основі введених до теорії абстракцій, ідеалізацій і принципів.

Теорія виступає як форма синтетичного знання, у межах якого окремі поняття, гіпотези й закони втрачають минулу автономність і перетворюються в елементи цілісної системи наукових знань.

Наукова теорія, що ґрунтується на пізнанні об'єктивних законів природи, дозволяє передбачати явища, що можуть виникати в майбутньому як результат дій цих законів (наприклад, періодичний закон Д.І. Менделєєва передбачав неіснуючі на той час елементи).

Структуру теорій формують факти, поняття й судження, положення, закони, аксіоми, постулати й принципи.

До нової теорії висуваються такі вимоги [18]:

адекватність наукової теорії описаному об'єкту, що дозволяє у визначених межах замінити експериментальні дослідження теоретичними;

повнота опису конкретної галузі діяльності;

необхідність пояснення взаємозв'язків між різними компонентами в межах самої теорії.

Наявність зв'язків між різними положеннями забезпечить перехід від одних тверджень до інших;

відсутність внутрішньої несуперечності теорії й відповідність її дослідженим даним.

Теорія має бути евристичною, конструктивною і простою.

Евристичність теорії відображає її можливості передбачення й пояснення.

Математичний апарат теорії повинен не тільки забезпечувати точні кількісні передбачення, але і допомагати відкривати нові явища.

Конструктивність теорії полягає в можливостях простої, здійснюваної за деякими правилами, перевірки основних її положень, принципів і законів.

Простота теорії досягається введенням узагальнюючих законів, скорочень і подачі інформації у стислій формі за допомогою символів [6].

Постулат – це твердження, що сприймається в межах конкретної наукової теорії як істина, без доказовості, і виступає в ролі аксіоми.

Основою великих теоретичних узагальнень є принцип.

Принцип – це головне вихідне положення будь-якої наукової теорії, вчення, науки або світогляду, виступає як перше і найбільш абстрактне визначення ідеї, як початкова форма систематичних знань.

Формалізація – метод вивчення різних об'єктів шляхом відображення їх структури у відомій формі за допомогою штучної мови, наприклад, мовою математики.

Використання математичних моделей є одним з основних методів сучасного наукового дослідження.

За допомогою аналітичних методів визначають математичну залежність між параметрами фізичної моделі.

Математичну модель можна виразити за допомогою функціонального співвідношення у вигляді системи алгебраїчних, диференціальних або інтегральних рівнянь.

За допомогою аналітичних методів визначають математичну модель.

Такі моделі мають велику кількість інформації.

Перевагами формалізації є:

забезпечення узагальненого підходу до вирішення проблеми; ω використання символів створює лаконічність і чіткість фіксації значень;

однозначність символіки (немає багатозначності звичайної мови);

дає можливість формувати окремі моделі об'єктів і змінювати розуміння реальних процесів вивчення цих моделей.

Однак математична формалізація має й істотні недоліки.

Для того щоб у всьому класі знайти конкретне рішення, властиве лише даному процесу, необхідно задати умови однозначності.

Визначення граничних умов вимагає проведення достовірного модельного експерименту і докладного аналізу експериментальних даних.

Неправильне визначення граничних умов приводить до того, що проводиться теоретичний аналіз не того процесу, що був запланований, а вже зміненого.

У багатьох випадках не завжди можливо, або зовсім неможливо, або дуже складно кінцеве аналітичне вираження з урахуванням умов однозначності, що найбільш точно відображають реальну фізичну сутність досліджуваного процесу.

Часто, досліджуючи складний фізичний процес із добре обґрунтованими граничними умовами, спрощують диференціальні рівняння через неможливість або зайву громіздкість їх рішення, що змінює його фізичну сутність. Таким чином, дуже часто реалізовувати аналітичні підходи вельми складно.

Поняття – це результат відображення у свідомості людини загальних властивостей (або ознак) якоїсь групи предметів або явищ, що істотні й необхідні для виділення розглянутої групи.

Наприклад, поняття «електродвигун» отримано шляхом узагальнення істотних ознак численних електродвигунів (зокрема, здатності перетворювати електромагнітну енергію в механічну).

Кожне поняття має зміст і обсяг.

Зміст поняття – це множина ознак, які відрізняють це поняття від іншого.

Обсяг поняття – сукупність предметів, явищ, відбиваних у самому понятті.

Наприклад, в українській мові поняття «людина» визначається через такі ознаки: жива істота, яка володіє мисленням, мовою, здатна створювати та користуватися знаряддями праці, на відміну, наприклад, від німецької, де поняття «людина» має ознаки: логічне мислення, мова, здатність розрізняти добро та зло, приймати моральні рішення й бути вищою живою істотою.

Поняття є відображенням найбільш важливих і властивих предмету, явищу або процесу ознак. Вони можуть бути загальними, частковими, складеними, абстрактними, конкретними, абсолютними й відносними.

У процесі розвитку наукових знань зміст понять може уточнюватися, до нього можуть додаватися нові ознаки.

Найбільш узагальнені й фундаментальні поняття називаються «категоріями».

Це форми логічного мислення, у яких розкриваються внутрішні найбільш важливі сторони й відносини досліджуваного предмета.

При будь-якому узагальненні ознаки обираються доцільно.

Ціль змінюється у часі, тому кожне поняття має історичний зміст. Наприклад, зміст поняття «атом» (від давньогрецького *atomos* – неподільний), введене Демокритом, досить істотно відрізняється від сучасного змісту цього поняття.

Аксіома – це положення, що сприймаються без доказів у зв'язку з їх очевидністю.

Контрольні питання й завдання для самостійної роботи

1. Що розуміють під теоретичним завданням дослідження?
2. Методи теоретичних досліджень і їх коротка характеристика.
3. Дайте визначення індукції й дедукції.
4. Які існують методи наукової індукції?
5. Дайте визначення ідеалізації.
6. Як ви розумієте гіпотезу досліджень?
7. Дайте визначення наукової ідеї, теорії й закону
8. Наведіть структуру формування теорії.
9. Яка структура формування теорії?
10. Дайте ознаки нової теорії.
11. Дайте визначення методу формалізації.

ПЛАН-КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЇ 9

ПЛАН

9. Метод емпіричного дослідження

9.1. Спостереження й порівняння

9.2. Вимір і експеримент

9.3. Абстракція й узагальнення

Контрольні питання й завдання для самостійної роботи

Метод – це спосіб досягнення якої-небудь поставленої мети, теоретичного або практичного розв’язання тієї або іншої задачі.

Метод – це сукупність прийомів або операцій теоретичного, практичного, експериментального вивчення й пізнання дійсності, спрямованих на вирішення конкретної задачі.

Поняття «метод» дуже близьке до поняття «теорія».

Фактичне розходження між ними носить лише функціональний характер: метод відбиває теоретичний результат уже виконаних раніше досліджень і виступає як вихідний пункт і умова проведення майбутніх досліджень.

Методами емпіричного дослідження в теоретичних науках є: спостереження, порівняння, вимір і експеримент, статистика.

Отримані цими методами дані є основою для подальшого теоретичного осмислювання пізнавальних процесів і створюють цілісну єдність наукового пізнання.

9.1 Спостереження й порівняння

Спостереження – метод пізнання, при якому систематично вивчається об’єкт без втручання в нього.

З метою підвищення ефективності спостереження мають відповідати таким вимогам:

проводитися для конкретної, заздалегідь чітко поставленої задачі;

проводитися за планом (планомірно), складеним відповідно до

поставленої задачі;

спостерігатися мають лише конкретні сторони явища, що становлять інтерес для досліджень;

спостерігач активно шукає об'єкти, особливості явища;

проводитися безупинно або за деякою системою.

Спостереження як метод пізнання дає можливість одержати першу інформацію у вигляді сукупності емпіричних вимог.

Емпірична сукупність створює деяку схематизацію об'єктів реальності – вихідних об'єктів наукового дослідження.

Порівняння – це процес встановлення подібних або відзначних ознак предметів і явищ, а також наявність загального, властивого двом або декільком об'єктам.

Порівняння – це операція мислення, за допомогою якої класифікується, впорядковується й оцінюється зміст дійсності.

У процесі порівняння здійснюється попарне зіставлення об'єктів творчої діяльності з метою виявлення їх подібних і відмітних ознак, співвідношень їх властивостей і технічних характеристик.

При використанні методу порівняння виконуються такі вимоги:

порівняння має сенс тільки стосовно до сукупності однорідних предметів, що утворюють визначений клас чи групу;

порівняння повинне здійснюватися за найбільш важливими суттєвими ознаками й параметрами (у плані конкретного завдання).

Порівнянність предметів у заданому класі здійснюється за ознаками, істотними для даного розгляду. При цьому предмети, порівнювані за однією ознакою, можуть бути непорівнянні між собою за іншою ознакою.

У практиці творчої й винахідницької діяльності здійснюється порівняння нових розробок з відомими у світовій практиці аналогами й прототипом.

Аналог – це щось, що являє собою подібність, відповідність іншому предмету, явищу, поняттю, пристрою або способу.

Прототип – це єдиний з безлічі, але найбільш близький аналог, такий, що має найбільшу кількість ознак, загальних із розглянутим об'єктом.

За допомогою порівняння інформація про об'єкт виходить двома шляхами:

безпосередній результат першого порівняння;

результат обробки первинних даних.

9.2 Вимір і експеримент

Вимір – це визначення чисельного значення деякої величини за допомогою одиниці виміру. Це операція, за допомогою якої визначається відношення однієї вимірюваної величини до іншої однорідної їй величини-еталону, звичайно прийнятої за одиницю.

Число, що виражає таке відношення, називається числовим значенням вимірюваної величини.

За сутністю будь-який вимір двох або більшої кількості величин зводиться до їх порівняння за обраною ознакою (масою, довжиною, потужністю, швидкістю і т. п.).

Для точних наук характерний органічний зв'язок спостережень і експериментів із перебуванням числових значень характеристик досліджуваних об'єктів.

Видатний вчений-хімік Дмитро Іванович Менделєєв з цього приводу говорив: «Наука починається з того часу, як починають вимірювати».

Будь-який вимір передбачає наявність таких основних елементів:

об'єкта виміру, властивість або стан якого характеризує вимірювана величина;

одиниця виміру;

спосіб виміру;

технічні засоби виміру, проградуйовані в обраних одиницях;

спостерігач або пристрій, що реєструє, сприймає результат.

Розрізняють прямий і непрямий вимір.

При прямому вимірі результат одержують безпосередньо під час операції виміру.

Освоєні виміри базуються на використанні відомих залежностей між шуканим значенням величини й значеннями безпосередньо вимірюваних величин. Це, наприклад, визначення діючих зусиль на конструкцію за величиною їх пружних деформацій, оскільки, відповідно до закону Гука, ця деформація (вигин, стиск) пропорційна прикладеній силі; визначення величин зазору в деталях, що з'єднуються за величиною збільшення вібрацій, зміна якої пропорційна зміні зазору.

Вимір – більш могутній і універсальний пізнавальний спосіб у порівнянні зі спостереженням.

Цінність цієї процедури полягає в тому, що вона дає точні кількісні відомості про об'єкт досліджень.

Експеримент – апробація знань досліджуваних процесів, явищ у контрольованих природних або штучно створених умовах.

Експеримент – це найбільш загальний емпіричний метод пізнання, у якому здійснюють не тільки спостереження.

Це такий метод вивчення об'єкта, коли дослідник активно й цілеспрямовано впливає на об'єкт шляхом створення заданих умов, необхідних для виявлення необхідних властивостей.

Експеримент – важливий елемент наукової практики, вважається основою теоретичних знань, критерієм їх дійсності.

Експеримент проводять:

за необхідності відшукати у об'єкті раніше невідомі властивості;

при перевірці правильності теоретичної будови;

при демонстрації явища.

Переваги експериментального вивчення об'єкта в порівнянні зі спостереженнями такі:

у процесі експерименту можна визначати явища, звільнившись від побічних факторів, що затінують основний процес;

в експериментальних умовах можна досліджувати майже всі властивості об'єкта;

повторюваність експерименту стільки разів, скільки це необхідно.

У науковому дослідженні експеримент і теорія найбільш взаємозалежні. Будь-яке ігнорування експерименту призводить до помилок.

Розширення експериментальних досліджень є одним з основних шляхів розвитку сучасної науки.

Методологія експерименту визначається його загальною структурою, постановкою й послідовністю проведення визначених дій:

розробка плану – програми експерименту;

вибір засобів для проведення експерименту;

проведення експерименту;

обробка й аналіз експериментальних даних;

висновки.

Розділяють лабораторні й виробничі експериментальні дослідження.

9.3 Абстракція й узагальнення

Метод абстракції використовується на емпіричному й теоретичному рівні досліджень (див. рис. 7.4).

Абстракція – це метод наукового дослідження, заснований на тому, що при вивченні або аналізі деякого об'єкта дослідник подумки виділяє найбільш істотні властивості й ознаки цього об'єкта, які його цікавлять, відсторонюючись у той же час від низки його менш значущих у даній ситуації ознак і зв'язків. Він припускає, що явища і їх властивості, які протікають в об'єкті, нібито не залежать одне від одного.

Такий підхід дозволяє спростити картину досліджуваних явищ, відокремити найбільш істотні й загальні ознаки від інших, менш істотних і часток.

Процес абстрагування має два ступеня.

Перший: виділення найголовнішого у явищах і встановлення факту незалежності або незначної залежності досліджуваних явищ від деяких фактів, які можна не враховувати. Наприклад, якщо об'єкт А не залежить безпосередньо від фактора Б, то можна лишити його осторонь як несуттєвий.

Другий ступінь: реалізація можливостей абстрагування.

Сутність абстрагування полягає в тому, що один об'єкт замінюється іншим, більш простим, котрий виступає як «модель» першого.

Абстрагування може застосовуватися до реальних і абстрактних об'єктів, тобто таких, що пройшли абстрагування раніше.

Багатоступінчасте абстрагування приводить до абстракцій усе більш зростаючого ступеня обґрунтування.

Абстрагування дає можливість замінити в пізнанні складне простим, але таким простим, котре відображає основне в цьому складному.

«Абстрагуватися» означає не що інше, як уявне відокремлення від ряду властивостей предметів і відносин між ними з метою

виділення їх істотних ознак.

Абстракції, у залежності від цілей їх використання, можуть бути таких типів: ізолюючі, ототожнення, узагальнюючі та ідеалізуючі, конструктивізація, актуальної нескінченності, потенційного здійснення [5, 18].

Ізолююча абстракція використовується з метою вичленювання досліджуваного явища з деякої цілісності об'єкта з метою виявлення й фіксації його якісних і кількісних закономірностей. Це виділення властивостей і відносин, нерозривно пов'язаних із предметом, і позначення їх деякими «іменами», що додає абстракціям статус самостійних предметів (наприклад, «надійність», «технологічність»).

Різниця між цими двома абстракціями полягає в тому, що в першому випадку ізолюється комплекс властивостей об'єкта, а в іншому – єдина його властивість.

Ототожнення – утворення поняття через об'єднання предметів, пов'язаних відношеннями типу рівності, в особливий клас, залишаючи при тому осторонь деякі індивідуальні якості предметів.

Ідеалізація – це представлення реальних предметів або явищ спрощеними схемами з метою більш ефективного використання методів і засобів їх дослідження. Процес ідеалізації зводиться до уявного конструювання понять про неіснуючий або про практично нездійснений об'єкт, але які мають прообрази у реальному світі. Наприклад, у геометрії використовується поняття «точка», під якою мається на увазі просторовий об'єкт, що не має розмірності.

Очевидно, що таке уявлення точки є «найчистішою» ідеалізацією, оскільки в реальному світі не існує просторових об'єктів, які не можна було б обміряти. Адже навіть діаметр ядра атома має розмірність, і він, до речі, чисельно дорівнює одному ангстрему, тобто 10^{-10} м.

Аналогічний характер ідеалізації мають поняття «пряма», «інерція», «абсолютно чорне тіло» та ін.

Ознака наукової ідеалізації, що відрізняє її від безплідної фантазії, полягає в тому, що створені ідеалізацією об'єкти у визначених умовах знаходять тлумачення в термінах неідеалізованих (реальних) об'єктів.

Саме практика, включаючи практику наукового спостереження й експерименту, підтверджує правомірність

процесів, які породжує ідеалізований об'єкт, і служить критерієм плодотворності ідеалізації у процесі пізнання.

Сучасний дослідник часто спочатку ставить задачу спрощення досліджуваного явища й побудови його абстрактної ідеалізованої моделі.

Ідеалізація виступає тут як вихідний пункт у побудові теорії. Зокрема, створення лінійної теорії автоматичного керування базується, насамперед, на такому ідеалізованому понятті, як «лінійна детермінуюча ланка». Критерієм плодотворності даної ідеалізації є задовільний у багатьох випадках збіг теоретичних і емпіричних результатів дослідження [19].

Конструктивізація – відхилення від незвичайності між реальними об'єктами.

Актуальна нескінченність – відхилення від незавершеності (і неможливості завершення) процесу створення нескінченної безлічі, від неможливості задати його конкретним переліком усіх елементів.

Така безліч розглядається як явна.

Потенційне здійснення – відхилення від реального між людськими можливостями, зумовленими обмеженістю життя у часі і просторі.

Нескінченність розглядається як потенційно здійснювана. Сучасний дослідник із самого початку ставить задачу спрощення досліджуваного явища й побудови його абстрактної, ідеалізованої моделі.

Ідеалізація при цьому слугує вихідним пунктом у побудові теорії.

Критерієм же правомірності будь-якої ідеалізації, прийнятих при цьому допущенні й спрощенні слугує експеримент і практичний досвід, ступінь подібності теоретичних і емпіричних результатів.

Але висловлена ідея до її повного визнання ще підлягає перевірці життєвим досвідом.

Узагальнююча абстракція використовується з метою одержання загальної картини досліджуваного явища, створення поняття через об'єднання предметів, пов'язаних відношенням типу однаковості в особливий клас.

На основі однаковості деякої безлічі предметів, подібних за своїми ознаками, здійснюється побудова абстрактного предмета. Наприклад, таке абстрактне поняття, як «підсилювач», узагальнює в одну функціональну групу безліч підсилювальних пристроїв,

апаратів і механізмів, різних за своєю фізичною природою, енергоносіями (магнітними, гідравлічними, пневматичними), галузями техніки й іншими ознаками.

У той же час усі вони характеризуються тими самими властивостями: коефіцієнтом підсилення, смугою частот, що пропускаються, інерційністю, запізнюванням і т.п., що є першочерговими і найбільш значущими при синтезі й конструюванні нових технічних об'єктів.

Узагальнення – логічний процес переходу від одиночного до загального, або від менш до більш загального знання.

Це продукт розумової діяльності, форма відображення загальних ознак і якостей об'єктивних явищ.

Узагальнення – це перехід на більш високу ступінь абстракції шляхом виявлення загальних ознак (властивостей, відносин, тенденцій розвитку і т. п.) предметів розглянутої галузі. Це один із найважливіших засобів наукового пізнання, що дозволяє витягати з безлічі хаотичних явищ загальні принципи й закономірності, ототожнювати й уніфікувати в єдиній формулі безліч предметів і подій.

У результаті узагальнень в одних випадках з'являються нові поняття, закони й теорії, а в інших – даються їх нові версії, варіанти, модифікації.

За семантико-гносеологічним (пізнавальним) змістом узагальнення поділяються на два типи.

1. Узагальнення, які породжують нові поняття, закони, принципи й теорії, які не визначаються вихідним семантичним полем. Усі так звані «теоретичні узагальнення», або «узагальнення через абстракцію», яким у пізнанні відповідає перехід до абстракції більш високого рівня, відносяться до даного типу узагальнень. Зокрема, це узагальнення, зроблені на основі ідеалізованого уявного експерименту, що породжує умоглядні принципи, подібні до принципів інерційності й відносності.

Це й узагальнення через ототожнення за властивостями, що дозволяє виявити загальну сутність по-різному сприйманих явищ. Наприклад, те, що магнетизм, електрика й світло – лише різні прояви електромагнітного поля.

2. Узагальнення, які не породжують нових понять, а дають лише нові варіанти старих. Це може бути екстраполяція – поширення принципів, відомих в одній області знань, на іншу.

До таких узагальнень належать, наприклад, неповна індукція – поширення на всі речовини відомої властивості речовини - знаходитися в декількох агрегатних станах.

Контрольні питання й завдання для самостійної роботи

1. Дайте визначення емпіричного завдання й методів досліджень.
2. Охарактеризуйте методи спостереження й порівняння.
3. Якими вимогами можна підвищити ефективність спостережень?
4. Охарактеризуйте експериментальний метод пізнання.
5. У яких випадках проводиться експеримент?
6. Які переваги експериментального вивчення в порівнянні зі спостереженнями?
7. Яка послідовність проведення експерименту?
8. Охарактеризуйте методи абстракції й узагальнення.
9. Охарактеризуйте поняття потенційного здійснення й узагальнення.

ПЛАН-КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЇ 10

ПЛАН

10. Евристичні методи пошуку ідеї й вирішення наукових і технічних задач

10.1. Логіка й інтуїція.

10.2 Логічні операції й закони математичної логіки

Контрольні питання й завдання для самостійної роботи

10.1 Логіка й інтуїція

З тих пір як людина стала усвідомлено вдосконалювати існуючі і винаходити нові, невідомі йому технічні об'єкти, вона одночасно почала створювати й удосконалювати методи знаходження найбільш раціональних і ефективних технічних, технологічних і підприємницьких рішень.

Підвищення продуктивності мислення в галузі технічної творчості стає однією з головних проблем сучасної науки, основним напрямком і джерелом підвищення результативності і якості підприємницької й винахідницької діяльності.

Усі існуючі методи, способи й прийоми творчої діяльності людини за природою розумових операцій умовно підрозділяються на три види: інтуїтивні, евристичні, алгоритмічні (комп'ютерні).

Інтуїція – спроможність безпосереднього розуміння істини. Результати інтуїтивного пізнання з часом логічно доводяться й перевіряються практикою.

Інтуїція – безпосереднє збагнення істини (без усякого логічного обґрунтування в умовах неповноти вихідної інформації про об'єкт), засноване на проникливості, інтелектуальному чутті й освіченості людини.

Саме в силу цієї властивості інтелекту деяким людям у процесі розробки нового технічного об'єкта або підприємницького проекту вдається знайти найбільш раціональне і краще з кращих рішень за рахунок власної інтуїції.

Але, як правило, інтуїтивний метод приносить гарні результати лише невеликій кількості щасливчиків: досвідченим

професіоналам або особливо обдарованим людям у формі схованого від самого суб'єкта наявного в нього знання.

З погляду психології, евристика – наука, що вивчає творче мислення.

Філософія вважає евристичними ті судження, що сприяють новим відкриттям. Евристичні операції є різновидом мислення, що створюють нову систему дій або відкривають невідомі раніше закономірні явища об'єктів науки.

Під евристичними методами розуміють такий спосіб розв'язання задачі, що або обмежує вибір варіантів рішення, або звужує їх до мінімальної кількості, що приводить до розв'язання складної, нестандартної задачі.

Евристичні методи, як готові схеми (отриманого досвіду з метою), є об'єктом евристичної логіки і можуть бути представлені у вигляді окремої логічної схеми математичної логіки, коли за відомими правилами, за аналогією можна вирішувати будь-яке завдання.

Основним елементом евристичного наукового пізнання є логіка наукового дослідження, під якою розуміють визначений шлях у науковому пошуку.

Наукове дослідження вимагає логічної послідовності визначених етапів, основу яких складає раціональне мислення, як відображення закономірностей реальної дійсності, що відповідає таким вимогам: конкретність, послідовність, обґрунтованість.

Логіка – наука про закони, прийоми правильної побудови думки, спрямованої на пізнання об'єктивної дійсності.

Основними задачами логіки є:

досягнення істинності знань;

побудова структури уявного процесу;

використання правильних методів пізнання.

Логіка – це сукупність цілої низки наук про закони й форми мислення, які відрізняються лише тим, які саме закони мислення складають їх предмет (математична, комбінаторна, діалектична логіка й ін.).

До форм мислення й законів логіки належать такі категорії, як «поняття», «судження», «умовивід», «міркування», «постулат», «аксіома», «принцип», «категорія».

При цьому використовуються: математична, комбінаторна, діалектична логіка й ін.

Правильне застосування законів математичної логіки є необхідною, але не завжди достатньою умовою досягнення істини.

Діалектична логіка містить у собі загальні методи руху мислення до нових результатів, логічні принципи переходу від відомих до нових знань.

Вивчення й використання окремих методів, прийомів і понять цієї величезної науки, до того ж досить важливої для творчої особистості, передбачено багатьма шкільними, а слідом за ними вузівськими навчальними дисциплінами.

Перед фахівцями стоїть задача побудови й аналізу реальних об'єктів. Але замість вирішення її безпосередньо вони спочатку абстрагуються від усіх деталей реальності, що несуттєві для розв'язання поставленої проблеми. Потім обирають модель, яка відбиває істотні деталі реальності, користуються розробленими теоретиками методами перетворення й аналізу моделей. Після чого вирішують вихідну задачу за допомогою інтерпретації й застосування цих теоретичних результатів у реальному об'єкті.

Для фахівців проблема перевірки й забезпечення адекватності використовуваних моделей є визначальною.

Важливою є також проблема вибору серед безлічі формальних такої моделі, у рамках якої вихідна проблема має рішення.

Найчастіше рамки моделі накладають істотні обмеження на застосовність результатів цього підходу в реальному об'єкті.

На рис. 10.1 представлено проблеми зв'язку світу реального і світу ідей, тобто питання адекватного використання існуючих моделей для розв'язання конкретних задач практики.

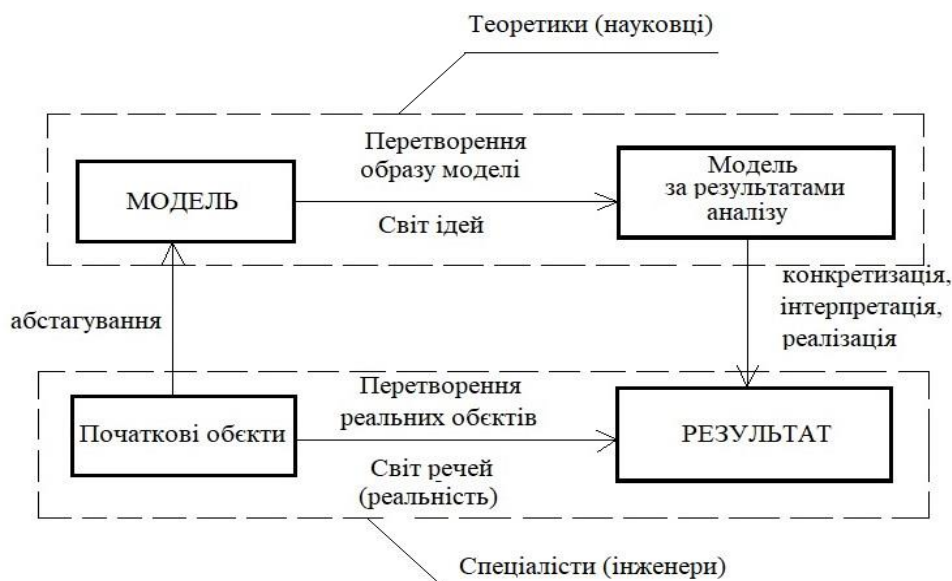


Рисунок 10.1 – Співвідношення моделей і реальних явищ

Отже, у сучасній науці склався розумний поділ праці: теоретики звичайно не займаються питаннями використання своїх теоретичних конструкцій, а інженери звичайно не будують нові формальні моделі.

Логіка вивчає форми мислення й способи їх вираження в мові.

Формальна математична логіка вирішує проблеми перевірки правильності міркувань у природній мові (реальний світ), будуючи свої моделі і правила їх перетворення.

Для цього логіка вводить свою мову – систему формальних позначень (формули) і правила їх перетворення.

Тому логіку можна розглядати як безліч правил маніпулювання формулами, що описують твердження природної мови.

10.2 Логічні операції й закони математичної логіки

Існує ціла наука – алгебра логіки – предметом якої є логічні операції над судженнями.

Розглянемо п'ять найбільш розповсюджених логічних операцій над судженнями [1].

1. Заперечення (логічна операція «ні»).

При цій операції виходить нове судження, що є правдивим, якщо вихідне судження помилкове, і навпаки.

Наприклад, маються два судження: А – «Електричний двигун працює» і В – «Дроти, якими він підключається до електромережі, не під'єднано». Тоді висловлення В – істинне, якщо висловлення А – помилкове.

Записується ця операція математичної логіки як $A = \bar{B}$, де риска над символом «В» означає заперечення, а запис читається так: «А дорівнює не В».

2. Кон'юнкція (логічна операція «і») утворюється з двох або більшої кількості суджень і вірна, коли кожне з цих вихідних суджень істинне, і помилкова, коли принаймні одне з вихідних суджень невірне.

Якщо, наприклад, говориться, що електричний двигун

працює, оскільки А – «дроти під'єднано до електромережі» і В – «електрична мережа знаходиться під напругою», то це судження правдиве. Якщо ж одне з двох суджень А або В – невірне, тобто або дроти не під'єднано або в електромережі з якоїсь причини відсутня напруга, то судження про працюючий електродвигун буде помилковим.

Записується ця операція так: $(A \wedge B)$, і читається, як «А і В».

3. Диз'юнкція (логічна операція «або») також утворюється з двох або більш простих суджень. Вона вірна тоді, коли істинне хоча б одне з вихідних суджень, і помилкова, коли помилкові усі вихідні судження.

Наприклад, судження про те, що електродвигун буде працювати, якщо він А – «він підключений до електричної мережі, що знаходиться під напругою, або В – коли він в аварійному режимі підключається до зарядженого акумулятора, буде істинне, якщо під напругою знаходиться хоча б одне з двох названих джерел, і невірне, якщо обидва джерела одночасно знеструмлені.

Операція диз'юнкції записується так: $(A \vee B)$, і читається «А або В» або «обое разом».

4. Імплікація – це логічна операція, що зв'язує два висловлення в складне висловлення за допомогою логічного зв'язування, яке у повсякденній мові відповідає сполучнику «якщо ..., то ...».

Символічно вона зображується знаком « \rightarrow », що ставиться між судженнями А і В ($A \rightarrow B$), і читається: «якщо А..., то В...».

Наведемо приклад імплікації. Якщо дроти під'єднано до електричної мережі (А), що знаходиться під напругою (С), то електродвигун буде працювати (В).

Імплікація означає, що судження В невірне тоді, коли С істинне, а А – невірне.

Справді, якщо дроти не підключено до мережі (судження помилкове), то не буде працювати і електродвигун (помилкове судження).

Імплікація завжди являє собою умовне судження, але не завжди припускає причинні зв'язки між А і В.

5. Еквіваленція суджень А і В – судження С, що істинне тоді, коли А і В одночасно правдиві або одночасно помилкові.

Операція еквівалентності позначається знаком «тильда» (\sim),

тобто $A \sim B$ і читається так: « $A \dots$ тоді і тільки тоді, коли $B \dots$ ».

Еквіваленція, так само як і імплікація, є умовним судженням.

Приклад еквіваленції: висловлюється судження, що електродвигун буде працювати (A) тоді і тільки тоді, коли дроти підключено до електричної мережі (B), а електрична мережа знаходиться під напругою (C).

З іншого боку, еквівалентність A і B помилкова тоді і тільки тоді, коли одне з висловлень, що входять у це складне висловлення, неправдиве, а інше істинне.

Справді, і при відсутності напруги в живильній мережі ($C = 0$), але при під'єднаних дротах ($B = 1$) і при мережі, що знаходиться під напругою ($C = 1$), але при не під'єднаних дротах ($B = 0$) на електродвигун напруга подаватися не буде і, відповідно, він не буде працювати.

Розглянуті вище логічні операції для кращої наочності їх тлумачення можна уточнити за допомогою табл. 10.1.

Таблиця 10.1 – Логічні операції істинності

A	B	\bar{A}	$A \wedge B$	$A \vee B$	$A \rightarrow B$	$A \sim B$
0	0	1	0	0	1	1
0	1	1	0	1	1	0
1	0	0	0	1	0	0
1	1	0	1	1	1	1

При описі результатів досліджень і аналізі творчих розробок широко використовують обидва типи умовних суджень – імплікацію й еквіваленцію.

При цьому, щоб уникнути непорозумінь, обов'язково треба обмовляти, яке саме судження мається на увазі.

Припустимо, висловлено таке умовне судження: «Якщо по провіднику протікає електричний струм (судження A), то провідник нагрівається (судження B)». Відповідно до відомого закону фізики це судження правдиве.

Але якщо це судження конвертувати й сказати: «Якщо провідник нагрівається, то по ньому тече електричний струм», то воно може виявитися помилковим, тому що провідник може нагріватися або шляхом теплопередачі з навколишнього повітря або навіть за рахунок сонячної енергії.

Іншими словами, імплікація не має властивості симетрії, тобто, $A \rightarrow B \neq B \rightarrow A$.

При розв'язанні різних задач, які виникають у процесі проведення наукових досліджень, застосування апарата алгебри логіки виявляється досить плідним.

Приклад. Технічний пристрій складається з групи елементів. У результаті експерименту виявлено, що 70% елементів (множина А) виходить із ладу внаслідок підвищення температури і 60% (множина В) – через посилення вібрацій.

Яка частина елементів виходить із ладу в результаті підвищення температури й посилення вібрацій?

Передбачається, що елементи, що не належать ні множині А, ні множині В, відсутні. Мовою алгебри логіки це означає, що диз'юнкція А і В істинна ($A \vee B = 1$).

Рішення. Визначимо, яка частина елементів виходить із ладу внаслідок підвищення температури й посилення вібрацій, тобто знайдемо перетинання множин А і В (кон'юнкцію $A \wedge B$)

$$A \wedge B = A + B - A \vee B = 0,7 + 0,6 - 1 = 0,3.$$

Виявимо, яка частина елементів виходить із ладу тільки через підвищення температури

$$A \wedge B = A - A \wedge B = 0,7 - 0,3 = 0,4.$$

Встановимо, яка частина елементів виходить із ладу тільки після посилення вібрацій

$$A \wedge B = B - A \wedge B = 0,6 - 0,3 = 0,3.$$

Умовивід – форма мислення або логічна дія, у результаті якої з одного або декількох відомих нам і певним чином пов'язаних суджень (називаних посиленнями) виходить нове судження, у якому утримується нове знання.

Наприклад, якщо є два посилення: «Усі рідини пружні» і «Вода – це рідина», то з них можна зробити умовивід: «Вода має пружність».

Таким чином, у процесі умовиводу отримано нове знання, у той час як із жодного з вихідних суджень, узятих окремо, це нове знання почерпнути було неможливо.

Основними законами математичної логіки, використання яких дозволяє досліднику робити правильні судження і правдиві умовиводи, є чотири закони.

1. Закон тотожності – це загальнолюдський закон правильної побудови думок у процесі міркування, відкритий ще Аристотелем за

три з половиною століття до нашої ери, що має велике практичне значення.

Закон тотожності символічно записується як $A = A$, тобто A тотожно A , або $A \in A$.

Це означає, що зміст і обсяг розглянутого поняття залишаються незмінними. Зокрема, при проведенні наукових досліджень і експериментів їх об'єкт має залишатися незмінним.

Строго кажучи, ця вимога майже нездійсненна, тому що будь-який об'єкт дослідження піддається впливу нескінченно великої кількості факторів, що безупинно змінюються.

Однак при цьому мається на увазі, що основні й істотні ознаки й властивості цього об'єкта змінюються у припустимих межах.

Це допущення і дозволяє дотримати закон тотожності.

Закон тотожності не можна витлумачувати в тому розумінні, що будь-яке поняття має назавжди зберігати свій, один раз встановлений визначений зміст.

Зміст поняття може мінятися у зв'язку зі зміною того предмета, що відображається в даному понятті; можуть розкриватися нові сторони, більш істотні ознаки в досліджуваному предметі.

Однак після того як встановлено, у якому саме відношенні мислиться дане поняття у всьому процесі даного міркування, це поняття треба брати в одному змісті, інакше в наших міркуваннях не буде ніякої визначеності, зв'язку й послідовності.

2. Закон протиріччя означає, що не може бути того, щоб у той самий час, за однакових умов мала місце і не мала місця та сама ознака.

Символічно цей закон записується як $A \wedge A = 0$ і читається як «Для всякого A не може бути одночасно правдивим твердження A і заперечення того ж A ».

3. Закон виключення третього формулюється так: при двох судженнях, з яких одне стверджує те, що інше заперечує, не може бути третього судження.

Або A істинно, і тоді – невірне, або ж – істинно, а A – невірне.

Символічно цей закон записується у вигляді $A \vee A = 1$, де « \vee » – символ, що означає « A або, але не обоє разом».

З цього закону випливає таке правило: якщо відкидається одне із суджень, то варто прийняти протилежне йому.

4. Закон достатньої основи: думка правдива тоді і тільки тоді,

коли є достатня основа, під якою розуміються правдиві, раніше доведені положення або дані досвіду.

Іншими словами, усяку правдиву думку має бути обґрунтовано іншими думками, істинність яких достатня.

Символічно закон достатньої основи зображується формулою: «Якщо є А, тобто його основа – В».

Вимога обґрунтованості мислення відображає одне з корінних властивостей матеріального світу.

У природі й суспільстві кожен факт, кожен предмет, кожне явище підготовлені попередніми фактами, предметами, явищами.

Жодне явище у природі й суспільстві не може з'явитися, якщо воно не підготовлено; якщо воно не має причини в попередніх матеріальних явищах.

Важливо відзначити, що вимоги закону достатньої основи поширюються і на процес навчання. Про це говорив Аристотель в одному зі своїх творів: «Усяке знання і всяке навчання засноване на деякому вже раніше існуючому знанні».

За допомогою логіки будуються процеси мислення, у якому виділяють такі типи: теоретичні, інтуїтивні і практичні.

Величезна цінність евристичних методів творчості полягає в тому, що вони дозволяють вирішувати задачі в умовах неповноти вихідної інформації, коли ті або інші досліджувані процеси або явища не можна цілком чітко й замкнено описати логічно.

Найбільш розповсюдженими евристичними технологіями творчості є: методи проб і помилок; метод «мозкової атаки»; колективного пошуку нових ідей; метод синектики; метод морфологічного аналізу; функціонально-вартісний аналіз; метод контрольних евристичних питань.

Евристичні методи не виключають, а припускають можливість евристичного планування, використання інформаційно-пошукових систем, персональних комп'ютерів при розв'язанні варіаційних задач прийняття рішень.

Алгоритмічні (комп'ютерні) методи пошуку нових ідей технічних рішень у літературних джерелах часто називають «інтелектуальними», «логічними», «машинними».

Контрольні питання та завдання для самостійної роботи

1. Дайте визначення логіці й інтуїції.
2. До яких методів пізнання відносяться логічне мислення й інтуїція?
3. Назвіть п'ять найбільш розповсюджених логічних операцій.
4. Охарактеризуйте закони математичної логіки: тотожність, протиріччя, виключення і достатня основа.
5. Назвіть основні евристичні технології творчості.
6. Завдання для самостійної роботи. Технічний пристрій складається з групи елементів, серед яких виявлено, що 10% елементів виходить із ладу внаслідок підвищення температури і 50% – через посилення вібрацій. Додаючи до поданих даних задачі свій порядковий номер в електронному журналі викладача, встановити, яка частина елементів виходить із ладу в результаті підвищення температури й посилення вібрацій?

ПЛАН-КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЇ 11

ПЛАН

11. Евристичні методи пошуку ідеї й вирішення наукових і технічних задач. Метод проб і помилок. Асоціативні методи

11.1 Методи проб і помилок

11.2 Асоціативні методи

11.3 Метод Дельфі

Контрольні питання й завдання для самостійної роботи

11.1 Методи проб і помилок

Метод проб і помилок – найдавніший метод винахідництва й пошуку нових технічних рішень. Цей метод випадкового пошуку варіантів не містить ніяких правил генерування й оцінки ідей.

Ключем до розв'язання задачі може бути будь-яка ідея, що прийшла в голову розроблювачу завдяки щасливому випадку або інтуїції.

Шлях до ідеального технічного рішення даним методом трудомісткий і малопродуктивний, оскільки в результаті оцінки однієї невдалої ідеї замість неї висувається чергова нова ідея і все багаторазово повторюється, поки не буде знайдено прийнятне рішення.

Проте навіть великі винахідники і вчені успішно користувалися цим методом і домагалися великих успіхів у корабле-, літако-, автомобілебудуванні, будівництві будинків і т. д.

Метод проб і помилок мобілізує творчі можливості людини, але він не захищений від психологічної інерції інтелекту.

Його доцільно застосовувати при розв'язанні задач із невеликою (не більш 20) кількістю варіантів.

При розв'язанні задач великої складності він стає неефективним.

Методикою активізації творчої діяльності людини може бути використання відомих наробітків ідей, що виключають повернення до тих самих ідей.

11.2 Асоціативні методи

Для активізації пошуку нових ідей застосовуються так звані асоціативні методи (аналогії, фокальних об'єктів, гірлянд випадків і асоціацій).

Процес пошуку нових ідей за допомогою асоціативних методів здійснюється шляхом пошуку аналогів об'єкта, що удосконалюється, переносу знань з однієї області в іншу, інтерпретації нового за допомогою відомих понять і т. д.

У зв'язку з цим у творчому процесі досить ефективно використовуються такі джерела генерування нових ідей, як асоціації, метафора й аналогія.

Асоціація – це зв'язок між окремими уявленнями, при якому одне уявлення викликає інше.

Метафора означає перенесення властивостей одного предмета (явища) на інший об'єкт на основі загальної для обох ознаки. Вона відіграє важливу роль у побудові уявного образу й моделі реальності шляхом уподібнення нового, невідомого або складного об'єкта (явища) уже знайомому або більш простому.

Незвичайність, новизна й своєрідність установок дослідника зумовлюють процеси образів, моделей, абстракцій, конструкцій.

Аналогія віддзеркалює подібність предметів, явищ, процесів у яких-небудь властивостях.

Можна виділити асоціації за подібністю; за кольором, який здійснює психологічний вплив на людину; за контрастом, наприклад, класичний-сучасний, модний-старомодний.

Іноді аналогія очевидна, іноді ж вона охоплює суттєві зв'язки, які не кидаються в очі, та може бути встановлена за допомогою складних абстракцій.

Аналогію засновано на порівнянні предметів переважно однієї і тієї ж природи.

Умовиводи за аналогією належать до класу ймовірнісних висновків. Тому вважається, що доказова сила їх невелика.

Слід однак мати на увазі, що належну оцінку вивідні операції даного типу можуть дістати лише в досить широкому контексті конкретних обставин, які можуть істотно підвищити або знизити ймовірність висновку.

Висновки за аналогією можуть давати достовірні результати, зокрема, якщо між порівнюваними системами має місце відношення ізоморфізму або гомоморфізму.

Системи називаються ізоморфними тільки тоді, коли кожному елементу, властивості або відношенню однієї системи відповідає єдиний елемент, властивість або відношення іншої системи, і навпаки.

Системи називаються гомоморфними, якщо кожному елементу, властивості або відношенню однієї системи відповідає єдиний елемент, властивість або відношення іншої системи, але не навпаки.

Асоціативні методи засновано на властивості мозку встановлювати ті або інші зв'язки між словами, поняттями, думками, а потім згадувати, відновлювати такі зв'язки.

Сутність асоціативного мислення полягає в тому, що спогади, враження, не пов'язані безпосередньо з розглянутим предметом, здатні викликати думки та їх ланцюжки, які перекривають місток поміж цими спогадами й очікуваною задачею та здатні наштовхнути на несподівані нові ідеї.

Цікаво, що задача, яка засіла у свідомості, звичайно притягує й повертає до себе щораз знову ланцюжки асоціацій, які знов розвиваються.

Причому вони можуть виникати й розвиватися підсвідомо, а у свідомості спливає лише готова відповідь [20].

Свідоме включення асоціативного мислення досягається шляхом створення відповідних умов і використання низки правил, що у сукупності й складають основу найбільш розповсюджених і перевірених практикою подібних методів творчості.

Застосування асоціацій, метафор і аналогій допомагає знаходити підказки розв'язання різних інженерних задач.

Ця властивість асоціацій, метафор і аналогій послужила основою для створення асоціативних методів активізації творчого мислення.

До асоціативних методів належить метод фокальних об'єктів. Назва методу пояснюється тим, що предмет (об'єкт), який вдосконалюється, як би береться у фокус нашої уваги.

Ідея методу полягає в тому, що коли на об'єкт, який вдосконалюється, перенести ознаки інших, випадково обраних об'єктів, то різко зростає кількість несподіваних варіантів

розв'язання.

Метод дає добрі результати при пошуку нових модифікацій відомих предметів, пристроїв, способів, а також при пошуку нових модельних рішень, розширенні функціональних можливостей, тренуванні творчої уяви.

Метод гірлянд випадків і асоціацій запропонував Г.Я. Буш [23]. Гірлянди випадків формуються у вигляді списку синонімів або асоціацій. Потім елементи з різних гірлянд попарно поєднують.

Асоціативні методи активізації творчості є універсальними. Вони застосовні в техніці, науці й управлінні.

Метод гірлянд асоціацій може бути застосовано в тому випадку, коли об'єкту проектування хочуть додати нові властивості.

Для цього до його назви підбираються синоніми (якщо це можливо), а потім випадковим чином називають інші об'єкти і складають комбінації з тих і інших.

Кожну комбінацію доповнюють тією або іншою ознакою випадкового об'єкта або асоціаціями, що він викликає.

Основний зміст методу полягає в тому, щоб «розхитати» стереотипне уявлення про об'єкт, перебороти інерцію мислення.

Загальний недолік асоціативних методів активізації творчості – їх відносно низька ефективність.

11.3 Метод Дельфі

Назва методу є умовною і пов'язана з давньогрецьким містом Дельфі [11].

На відміну від методу «мозкової атаки» його може бути названо незалежним інтелектуальним експериментом, оскільки кожен експерт висловлює свою думку незалежно від думки своїх колег.

При цьому заохочується ізолюваність експертів, дотримується професійна таємниця письмового діалогу між прогнозістом і кожним експертом, що сприяє виключенню впливу авторитетів і «тиску» на експерта.

Розрізняють чотири основні різновиди методу Дельфі: простої ранжировки (метод переваги), завдання вагових коефіцієнтів, послідовних порівнянь, парних порівнянь.

Метод простої ранжировки полягає в тому, що кожного

експерта просять розташувати ознаки в порядку переваги.

Метод завдання вагових коефіцієнтів – присвоєння кожній з ознак вагових коефіцієнтів, які може бути представлено двома способами: усім ознакам призначають вагові коефіцієнти так, щоб сума коефіцієнтів дорівнювала якому-небудь фіксованому числу (наприклад, одиниці, десяти, ста і т. д.).

Найбільш важливій з усіх ознак додають ваговий коефіцієнт, рівний якомусь фіксованому числу, а іншим – коефіцієнти, рівні часткам цього числа.

Метод парних порівнянь застосовують при наявності великої кількості альтернатив. Відповідно до цього методу всі ознаки попарно порівнюють між собою і на основі оцінок парних порівнянь шляхом подальшої обробки знаходять оцінку кожної ознаки.

Для полегшення процедури попарного порівняння ознак звичайно складають таблицю матриці парних порівнянь.

У даний час метод Дельфі – це ітераційна процедура, що дозволяє піддати думку кожного експерта критичному аналізу з боку всіх інших.

Наведемо практичний приклад з роботи [11]. Припустимо, перед групою експертів, що складається з 12 фахівців, поставлено задачу оцінки тривалості виконання визначеного заходу, наприклад, перехід парку автомобілів на газове паливо.

Порядок застосування даного методу такий:

1) керівник експертизи індивідуально ставить задачу перед експертами й одержує їх оцінки, тобто тривалість реалізації заходу;

2) при обробці оцінки експертів розташовуються в порядку зростання, наприклад, табл. 11.1.

3) на шкалі оцінок наносяться квантилі Q_1 , Q_2 , Q_3 таким чином, щоб кількість експертів і оцінок розділити на чотири рівні частки. При цьому M – медіанне значення результатів опитування експертів, що поділяє їх на дві рівні частини.

Іноді як оцінки приймається $Q_1 = \bar{x} - S$ (замість Q_1), $M = Q_2 = \bar{x}$, $Q_3 = \bar{x} + S$ (замість Q_3);

4) після обробки даних кожному члену групи індивідуально повідомляються такі результати першого туру: $Q_1 = 12,5$, $M = 16$, $Q_3 = 19,5$ міс. і пропонується в другому турі переглянути свою оцінку, причому, якщо нова оцінка більше $Q_3 = 19,5$ або менше $Q_1 = 12,5$, експерту рекомендується в письмовому вигляді обґрунтувати свою думку;

5) визначаються результати другого туру й нові значення Q_1 , M , Q_3 повідомляються всім експертам.

Таблиця 11.1 – Порядок застосування методу Дельфі

№ експерта	Оцінка експертами, місяців
Е9	10
Е7	11
Е5	12
	$Q_1 = \bar{x} - S = 12,5$
Е6	13
Е12	14
Е10	16
	$M = Q_2 = \bar{x} = 16$
Е4	19
Е3	20
Е11	21
	$Q_3 = \bar{x} + S = 19,5$
Е1	22
Е2	24
Е8	25

Як правило, після кожного туру дисперсія оцінок скорочується. Звичайно процедура продовжується 3 – 4 рази, після чого аргументи експертів повторюються, а варіації оцінок стабілізуються.

Як групова думка приймається медіана завершального туру.

Точність методу Дельфі збільшується зі зростанням кількості експертів та кількості ітерацій і скорочується зі збільшенням інтервалу часу між турами й відповідями членів групи.

Контрольні питання та завдання для самостійної роботи

1. На відміну від методу «мозкового штурму», Метод Дельфі можна назвати самостійним інтелектуальним експериментом, тому що ...?

2. Який метод випадкового пошуку не включає жодних правил для генерації і оцінки ідей?

3. Чи вірне твердження: ключем до вирішення проблеми може бути будь-яка ідея, яка прийшла в голову розробнику через удачу чи інтуїцію?

4. Чи вірне твердження: Метод проб і помилок мобілізує творчі можливості людини, але не захищений від психологічної інерції інтелекту?

5. При скількох варіантах розв'язування задач доцільно застосовувати метод проб і помилок?

6. За якими властивостями аналогія відображає подібність предметів, явищ, процесів?

7. Завдання. Застосувавши метод Дельфі та використовуючи вихідні данні, одержані шляхом додавання до наведених в табл. 11.1 свого порядкового номера у електронному журналі, надати оцінку тривалості виконання визначеного заходу – переходу парку легкових автомобілів на газове паливо.

ПЛАН-КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЇ 12

Евристичні методи пошуку ідеї й вирішення наукових і технічних задач. Модифікації методу «мозкового штурму».

ПЛАН

12.1 Метод «мозкового штурму»

Контрольні питання й завдання для самостійної роботи

12.1 Метод «мозкового штурму»

Метод «мозкового штурму» називають ще методом «мозкової атаки». Це один з найбільш розповсюджених методів психологічної активізації творчої діяльності, генерування нових ідей шляхом творчого співробітництва групи зацікавлених учасників.

У його основу покладено такий психологічний ефект.

Припустимо, у творчій групі розроблювачів якогось технічного об'єкта є 5 – 8 осіб.

Якщо кожній людині з цієї групи запропонувати індивідуально й незалежно одна від одної висловити ідеї й пропозиції з рішення якоїсь задачі створення нового технічного об'єкта, то в сумі можна зібрати N ідей.

Якщо ж ця група людей, кількість яких позначимо буквою K , буде висловлювати ідеї з рішення тієї ж задачі колективно, спільно, то в результаті буде зібрано N_k ідей, причому кількість N_k завжди виявляється набагато більшою ($N_k \gg N$).

Звичайно досвідчені фахівці за 15 – 30 хвилин при індивідуальній (ізолюваній від інших) роботі генерують і висловлюють не більш 10 – 20 ідей, а при колективній (при дотриманні визначених правил) група за той же час генерує 50 – 150 різних ідей.

Психологи вважають, що під час сеансу «мозкової атаки» відбувається немов би ланцюгова реакція виникнення ідей, що приводить до інтелектуального вибуху.

«Мозковий штурм» організує колективний пошук технічних

рішень. Звичайно його проводять люди, не навчені спеціальним творчим прийомам.

Керівник збирає групу фахівців, як правило, не більш десяти чоловік, і ставить перед ними задачу.

Кожен учасник сеансу «мозкового штурму», що продовжується не більш 1 години, може висловлювати будь-які ідеї.

Аналіз і критика їх під час сеансу не допускаються.

Основний девіз методу: «Чим більше ідей – тим краще».

Якщо в ході сеансу, на думку керівника, висловлено мало ідей, його може бути повторено, можливо, з іншим складом учасників.

Усі висловлення певним чином фіксуються.

Метод «мозкового штурму» («атаки») часто розділяють на: пряму «мозкову атаку», подвійну «мозкову атаку» при декількох обговореннях однієї проблеми, масову «мозкову атаку» з кількістю учасників аудиторії від 20 до 60 осіб, зворотну «мозкову атаку» зі складанням повного списку недоліків і уточнення постановки, розробки технічного завдання й експертизи; оцінки ефективності прийнятих рішень на стадії створення й початку експлуатації технічної системи.

Метод «мозкового штурму» («атаки») викладено в роботах [1, 2]. Наведемо приклади використання «мозкової атаки» для активізації творчої діяльності.

Метод «мозкової атаки». Метод і термін «мозкова атака», або «мозковий штурм», запропоновано американським вченим А. Осборном як поліпшений варіант діалогу Сократа із широким використанням вільних асоціацій, одночасним створенням психоевристичного мікроклімату в малих групах людей для підвищення ефективності розв'язання творчих, особливо винахідницьких задач.

А.Ф. Осборн вважав, що творчі здібності є у всіх людей, але вони дримають під гнітом установки про «неможливість діяти», нездатності правильно сформулювати й оформити ідею розв'язання.

Евристичний діалог «мозкової атаки» базується на низці психологічних і педагогічних закономірностей, але перш ніж їх сформулювати, варто коротко зупинитися на тих теоретичних передумовах, якими керувалися творці цього методу.

Винахідниками було відзначено, що колективно генерувати ідеї ефективніше, ніж індивідуально.

У звичайних умовах творча активність людини часто

стримується явно і неявно існуючими бар'єрами (психологічними, соціальними, педагогічними і т. ін.).

Цю ситуацію зручно виразити за допомогою моделі «шлюзу».

У цій моделі творча активність уподібнюється енергії води, стримуваної шлюзом. Тому потрібно відкрити «шлюз», щоб цю активність звільнити.

Твердий стиль керівництва, страх помилок і критики, суцільно професійний і занадто серйозний підхід до справи, тиск авторитету більш здібних фахівців, традиції та звички, відсутність позитивних емоцій – усе це виконує роль «шлюзу».

Діалог в умовах «мозкової атаки» виступає в ролі засобу, який дозволяє знищити «шлюз», визволити творчу енергію учасників розв'язання творчої задачі.

У цей час вироблено кілька модифікацій методу «мозкової атаки».

Пряма «мозкова атака». Одним із найбільш розповсюджених методів активізації творчої діяльності є використання так званої «мозкової атаки».

Цей метод було введено в практику винахідницької діяльності А. Осборном.

Однак це не означає, що аналогічними прийомами пошуку нових рішень люди не користувалися задовго до Осборна.

Ще у часи Колумба існувала традиція, відповідно до якої при виникненні на судні екстремальної ситуації для прийняття плану дій збиралася рада, на яку запрошувалися всі без винятку члени екіпажу.

Капітан вислуховував думки всіх, хто зібрався, починаючи з юнги й закінчуючи своїми помічниками, і після цього приймав рішення.

Такий порядок було заведено для того, щоб пропозиції старших членів команди не робили тиску на молодших.

«Мозкова атака» як метод, що не вимагає спеціальної роботи учасників, найчастіше використовується педагогами на уроках технології при виконанні проектів.

На жаль, не всі педагоги розуміють, що не будь-яке колективне обговорення нової ідеї є «мозковим штурмом».

«Мозковий штурм», як і будь-який інший метод пошуку нових рішень, має свою мету й методику проведення.

Метою «мозкової атаки» є одержання максимальної кількості нових ідей за шляхом взаємного стимулювання членів групи до

інтенсивного інтелектуального пошуку.

Перевага методу полягає в необмеженості спектра проблем, до яких його може бути застосовано: за допомогою методу «мозкової атаки» можна розглядати будь-яку проблему, якщо її досить просто і ясно сформульовано.

Цей метод використовується на будь-якій стадії проектування як на початку, коли проблему ще остаточно не визначено, так і пізніше, коли вже виділено складні підпроблеми.

Його можна також використовувати для генерування інформації, а не ідей, тобто для з'ясування джерел інформації або формулювання питань анкети [15].

Ще одна перевага методу полягає в тому, що від учасників «мозкового штурму» потрібна мінімальна попередня підготовка.

У ряді випадків виявляється корисним залучення людей, які ніколи раніше не займалися обговорюваними проблемами.

План дій полягає в такому.

1. Відібрати групу осіб для генерації ідей.

2. Ввести правило, що забороняє критикувати будь-яку ідею, якою б «дикою» вона не здавалася, і довести до свідомості учасників, що приймаються будь-які ідеї, що необхідно одержати багато ідей і що учасники повинні спробувати комбінувати або удосконалювати ідеї, запропоновані іншими.

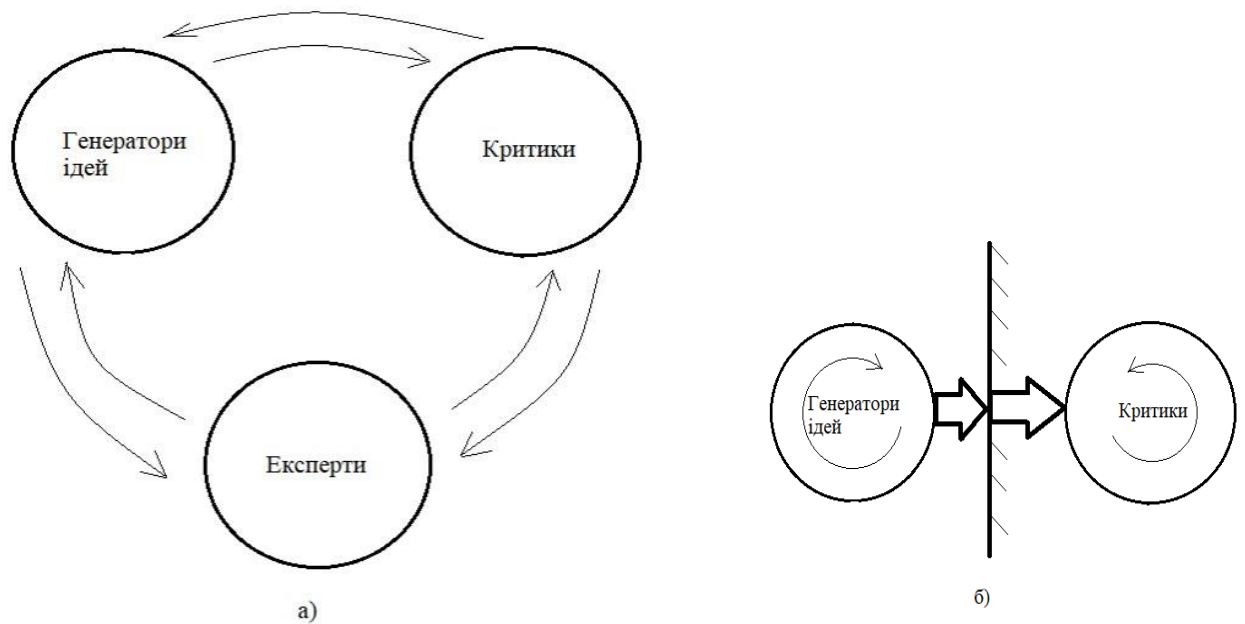
3. Зафіксувати висунуті ідеї й потім дати їм оцінку.

У літературі [2, 12] рекомендується, крім групи «генераторів» ідей, відразу ж залучати до проведення «мозкової атаки» й групу експертів.

Одна група «генераторів ідей» тільки висуває ідеї без права їх критики, атакуючи задачу протягом невеликого відрізка часу, не більше 20 – 30 хв. (рис. 12.1).

Інша група – експертів – виносить колективне судження про цінність висунутих ідей.

Оптимальна чисельність групи «генераторів» ідей складає 7 – 12 осіб.



а) пряма «мозкова атака»; б) тіньова «мозкова атака»

Рисунок 12.1 – Взаємодія учасників пошуку нових ідей

Чисельність групи експертів може бути меншою.

Ідея одночасного формування груп «генераторів» і експертів дуже правильна. Участь у групі «генераторів» людини, орієнтованої тільки на критику, може дезорганізувати роботу групи. Тому доцільно всіх «критиків» не відстороняти від роботи, що особливо складно зробити в класі або студентській групі, а сконцентрувати в групі експертів.

Можна передати функцію фіксації ідей, висловлюваних у ході «мозкової атаки», групі експертів, щоб не відволікати «генераторів» на їх запис.

Припустимий також диктофонний або відеозапис сеансу.

Деякі люди, які за своєю природою є «генераторами», але соромляться висловлювати перед великим колективом свої ідеї. Щоб використовувати потенціал таких людей, застосовується так звана тіньова «мозкова атака».

При цьому поряд зі звичайною групою «генераторів» формується тіньовий кабінет, що працює одночасно з першою групою, але члени якого не висловлюють своїх ідей уголос, а фіксують їх на папері.

Активна й тіньова групи розміщуються в одному приміщенні

на визначеній відстані. Вони можуть бути й у різних приміщеннях, а зв'язок між ними встановлено за допомогою відеомонітора.

Є також досвід проведення «мозкової атаки», у якій членами тіншового кабінету виступали глядачі телепрограми, що надіслали після її закінчення свої рішення на адресу редакції програми.

Ефективність «мозкової атаки» можна підвищити, заздалегідь повідомивши «генераторам» суть обговорюваної проблеми.

Незалежно від того, чи будуть «генератори» спеціально продумувати шляхи вирішення повідомленої їм задачі, пошук рішення буде відбуватися на рівні підсвідомості.

Успіх і результативність будь-якої «мозкової атаки» в дуже великому ступені залежать від ведучих (голови наради), які здійснюють оперативне керування мозковою атакою.

Протягом усього сеансу мозкової атаки він повинен підтримувати невимушену обстановку і підбадьорювати учасників.

Крім того, на нього покладаються такі обов'язки [7]:

1. Ведучий повинен на початку сеансу представити всіх учасників (якщо група збирається вперше), даючи їм коротку позитивну характеристику. Далі він викладає правила для учасників сеансу.

2. Ведучий викладає формулювання задачі як у спеціальному, так і в загальнодоступному вигляді. При цьому необхідно змусити учасників сприйняти задачу як свою головну проблему, підсилюючи постановку задачі висловленнями типу: «Уявіть себе на місці такої-то особи». «Що ви зробили б, якби вам довелося відповідати за цю справу?»

3. Ведучий повинен уміти забезпечити дотримання учасниками всіх правил мозкової атаки, не користуючись при цьому критичними зауваженнями.

4. Ведучий має забезпечувати безперервність висловлення ідей, заповнюючи паузу заохочувальними репліками, наприклад:

«У свій час пропонувалося те й те»;

«Давайте три хвилини висловлювати тільки зовсім фантастичні ідеї»;

«Що думає з цього приводу (ім'я студента)?»;

«Як вирішити цю задачу, якщо забрати таку-собі умову?»;

«Ми висловили вже 37 ідей, давайте дотягнемо до 40!»;

«Як би ми вирішили проблему, якби мали мільйон доларів?».

5. Ведучий має стежити, щоб обговорення не йшло занадто

вузько або в занадто прагматичному напрямку.

Своїми репліками він повинен розширювати сферу пошуку.

Наприклад, якщо обговорюється, які вироби з напівпровідникових приладів можна створити, то не можна допустити, щоб обговорення звелось до уточнення конструкції або кількості використовуваних приладів.

6. Ведучий має стежити за регламентом роботи. Говорити, скільки залишилося до закінчення роботи.

Тактично зупиняти учасника, що занадто довго (більш півхвилини) формулює одну ідею.

Мозкова атака – інтенсивний творчий процес, який протікає швидко. Тому не може бути єдиної остаточної схеми проведення «мозкової атаки».

Кожен колектив «генераторів» і ведучий у ході роботи створюють свій індивідуальний стиль, що дозволяє взаємодіяти з найбільшою ефективністю.

На закінчення необхідно відзначити, що при наявності часу на підготовку учасників варто відпрацювати з творчою групою або з її ядром техніку проведення мозкової атаки на учбово-тренувальних заняттях.

При цьому навчальні задачі мають:

бути загальнозрозумілими для всіх учасників;

містити потенційно велике число можливих рішень;

викликати інтерес у всіх учасників.

У ході мозкової атаки може бути висловлено ідеї, що можуть стати основою раціоналізаторських пропозицій або заявок на винахід.

Тому після закінчення мозкової атаки доцільно уточнити й визначити список авторів найбільш цікавих ідей і погодити його з усією творчою групою, що брала участь у сеансі.

Подвійна «мозкова атака». Ідея більш ефективного використання можливостей підсвідомості закладено в методі подвійної «мозкової атаки».

Люди давно помітили доцільність проведення декількох обговорень однієї й тієї ж проблеми та сформулювали цю мудрість у «крилатому» виразі: «Гарна думка – приходиться опісля».

Суть методу подвійної мозкової атаки полягає в проведенні через якийсь час після першої, повторної «мозкової атаки».

Як показала практика використання цього методу, під час

повторної мозкової атаки часто висловлюються більш цікаві й глибокі ідеї, ніж при першому обговоренні.

Це викликано інтенсивною роботою мозку на підсвідомому рівні в період між обговореннями.

Цей період може варіюватися в досить широких межах – від декількох годин до декількох днів.

Досвідчені адміністратори часто не знають про існування методу подвійної «мозкової атаки», проте використовують його у своїй роботі.

Наприклад, вони проводять індивідуальні обговорення проблеми з членами адміністративної ради напередодні наради, на якому передбачається прийняття рішень зі складних проблем.

Аналогічні цілі досягаються шляхом попереднього поширення серед членів ради повістки наради та проектів рішення.

Масова «мозкова атака», запропонована Дональдом Філіпсом (США), дозволяє істотно збільшити ефективність генерування нових ідей у великій аудиторії (кількість учасників варіюється від 20 до 60 осіб).

Особливість цієї модифікації методу полягає у тому, що присутніх поділяють на малі групи чисельністю 5 – 6 осіб.

Керівник кожної групи є одночасно керівником усієї сесії.

Після поділу аудиторії на малі групи кожна проводить самостійну сесію прямої мозкової атаки.

Тривалість роботи малих груп може бути різною або визначеною, наприклад, 15 хвилин.

Після генерування ідей у малих групах проводиться їх оцінка.

Потім обирають найбільш оригінальну.

Метод зворотної «мозкової атаки» широко використовується у творчій діяльності. У його основі лежить закономірність прогресивної конструктивної еволюції технічних об'єктів, відповідно до якої перехід до нових зразків відбувається шляхом виявлення й усунення вже існуючих недоліків (протиріч).

Задачі розвитку технічної системи вимагають усунення виникаючих протиріч.

Різного роду протиріччя можуть не проявитися в явному вигляді й через це можуть випасти з поля зору розробників нових систем на стадії їх створення.

Крім того, низка протиріч може виявитися тільки через якийсь час після початку експлуатації системи.

Тому при створенні нової системи або окремого виробу вирішуються дві творчі задачі:

1. Виявляються наявні або очікувані в найближчій перспективі протиріччя в існуючій системі або технічному об'єкті.

2. Знаходяться шляхи усунення цих недоліків у знов створюваних системах і об'єктах.

Перша задача виявляється не менш простою, ніж друга, оскільки методи її розв'язання мають забезпечувати не тільки виявлення усіх відомих, а й прогнозування всіх майбутніх недоліків.

Інакше кажучи, повний список недоліків (незалежно від причини їх виникнення) має відбивати всі можливі відхилення дійсно існуючого положення від бажаного.

Для розв'язання зазначеної задачі вітчизняним дослідником Є.О. Олександровим було запропоновано метод зворотної мозкової атаки, що був надалі модифікований Г.Я. Бушем.

Цей метод називають іноді діалогом із деструктивною віднесеною оцінкою [13].

Метод зворотної мозкової атаки може бути використано при розв'язанні, наприклад, супровідних питань і задач:

уточнення постановки винахідницьких і раціоналізаторських задач;

розробка технічного завдання або технічної пропозиції;

експертиза проекту на будь-якій стадії розробки;

оцінка ефективності закуповуваних виробів;

оцінка ефективності прийняття адміністративних рішень.

Ефективність проведення зворотної мозкової атаки багато в чому залежить від чіткості формулювання задачі.

Формулювання задачі для зворотної мозкової атаки має містити короткі й досить вичерпні відповіді на такі питання:

Що являє собою система, яку потрібно поліпшити?

Які недоліки системи, пов'язані з її виробництвом, функціонуванням, експлуатацією, обслуговуванням і утилізацією вже відомі?

Що потрібно одержати в результаті проведення «мозкової атаки»?

На що потрібно звернути особливу увагу?

Якщо формулювання задачі містить дуже спеціальні й не зрозумілі для учасників обговорення терміни, необхідно зробити другу загальнодоступну редакцію попереднього формулювання –

без спеціальних термінів.

У деяких випадках найбільш ефективним виявляється комбінування методів прямої та зворотної «мозкових атак».

Таку комбінацію можна використовувати, наприклад, для прогнозування розвитку техніки (й не тільки техніки).

Для цього за допомогою зворотної «мозкової атаки» виявляють усі недоліки існуючого виробу або системи й виділяють серед них головні.

Потім проводять пряму «мозкову атаку» з метою усунення виявлених головних недоліків і намічають шляхи удосконалення об'єктів даного класу.

Для прогнозування недоліків технічного об'єкта проводять спочатку пряму зворотню мозкову атаку і готують проекти найбільш перспективних рішень, а потім проводять її для виявлення можливих недоліків цих рішень.

Передбачається поетапне виконання таких процедур:

формування малих груп, оптимальних за чисельністю й психологічною сумісністю;

створення групи аналізу проблемної ситуації, формування вихідної винахідницької задачі в загальному вигляді, повідомлення задачі разом з описом деструктивної відносно оцінки всім учасникам діалогу;

генерування ідей за правилами прямої колективної «мозкової атаки» (особлива увага звертається на створення творчої, невимушеної обстановки);

систематизація й класифікація ідей. Вивчаються ознаки, за якими можна об'єднати комплексні ідеї, і, згідно з цими ознаками, ідеї класифікуються в групи:

деструктування ідей, тобто оцінка ідей на можливість реалізації у процесі «мозкової атаки». «Мозкову атаку» на цьому етапі спрямовано тільки на всебічний розгляд можливих перешкод на шляху до реалізації висунутих ідей;

оцінка критичних зауважень, висловлених під час попереднього етапу, та складання остаточного списку практично використовуваних ідей. У список вносяться тільки ті ідеї, що їх не було відкинуто внаслідок критичних зауважень і контр-ідей.

Найбільш ефективні результати досягаються у випадках, коли всі учасники «мозкової атаки» раціонально розподіляються на такі групи: генерування ідей; аналізу проблемної ситуації й оцінки ідей;

генерування контр-ідей.

Термін «мозкова атака» нам представляється не зовсім вдалим, оскільки «мозок» – поняття фізіологічне, а «атака», «штурм» – поняття, запозичені з військового лексикону.

В.І. Андрєєв вважає, що, з педагогічної точки зору, більш вдало даний метод назвати «методом колективного пошуку оригінальних ідей».

Метод колективного пошуку оригінальних ідей базується на педагогічних закономірностях і відповідних їм принципах:

співтворчості (співробітництва) педагога й учнів. Педагог, спираючись на демократичний стиль спілкування, заохочуючи фантазію, несподівані асоціації, стимулює зародження оригінальних ідей і виступає як їх співавтор. Чим більш розвинені здібності педагога до співробітництва (співтворчості), тим ефективніше, за інших умов, способи розв'язання творчих задач його учнями;

довіри до творчих сил і здібностей учнів. Усі учні виступають на рівних: жартом, вдалою реплікою вчитель заохочує найбільшу творчу ініціативу своїх учнів;

оптимального сполучення інтуїтивного й логічного.

В умовах генерування ідей оптимальним є послаблення активності логічного мислення й усіляке заохочення інтуїції. Цьому чимало сприяють і такі правила, як заборона критики, відстрочені логічний і критичний аналіз генерованих ідей.

Доброзичливий педагогічний мікроклімат створює умови для розкнутості, активізує інтуїцію й уяву.

Недоліки й обмеження методу полягають у тому, що його застосування дозволяє висунути, знайти творчу ідею лише в найзагальнішому вигляді.

Метод не гарантує ретельну розробку ідеї. Він також незастосовний або має обмеження в застосуванні, якщо творча задача вимагає великих попередніх розрахунків, обчислень.

Застосування методу колективного пошуку оригінальних ідей вимагає порівняно високої педагогічної майстерності, здібностей до імпровізації, почуття гумору.

У процесі його застосування іноді створюється ілюзія якогось найбільш імовірного засобу, прийому, підходу до розв'язання творчої задачі.

Логіка мислення групи спрямовується найчастіше саме в цьому напрямку, але цей найбільш очевидний підхід для тих, хто

розв'язує задачу, іноді виявляється помилковим.

У табл. 12.1 наведено основні правила застосування методу колективного пошуку оригінальних ідей (у тому числі й технічних), що запропонував В.І. Андрєєв.

Таблиця 12.1 – Евристичні правила застосування методу колективного пошуку ідей

Для викладача	Для студентів
<p>Учні класу поділяються на малі навчальні групи по 5 – 7 чоловік:</p> <p>а) групу генерування ідей;</p> <p>б) критичного аналізу запропонованих ідей; в) захисту ідей, що піддані критиці; г) остаточної оцінки запропонованих ідей.</p> <p>Не виключена можливість, що всі учні класу поетапно виконують усі вищевказані функції розв'язання творчої задачі послідовно</p>	<p>Обговорення проблеми починайте з далеких підходів, бажано неодноразово її переформулювати</p>
<p>Прагніть до доброзичливого, демократичного стилю спілкування, а для цього необхідно надавати всім учнем рівні права для висловлення будь-яких ідей, міркувати вголос, використовувати підходящу репліку, жарт</p>	<p>Висунуті ідеї доцільно фіксувати, наприклад, записувати в зошиті, на дошці або за допомогою диктофону.</p>
<p>Постійно заохочуйте й направляйте хід дискусії, прилучаючи до розв'язання творчої задачі всіх її учасників</p>	<p>На етапі генерування ідей будь-яку критику заборонено</p>
<p>На перших етапах (генерування ідей) ніхто з учнів не має права критикувати пропозиції, висунуті ідеї, висловлювати іронічні зауваження. Педагог має домагатися абсолютної заборони критики</p>	<p>Будьте доброзичливими один до одного, не забувайте, що почуття гумору і позитивні емоції добре стимулюють фантазію й уяву</p>

Продовження таблиці 12.1

У процесі генерування ідей постійно заохочуйте й направляйте хід дискусії, спонукайте учнів до пошуку аналогій, об'єднання або, навпаки, роз'єднання елементів, інтенсифікації або, навпаки, уповільнення аналізованих процесів, пошуку всіх нових функцій об'єкта і т.д.	Використовуйте аналогії, спробуйте об'єднати або, навпаки, роз'єднати елементи, інтенсифікувати або сповільнити аналізований процес і т.д.
На етапі критики ідей будь-яку форму їх захисту заборонено. Автор висловленої ідеї має і сам висловити думку про її недоліки	
На заключних етапах дискусії критику знову заборонено, висловлюються лише пропозиції на користь конкретизації, розвитку найбільш оригінальної ідеї, пропозиції до її практичного здійснення	
Загальний підсумок висунутих ідей, узагальнюючих критичних зауважень підводить педагог	

Контрольні питання та завдання для самостійної роботи

1. Який психологічний ефект покладено у метод «мозкового штурму»?
2. В якій кількості та за якими спеціальностями набирається група для колективного пошуку технічних рішень?
3. Які різновидності методу «мозкового штурму» («атаки»)
Ви знаєте?
4. Ким з вчених запропоновано метод «мозкової атаки» або «мозкового штурму» із одночасним створенням психоевристичного мікроклімату в малих групах людей для підвищення ефективності розв'язання творчих, особливо винахідницьких задач?
5. Чи справедливе твердження: Метою «мозкової атаки» є одержання максимальної кількості нових ідей за шляхом взаємного стимулювання членів групи до інтенсивного інтелектуального пошуку?
6. У чому полягає перевага методу «мозкового штурму»?
7. Чому у ряді випадків виявляється корисним залучення людей, які ніколи раніше не займалися обговорюваними проблемами?
8. У чому полягає план дій під час «мозкового штурму»?
9. Від кого залежить успіх і результативність будь-якої

«мозкової атаки»?

10. Які обов'язки покладаються на керівника «мозкової атаки» під час сеансу?

11. Чи необхідно при наявності часу на підготовку учасників відпрацювати з творчою групою або з її ядром техніку проведення мозкової атаки?

12. Які навчальні задачі проводять на учбово-тренувальних заняттях з творчою групою з техніки проведення мозкової атаки?

13. Яка закономірність лежить у основі методу зворотної «мозкової атаки»?

14. Які творчі задачі вирішуються при створенні нової системи або окремого виробу?

15. Ким з вчених було запропоновано метод зворотної «мозкової атаки», що був надалі модифікований Г.Я. Бушем?

для розв'язання зазначеної задачі вітчизняним дослідником Є.О. Олександровим було запропоновано.

16. Як іноді називають метод зворотної «мозкової атаки»?

17. Поетапне виконання яких процедур передбачається для прогнозування недоліків технічного об'єкта після проведення прямої зворотної мозкової атаки?

18. На яких педагогічних закономірностях і відповідних їм принципах базується метод колективного пошуку оригінальних ідей?

19. Завдання. Використовуючи евристичні правила застосування методу колективного пошуку ідей по В.І. Андрєєву, поданні в табл. 12.1, винайти ідею з виконання визначеного заходу – переходу парку легкових автомобілів на газове паливо.

ПЛАН-КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЇ 13

Евристичні методи пошуку ідеї й вирішення наукових і технічних задач. Метод контрольних питань

ПЛАН

13.1 Метод контрольних питань

Контрольні питання й завдання для самостійної роботи

13.1 Метод контрольних питань

Метод контрольних питань полягає в пошуку рішень задачі за допомогою спеціально підготовленого переліку (списку) навідних запитань.

Існує велика розмаїтість списків контрольних питань від дуже простих до досить складних. Достаток питань у списку не означає, що відповідь на кожне з них має привести до нової ідеї.

Схему методу контрольних питань наведено на рис. 13.1.

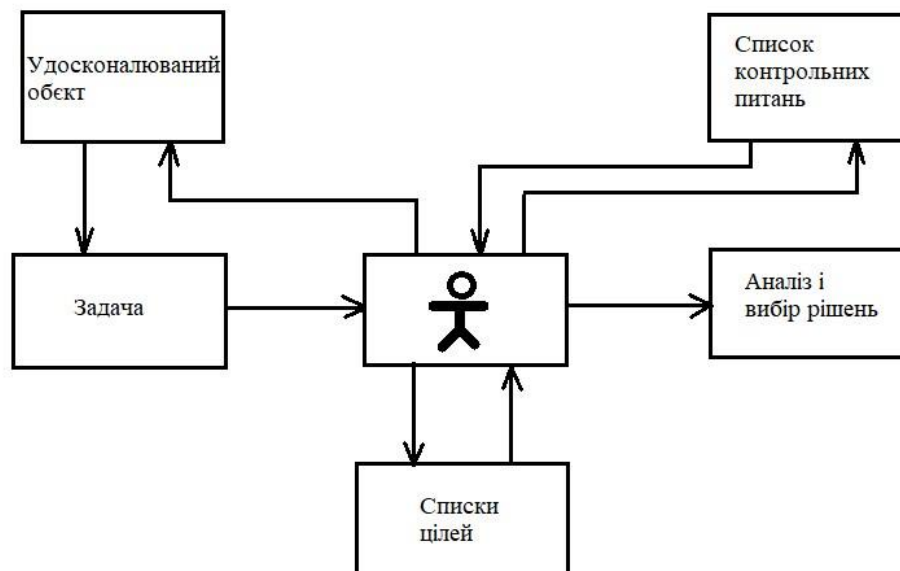


Рисунок 13.1 – Схема методу контрольних питань

Надія покладається на те, що при відповіді на поставлені питання настає те «осіяння», що приводить до потрібної ідеї

вирішення задачі.

Метод може застосовуватися або у формі монологу фахівця, що звертається до самого себе, або діалогу, наприклад, у вигляді питань, що задаються керівником «мозкового штурму» членам групи «генераторів» ідей.

Залежно від специфіки розглянутого об'єкта або цілей аналізу питання можуть бути найрізноманітнішими – від дуже простих до досить складних.

Велика кількість питань у списку не означає, що відповіді на кожне з них повинні привести до нової ідеї.

Якщо в результаті пошуку рішення за допомогою цього методу буде отримано хоча б одну цікаву ідею, можна вважати, що запитальник свою задачу виконав.

Деякі списки містять не питання, а короткі рекомендації, в інших є і те й інше.

Існує велика розмаїтість списків контрольних питань. Однак частіше інших застосовуються універсальні запитальники, складені А. Осборном і Т. Ейлоартом [1-3, 10-13].

Список контрольних питань за А. Осборном містить дев'ять груп питань:

1. Яке нове застосування технічному об'єкту ви можете запропонувати? Чи можливі нові способи застосування? Як модифікувати відомі способи застосування?

2. Чи можливе розв'язання винахідницької задачі шляхом пристосування, спрощення, скорочення? Що нагадує вам даний технічний об'єкт? Чи викликає аналогія нову ідею? Чи були в минулому аналогічні проблемні ситуації, які можна використати? Що можна скопіювати? Який технічний об'єкт потрібно випередити?

3. Які модифікації технічного об'єкта можливі? Чи можлива модифікація шляхом обертання, вигину, скручування, повороту? Які зміни призначення (функції), кольору, руху, запаху, форми, обрисів можливі? Інші можливі зміни?

4. Що можна збільшити в технічному об'єкті? Що можна приєднати? Чи можливе збільшення часу служби, впливу? Збільшити частоту, розміри, міцність? Підвищити якість? Приєднати новий інгредієнт? Дублювати? Чи можлива мультиплікація робочих елементів або всього об'єкта? Чи можливі перебільшення, гіперболізація елементів або всього об'єкта?

5. Що можна в технічному об'єкті зменшити? Що можна замінити? Чи можна що-небудь ущільнити, зжати, згустити, конденсувати, застосувати спосіб мініатюризації, скоротити, звузити, відокремити, роздрібнити?

6. Що можна в технічному об'єкті замінити? Що, скільки замішати і з чим? Інший інгредієнт? Інший матеріал? Інший процес? Інше джерело енергії? Інше розташування? Інший колір, звук, висвітлення?

7. Що можна перетворити в технічному об'єкті? Які компоненти можна взаємно замінити? Змінити модель? Змінити розбивку, розмітку, планування? Змінити послідовність операцій? Транспонувати причину й ефект? Змінити швидкість або темп? Змінити режим?

8. Що можна в технічному об'єкті перевернути навпаки? Транспонувати додатне й від'ємне. Чи можна обміняти місцями протилежно розміщені елементи? Повернути їх задом наперед? Перевернути низом нагору? Обміняти місцями? Поміняти ролями? Перевернути затиски?

9. Які нові комбінації елементів технічного об'єкта можливі? Чи можна створити суміш, сплав, новий асортимент, гарнітур? Комбінувати секції, вузли, блоки, агрегати? Комбінувати цілі? Комбінувати привабливі ознаки? Комбінувати ідеї?

Список контрольних питань, складений Т. Ейлоартом, являє собою програму роботи талановитого винахідника, зумовлену питаннями й завданнями, що вимагають розвиненої уяви та глибоких різнобічних знань.

За сутністю, він дав програму роботи талановитого винахідника з фанатичною наполегливістю, що намагається розв'язати задачу методом проб і помилок.

Деякі питання вимагають розвиненої уяви, інші – глибоких і різнобічних знань. Є і питання по-своєму дуже тонкі, що свідчить про багатий досвід і спостережливість Т. Ейлоарта.

Список контрольних питань за Т. Ейлоартом:

1. Перелічити всі якості й визначення передбачуваного винаходу. Змінити їх.

2. Сформулювати задачі ясно. Спробувати нові формулювання. Визначити другорядні задачі й аналогічні. Виділити головні.

3. Перелічити недоліки наявних рішень, їх основні принципи,

нові припущення.

4. Накидати фантастичні, біологічні, економічні, молекулярні й інші аналогії.

5. Побудувати математичну, гідравлічну, електронну, механічну й інші моделі (вони точніше виражають ідею, ніж аналогії).

6. Спробувати різні види матеріалів і енергії: газ, рідину, тверде тіло, гель, піну, пасту й ін.; тепло, магнітну енергію, світло, силу удару і т. д.; різні довжини хвиль, поверхневі властивості і т. п., перехідні стани – замерзання, конденсація, перехід через точку Кюрі і т. д.; ефекти Джоуля-Томпсона, Фарадея й ін.

7. Встановити варіанти, залежності, можливі зв'язки, логічні співвідношення.

8. Довідатися про думку деяких зовсім необізнаних у даній справі людей.

9. Влаштувати сумбурне групове обговорення, вислуховуючи всі ідеї без критики.

10. Спробувати «національні» рішення: хитре шотландське, всеосяжне німецьке, марнотратне американське, складне китайське і т. ін.

11. Спати з проблемою: йти на роботу, гуляти, приймати душ, їхати, пити, їсти, грати в теніс – усе з нею.

12. Бродити серед стимулюючої обстановки (смітник брукху, технічні музеї, магазини дешевих речей), переглядати журнали, комікси.

13. Накидати таблицю цін, величин, переміщень, типів матеріалів і т. ін. різних розв'язок проблеми в рішеннях або нові комбінації.

14. Визначити ідеальне рішення, розробляти можливі.

15. Видозмінити розв'язання проблеми з погляду часу (скоріше або повільніше), розмірів, в'язкості і т. п.

16. В уяві залізти усередину механізму

17. Визначити альтернативні проблеми й системи, що вилучають визначену ланку з ланцюга і, таким чином, створюють щось зовсім інше, ведучи убік від потрібного рішення.

18. Чия це проблема? Чому його?

19. Хто придумав це перший? Історія питання. Які хибні тлумачення цієї проблеми мали місце?

20. Хто ще вирішив цю проблему? Чого він домогся?

21. Визначити загальноприйняті граничні умови й причини їх встановлення.

Варто помітити, що евристичні питання широко використовував у своїй науковій і практичній діяльності ще давньоримський філософ Квінтіліан.

Він рекомендував своїм учням для збирання досить повної інформації про яку-небудь подію поставити перед собою і відповісти на сім ключових, або евристичних, питань: хто? що? навіщо? де? чим? як? коли?

Евристичним питанням приділяв багато уваги американський математик і педагог Д. Пойя, дослідження якого стали основою правил і систематизації евристичних питань.

Список Д. Пойя створювався переважно для розв'язання навчальних математичних задач, але його може бути використано і для розв'язання технічних.

Список евристичних питань В.І. Андрєєва, складений на основі рекомендацій Д. Пойя [2], стимулює розв'язання творчих задач:

1. Потрібно ясно зрозуміти запропоновану задачу, а для цього необхідно поставити перед собою низку питань і завдань: що невідомо? що дано? у чому полягає умова? чи можливо задовольнити умові? чи досить умов для з'ясування невідомого? або недостатньо? або надмірно? або суперечливо? зробіть креслення; введіть підходяще позначення; розділіть умову на частини; постарайтеся записати їх.

2. На етапі пошуку ідей і складання плану розв'язання ставляться такі евристичні питання: як знайти зв'язок між даними і невідомими? чи не відома вам яка-небудь близька задача? чи не можна нею скористатися? чи можна використати метод її рішення? чи не варто ввести який-небудь допоміжний елемент, щоб скористатися колишньою задачею? чи можна сформулювати задачу інакше, простіше? чи можна придумати більш доступну задачу? більш загальну? більш відокремлену? аналогічну задачу? чи можна вирішити частину задачі, задовольнити частину умов? чи можна витягти що-небудь корисне з даних? чи всі дані й умови вами використано? чи прийнято до уваги всі поняття, що наявні в задачі?

3. Здійснюючи план розв'язання, контролюйте кожен свій крок: чи ясно вам, що початий вами крок правильний? чи зумієте довести, що він правильний?

4. Контроль і самоконтроль отриманої розв'язки припускає пошук відповідей на такі питання: чи можна перевірити результат? чи можна перевірити хід розв'язання? чи можна одержати той же результат інакше? чи можна перевірити правдоподібність, розмірність отриманого результату? чи можна в якій-небудь іншій задачі використати отриманий результат? чи можна розв'язати задачу, зворотну до цієї?

Список універсальних питань Г.Я. Буша [1-3, 13] для технічної творчості винахідників і дослідників є найбільш великим. Його називають ще запитальником уявного експерименту винахідника.

У ньому є, наприклад, такі питання:

1. Як розв'язати задачу; якщо не рахуватися з витратами, якщо від її розв'язання залежить життя людини, якщо технічний об'єкт буде використано як іграшку або якщо об'єкт є навчальним посібником, експонатом?

2. Чи можна відкинути в минулому принципи розв'язання використати зараз при сучасних технічних можливостях?

3. Чи можна пророчити результат розв'язання задачі через 10 – 15 років з урахуванням зростання суспільних потреб?

4. Як виглядає перелік усіх основних недоліків відомих розв'язань задачі? Якою повинна бути розв'язка, якщо їх усунути?

Списки контрольних запитань розробляються шляхом аналізу й узагальнення досвіду роботи технологів підприємства.

Список – це спосіб передачі досвіду, він дозволяє не упустити яких-небудь важливих моментів, звернути увагу на що-небудь, направляє й розширює можливості пошуку розв'язання.

Метод евристичних питань, відомий також як метод «ключових питань», доцільно застосовувати для збирання додаткової інформації в умовах проблемної ситуації або упорядкування вже наявної інформації у самому процесі розв'язання творчої задачі.

Крім того, евристичні питання слугують додатковим стимулом, формують нову стратегію й тактику розв'язання творчої задачі.

Не випадково у практиці викладання їх також називають «навідними запитаннями», тому що вдало поставлене педагогом запитання наводить учня на ідею розв'язання, правильну відповідь.

Метод евристичних питань базується на таких закономірностях і відповідних їм принципах:

проблемності й оптимальності (шляхом мистецьки поставлених питань проблемність задачі знижується до оптимального рівня);

дроблення інформації (евристичні питання дозволяють здійснити розбивку задачі на підзадачі);

цілеприпускання (кожне нове евристичне питання формує нову стратегію – ціль діяльності).

Цінність методу евристичних питань полягає у його простоті й ефективності для розв'язання будь-яких задач.

Евристичні питання особливо розвивають інтуїцію мислення, загальну логічну схему розв'язання творчих задач.

Недоліки й обмеження цього методу полягають у тому, що він не дає особливо оригінальних ідей і рішень і, як інші евристичні методи, не гарантує абсолютного успіху у розв'язанні творчих задач.

У табл. 13.1 наведено основні правила застосування методу евристичних питань.

Таблиця 13.1 – Правила застосування методу евристичних питань

Для керівника	Для студентів
Евристичне питання має стимулювати думку, а не підказувати ідею розв'язання задачі	Запам'ятовуйте найбільш характерні евристичні питання і за можливістю систематизуйте їх
У питаннях повинна бути мінімальна інформація	Ставте перед собою такі питання, що: спростили б задачу; дозволили б осмислити задачу з нової, несподіваної точки зору; стимулювали б використання отриманих знань, досвіду вирішення інших задач; дозволили б розбити задачу на підзадачі; спонукали б вас до самоконтролю
При постановці серії питань: поступово знижуйте рівень проблемності задачі; домагайтеся їх логічного взаємозв'язку; цікаво їх формулюйте; стимулюйте як логічні, так і інтуїтивні процедури мислення; намагайтеся, щоб нове питання давало б новий несподіваний погляд на задачу; розбивайте задачу на підзадачі, етапи	-

Контрольні питання та завдання для самостійної роботи

1. У чому полягає сутність методу контрольних питань?
2. Чи означає достаток контрольних питань у списку, що відповідь на кожне з них має привести до нової ідеї?
3. В якій формі може застосовуватися метод контрольних питань?
4. Якщо в результаті пошуку рішення за допомогою методу контрольних питань буде отримано хоча б одну цікаву ідею, то можна вважати, що запитальник свою задачу виконав?
5. Хто із дослідників розробив універсальні запитальники?
6. Які групи контрольних питань створено А. Осборном?
7. Що являє собою список контрольних питань, складений Т. Ейлоартом?
8. У чому полягає сутність списку контрольних питань, складений Т. Ейлоартом?
9. Яка структура списку контрольних питань за Т. Ейлоартом?
10. Розв'язання яких творчих задач стимулює список евристичних питань В.І. Андрєєва, складений на основі рекомендацій Д. Пойя?
11. Ким створено найбільший запитальник уявного експерименту винахідника?
12. Які групи питань є в списку універсальних питань для технічної творчості винахідників і дослідників, створеного Г.Я. Бушем?
13. На яких закономірностях і відповідних їм принципах базується метод евристичних питань?
14. Які основні правила застосування методу евристичних питань?
15. Застосовуючи правила методу евристичних питань з табл. 13.1, вирішіть науково-технічну задачу із забезпечення стабільності показників ефективності гальмування легкових автомобілів під час експлуатації.

ПЛАН-КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЇ 14

Евристичні методи пошуку ідеї й вирішення наукових і технічних задач. Методи «букета проблем» та інверсій.

ПЛАН

14.1. Методи «букета проблем» та інверсій

14.2 Метод синектики й емпатій

Контрольні питання й завдання для самостійної роботи

14.1 Методи «букета проблем» та інверсій

Метод «букета проблем» полягає в тому, що, ґрунтуючись на вихідному формулюванні проблеми, розглядають кілька інших проблем, формуючи тим самим групу або «букет проблем».

Ця група містить у собі низку підгруп, утворених за допомогою наступних прийомів (рис. 14.1) (розроблено на базі роботи [2]).

Перевагою методу «букета проблем» є те, що він добре працює на задачах будь-якого рівня і з будь-якої сфери людської діяльності.

Приклад використання методу при розв'язанні проблеми: не вистачає засобів автомобільного транспорту на маршруті.

Розв'язання цієї проблеми охоплює такі етапи [2].

1. Формулюється проблема, як вона є: не вистачає засобів автомобільного транспорту на маршруті.

2. Формулюється проблема у загальному вигляді:

1-ша група: засіб транспортування.

Підбираємо узагальнені поняття:

засоби для перевезення пасажирів;

засоби для тривалого перевезення пасажирів;

засоби для тривалого зручного перевезення пасажирів;

предмети, що дозволяють перевозити пасажирів в зручному положенні;

засоби, що дозволяють перевозити пасажирів у фіксований час;

2-га група: маршрутка. Узагальнюємо дане поняття:
 обмежений простір з гарним мікрокліматом;
 місце для сидіння;
 приміщення для розміщення великої групи пасажирів;
 приміщення, у якому створено умови для фіксації нової інформації.

Записуємо узагальнені формулювання:

на маршруті відсутні засоби для перевезення пасажирів
 (виходить, можна використовувати не тільки маршрутку);

відсутні предмети для тривалого перевезення пасажирів на маршруті (виходить, можна не тільки сидіти, але і стояти).

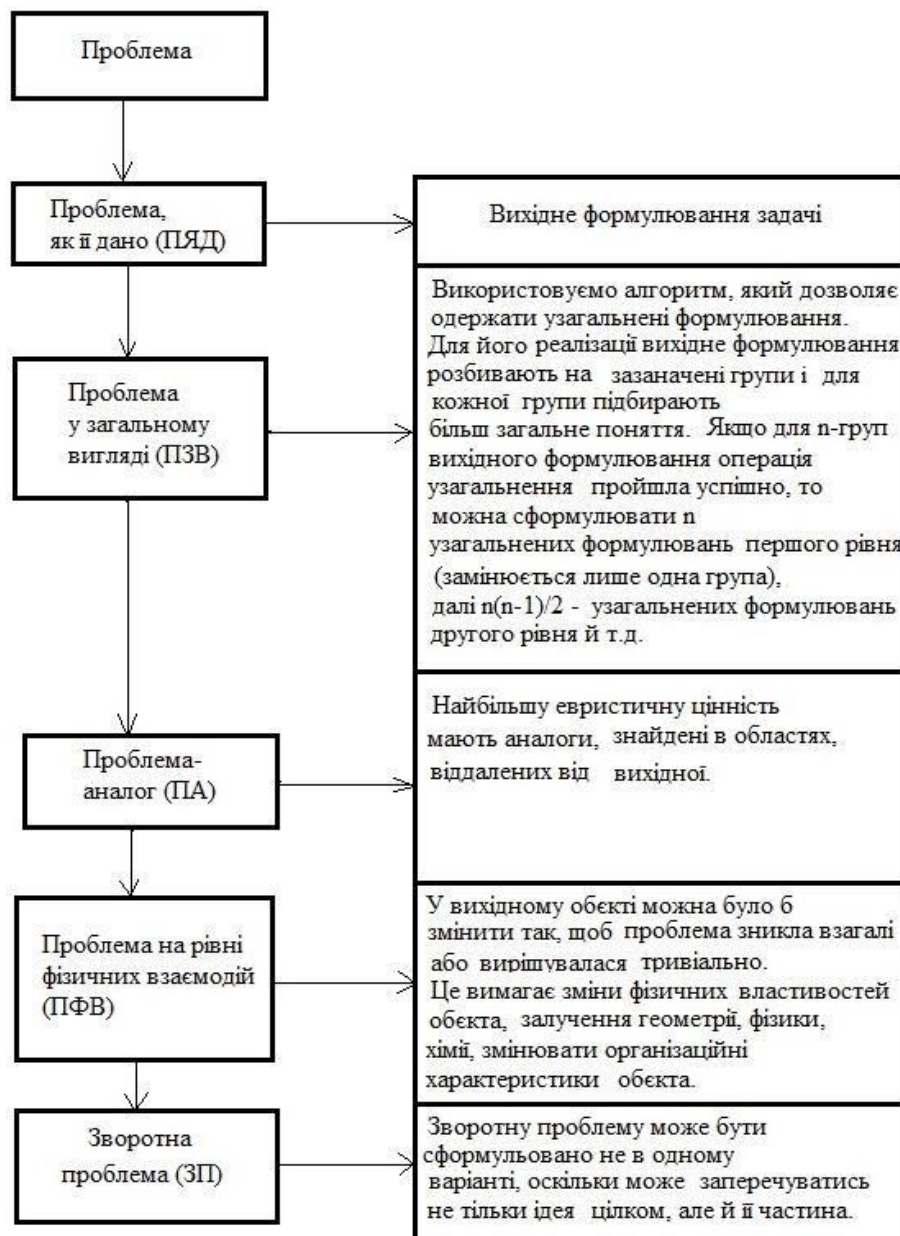


Рисунок 14.1 – Схема прийомів методу «букета проблем»

3. Формулюємо проблему-аналог:

де і як перевозяться пасажери (на сидіннях, стоячи);
 як сидять люди, які проводять час у нерухомості: водії,
 пасажери і т. ін. (на розкладних кріслах і т. ін.);
 яким чином підтримують своє тіло в нерухомому стані
 тварини, птахи, риби (приймають спеціальні пози);
 на чому можна сидіти в лісі, у полі, у пустелі, у воді і т. ін. (на
 пні, траві, соломі і т. п.)?

4. Вирішуємо Проблему на рівні Фізичних Взаємодій.

Як зробити так, щоб не потрібно було просто сидіти або сидіти
 нерухомо? Для цього можна:

оснастити всіх пасажирів спеціальними приймачами й
 організувати відеотрансляцію розважальних програм;

видати всім пасажирам правила перевезення пасажирів, а
 замість звернення посередком мікрофону влаштувати консультації
 (кількість присутніх різко зменшиться);

оснастити маршрутки замість сидінь відкидними столиками
 (подовжити ніжки стільців так, щоб можна було їхати стоячи).

5. Зворотна проблема:

як зробити так, щоб в маршрутці ніхто не сидів (оголосити
 перевезення дорожчим для сидячих);

як зробити так, щоб сиділи не на сидіннях (не пускати зайвих);

як зробити так, щоб при тій же кількості пасажирів сидінь не
 вистачало (зробити перевезення дуже нудними – жарт).

Метод інверсій. Метод інверсій являє собою один з
 евристичних методів навчально-творчої діяльності, орієнтований на
 пошук ідей вирішення творчих задач у нових, несподіваних
 напрямках, найчастіше протилежних традиційним поглядам і
 переконанням, що диктуються формальною логікою і здоровим
 глуздом.

Метод інверсій базується на закономірності і відповідно
 принципі дуалізму, діалектичної єдності й оптимального
 використання протилежних (прямих і зворотних) процедур творчого
 мислення (аналізу й синтезу, дивергентного й конвергентного
 мислення).

Він також базується на поширенні діалектичного підходу до
 аналізу об'єктів дослідження (вивчення зовнішнього й

внутрішнього, інтенсифікації й уповільнення, об'єднання й роз'єднання елементів системи і т. ін.).

Безсумнівним достоїнством методу інверсій є те, що він дозволяє розвивати діалектику мислення учнів, відшукувати вихід із здавалося б безвихідної ситуації, знаходити оригінальні, часом досить несподівані розв'язки творчих задач різного рівня трудности й проблемності.

Його недоліками й обмеженнями є те, що він жадає від студентів досить високого рівня творчих здібностей, базисних знань, умінь і досвіду навчально-творчої діяльності.

Відзначаються також педагогічні труднощі в підборі й конструюванні творчих задач, які вимагали б застосування методу інверсій.

У табл. 14.1 наведено основні правила застосування методу інверсій при роботі зі студентами [2].

Таблиця 14.1 – Правила застосування методу інверсій

Для керівника	Для студентів
Спонукуйте учнів до кількаразового переформулювання задачі з метою її глибокого осмислення	Почніть вирішувати задачу з її переформулювання. Чи можна сформулювати задачу, зворотну даній?
Частіше поряд із прямою ставте перед учнями зворотні задачі	Пам'ятайте, що інверсія – це пошук ідей у напрямках, протилежних традиційним поглядам, переконанням, здоровому глузду і формальній логіці
Домагайтеся у учнів діалектики аналізу і міркувань	Будь-якій ідеї шукайте контр-ідею
Спонукуйте учнів у процесі вирішення творчих задач використовувати протилежні процедури, засоби:	Прагніть у процесі вирішення творчих задач використовувати протилежні процедури, засоби:
аналіз і синтез, логічне й інтуїтивне, статичні й динамічні характеристики об'єкта дослідження, зовнішні та внутрішні сторони об'єкта, збільшення або, навпаки, зменшення розмірів, конкретне й абстрактне, реальне й фантастичне, роз'єднання й об'єднання, конвергенцію (звуження поля чи пошуку) і дивергенцію (розширення поля пошуку); якщо не вдається вирішити задачу від початку до кінця, спробуйте вирішити її від кінця до початку; і т. д.	

14.2 Метод синектики й емпатій

Творцем синектики вважається У. Гордон [14].

Метою розробки метода є прагнення до підвищення ймовірності успіху при постановці й розв'язанні задач.

Подальший розвиток метод синектики отримав у роботах Г. Буша.

Синектика – метод пошуку нових рішень – подібний «мозковому штурму» і відрізняється від нього тільки тим, що основна задача зводиться до обговорення одного або двох варіантів технічного рішення, але з детальним їх розглядом.

До складу групи включаються фахівці різних професій.

Синектична група складається з ретельно підготовлених фахівців різних професій, які володіють спеціальними методами психофізіологічної активізації творчого процесу.

З цієї причини синектика навряд чи може знайти широке застосування при роботі зі студентами.

Проте можлива організація синектичних груп із педагогів для вирішення складних адміністративних або педагогічних проблем.

Найбільш широко даний метод використовується в даний час промисловими фірмами, що вкладають значні кошти в навчання й зміст синектичних груп.

Ключовим моментом синектики, що відрізняє її від «мозкового штурму», є підхід до процесу рішення.

Протягом усього процесу роботи синектори намагаються наблизитися до рішення, але не висувають закінчених ідей, як це відбувається під час «мозкового штурму».

Цілісність, на їх погляд, протидіє подальшим змінам.

З іншого боку, нераціональна інформація є причиною прояву в пам'яті метафор, образів, ще смутно обкреслених, хитких.

Постійне стимулювання підсвідомості веде до прояву інтуїції, до осяяння. Таким чином, на думку Гордона, результати рішення проблеми раціональні, сам процес пошуку рішення багато в чому ірраціональний.

Синектична група має довести рішення до рівня, що дозволяє провести практичну реалізацію ідеї.

Більш того, синектори зобов'язані брати участь у роботі на всіх етапах практичної реалізації висунутих ідей для підтримки себе в гарній формі.

Без виходу на практику процес мислення замикається в абстракціях, а вони ведуть до ще більших абстракцій і невизначеності.

В умовах застосування методу синектики варто уникати передчасного чіткого формулювання проблеми (творчої задачі), тому що це сковує подальший пошук її розв'язання.

Обговорення доцільно починати не з самої задачі (проблеми), а з аналізу деяких загальних ознак, що як би вводять у ситуацію постановки проблеми, неодноразово уточнюючи її зміст.

Не слід зупинятися при висуванні ідеї, якщо навіть здається, що вже знайдено оригінальну ідею і задачу вже розв'язано.

Якщо творча задача не вирішується, доцільно знову повернутися до аналізу ситуації, що породжує проблему, або роздрібнити її на підпроблеми.

Синектичні сеанси проводяться спеціально сформованими групами з 5 – 7 осіб, що пройшли попереднє навчання.

Синектори навчаються пошуку нових ідей шляхом застосування чотирьох видів аналогій: пряма, особистісна, фантастична і символічна.

Пряма аналогія широко використовується у винахідницькій і інженерній практиці, а також синекторами, коли знання переносяться з однієї галузі в іншу, інтерпретацію нового за допомогою відомих понять і т. д.

Синектори в ланцюжку аналогій шукають не тільки аналогічні елементи конструкцій в інших галузях техніки, як це роблять винахідники, а йдуть далі, наприклад, у пошуку захисту конструкцій.

Особистісна аналогія (названа емпатією). Емпатія – збагнення емоційного стану іншої людини у формі співпереживання.

Синектор теж ототожнює себе з об'єктом, який він намагається вдосконалити або створити заново, й уявляє собі, що він робив би сам, якби виявився на місці цього об'єкта.

Задача будь-якого винахідника, а тим більше синектора, полягає в тому, щоб увійти в образ і стати, наприклад, деталлю машини, і «подивитися» з її позиції, її точки зору, що можна зробити для її удосконалення.

Коли застосовується метод емпатії, то об'єкту приписують почуття, емоції самої людини: людина ідентифікує мету, функції, можливості, плюси й мінуси, наприклад, машини, механізму, із

своїми власними.

Таким чином, в основі методу емпатії лежить принцип заміщення досліджуваного об'єкта, процесу іншим.

З урахуванням цих зауважень метод емпатії – це один з евристичних методів вирішення творчих задач, в основі якого лежить процес емпатії, тобто ототожнення себе з об'єктом і предметом творчої діяльності, осмислення функцій досліджуваного предмета на основі «вживання» в образ винаходу, якому приписуються особисті почуття, емоції, здібності бачити, чути, міркувати і т. ін.

Приклад використання метода емпатії дано в табл. 14.2 [2].

Таблиця 14.2 – Правила застосування методу емпатії

Для керівника	Для студентів
Пам'ятайте, що в основі методу емпатії лежить принцип особистої аналогії, тобто приписування об'єкту дослідження особистісних людських властивостей і якостей	
Розповісти учням, що значить «увійти в образ», «вжитися в образ»	Приставаючи до розв'язання творчої задачі, подумки уявіть себе на місці досліджуваного об'єкта або процесу (етап входження в «образ»)
Поясніть учням, як думкою привласнити об'єкту дослідження здатності почувати, слухати, бачити, міркувати, тобто мати людські властивості та якості	Спробуйте подумки додати досліджуваному об'єкту, процесу (або його окремим частинам) здатності почувати, слухати, бачити, міркувати, тобто мати людські властивості і якості
Проілюструйте учням на конкретних прикладах, як ви особисто застосовуєте метод емпатії (наприклад, щоб сконструювати новий варіант шестірні потрібно себе подумки представити шестірнею)	Після входження в «образ» міркуйте як би від «особи об'єкта» або якогось компонента задачі, поки не виникне продуктивна ідея її розв'язання

При застосуванні методу емпатії людина немовби зливається з об'єктом дослідження, а це вимагає величезної фантазії, уяви; виникаючі фантастичні образи й уявлення приводять до зняття

бар'єрів «здорового глузду» і відшукування оригінальних ідей.

Фантастична аналогія пов'язана з бажанням, щоб відбулося те, чого хочеться.

Міркування над фантастичними, нереальними або надприродними процесами стимулює виникнення нових ідей.

Перевагами методу емпатії є величезні, воістину невичерпні можливості для розвитку фантазії, уяви й одержання оригінальних рішень творчих задач.

Символічна аналогія використовує метафори й порівняння, ототожнюючи характеристики одного предмета з характеристиками іншого.

Приклад використання символічної аналогії, взятої з книги Г.Я. Буша, наведено в табл. 14.3.

Таблиця 14.3 – Правила методу символічної аналогії

Поняття	Символічна аналогія
Храповий механізм	Надійна безперервність
Ядро атома	Енергетична безперервність
Мішень	Фокальне прагнення
Розчин	Виважена плутанина

Методом символічної аналогії частіше користуються журналісти й літератори для яскравого й лаконічного відображення суперечливої сутності описуваних явищ або персонажів.

Критичний добір і оцінку ідей розв'язання творчої задачі краще здійснювати в кілька етапів.

На першому етапі робиться короткий аналіз кожної висунутої ідеї, на другому ці ідеї доцільно згрупувати, критично проаналізувати й відібрати найбільш оригінальні.

До переваг методу синектики відноситься практично усе, що властиве евристичним методам, на базі яких його розроблено.

До його недоліків і обмежень варто віднести таке.

Метод синектики не дозволяє розв'язувати занадто спеціальні творчі задачі, а дає можливість відшукати переважно найбільш оригінальні ідеї рішення.

Після застосування методу більш 30-40 хвилин продуктивність генерування нових ідей поступово падає, студенти багато відволікаються й навіть розважаються.

Цей метод не сприймається всерйоз. До того ж метод

синектики вимагає багато часу. Але найголовніше те, що цей метод найчастіше дозволяє лише одержати ідею рішення задачі.

Як показали дослідження, висування ідей і наступна їх селекція багато в чому залежать від педагога, його майстерності, такту, спритності, його уміння стимулювати творчу уяву студентів.

Він має опанувати мистецтво ставити питання, давати підказки, уточнення, роз'яснення, вставляти репліки, які б спонукували, розгальмовували фантазію, уяву учнів, то звужуючи, то розширюючи поле пошуку розв'язання творчої задачі.

Педагогу необхідно дотримуватися деяких правил, наприклад тих, що наведено в табл. 14.4 [2].

Таблиця 14.4 – Правила застосування методу синектики

Для керівника	Для студентів
Пам'ятайте, що метод синектики – це складний евристичний метод, що базується на методі «мозкового штурму», застосуванні різного виду аналогій (словесної, образної, особистої, тобто емпатії), інверсії, вільних асоціацій і ін. Тому методу синектики властиві всі правила зазначених методів	
Необхідно враховувати, що серед навчальних груп, що застосовують цей метод, кращих результатів домагаються групи від 5 до 15 осіб, члени яких мають різні рівні здібностей, професійних інтересів і роботи	Максимально використовуйте ваш особистий досвід, професійні знання й вміння
Спонукуйте учнів до багаторазового переформулювання проблеми	Передчасне, поспішне, чітке формулювання задач-проблем скоує пошук ідей розв'язання або дає тривіальні рішення
Не давайте учням заспокоїтися з появою першої вдалої ідеї, шукайте кращу, оригінальнішу	У процесі висування ідей використовуйте різні види аналогій (конкретну й образну, семантичну, особисту, тобто емпатію), частіше застосовуйте метафори, інверсію, елементи ігор, міркуйте вголос
Спонукуючи учнів до генерування ідей, частіше використовуйте такі питання: Ну й що? Як ви собі це уявляєте? А що тут нового? А коли зробити навпаки? А якщо підсилити (послабити) цей ефект?	Аналізуйте досліджуваний об'єкт із найнесподіваніших точок зору: наукових і життєвих, зовнішніх і внутрішніх

Контрольні питання й завдання для самостійної роботи

1. У чому полягає метод «букета проблем»?
2. Завершіть твердження: Ґрунтуючись на вихідному формулюванні проблеми, розглядають кілька інших проблем, формуючи тим самим групу, яка містить у собі низку підгруп, утворених за допомогою
3. Яка головна перевага методу «букета проблем» серед інших евристичних методів?
4. Які етапи вирішення проблеми методом «букета проблем»?
5. На прикладі використання методу «букета проблем» вирішіть проблему: визначити оптимальний маршрутний шлях для засобів автомобільного транспорту під час перевезення пасажирів з Салтівського масиву «Північний 5» до «ХНАДУ».
6. Завершіть твердження: Метод інверсій являє собою один з евристичних методів навчально-творчої діяльності, орієнтований на пошук ідей вирішення творчих задач ...
7. На якій закономірності і відповідно принципах базується метод інверсій?
7. У чому перевага методу інверсій?
9. Наведіть недоліки й обмеження методу інверсій.
10. Назвіть правила застосування методу інверсій.
11. Хто вважається творцем синектики?
12. У чому полягає мета застосування методу синектики?
13. У чому подібність і відмінність методу синектики від методу «мозкового штурму»?
14. Чи вірне твердження: Синектична група складається з ретельно підготовлених фахівців різних професій, які володіють спеціальними методами психофізіологічної активізації творчого процесу?
15. Чому, на думку У. Гордона, результати рішення проблеми методом синектики раціональні, а сам процес пошуку рішення багато в чому ірраціональний?
16. Чому в умовах застосування методу синектики варто уникати передчасного чіткого формулювання проблеми (творчої задачі)?
17. Чому при застосуванні методу синектики обговорення доцільно починати не з самої задачі (проблеми), а з аналізу деяких

загальних ознак, що як би вводять у ситуацію постановки проблеми, неодноразово уточнюючи її зміст?

18. Чому при застосуванні методу синектики не слід зупинятися при висуванні ідеї, якщо навіть здається, що вже знайдено оригінальну ідею і задачу вже розв'язано?

19. Завершіть думку: Якщо творча задача не вирішується, то при застосуванні методу синектики доцільно ...

20. Шляхом застосування яких видів аналогій синектори навчаються пошуку нових ідей?

21. В якому разі синекторами використовується пряма аналогія у винахідницькій і інженерній практиці?

22. Яка характерна особливість роботи синекторів?

23. Як називається особистісна аналогія?

24. Чи вірне твердження: Емпатія – збагнення емоційного стану іншої людини у формі співпереживання?

25. Назвіть правила застосування методу емпатії.

26. Що можна віднести до недоліків і обмежень методу синектики?

27. Назвіть правила застосування методу синектики.

ПЛАН-КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЇ 15

ПЛАН

15. Оцінка результатів науково-технічної творчості та їх правова охорона

15.1. Об'єкти науково-технічної творчості.

15.2. Критерії оцінки рівня розв'язання науково-технічних задач

15.3. Винахід. Право на одержання патенту й основні вимоги до оформлення заявки.

15.4. Корисна модель. Патентоспроможність, умови надання правової охорони й основні вимоги до оформлення заявки.....

Контрольні питання й завдання для самостійної роботи

15.1 Об'єкти науково-технічної творчості

Кожен різновид діяльності людини, у тому числі творча й винахідницька діяльність, зумовлено його прагненням задовольнити ті або інші матеріальні та духовні потреби.

До їх числа, насамперед, належать потреби, пов'язані з поліпшенням якості життя людини: створення нових і більш якісних виробів, товарів і продуктів харчування, одягу й взуття, більш комфортних і безпечних умов праці, поліпшення екології навколишнього середовища і т.п.

Сюди ж варто віднести потреби людини у збереженні або відновленні здоров'я, вдосконаленні освіти, розвитку мистецтв і ремесел, поліпшенні комунікаційних зв'язків між людьми (транспорт, зв'язок, радіо, телебачення) і т.п.

Велику роль у мотивації та ініціюванні творчої й винахідницької діяльності відіграють потреби людини у використанні своїх здібностей і таланту, аби робити щось корисне для інших людей і суспільства, тим самим відчуючи повноцінність і зміст свого життя.

Іншими словами, об'єктами науково-технічної творчої й

винахідницької діяльності людини можуть бути які-небудь технічні пристрої, від найпростіших до найскладніших, у будь-яких областях техніки, медицини, зв'язку, транспорту, сільського господарства, космосу, спорту, комунального й домашнього господарства та інших незліченних сфер прикладення людського розуму.

Види й форми наукового викладу матеріалів дослідження описано в дисципліні «Технологія наукових досліджень».

Будь-який результат розумової творчої праці є інтелектуальною власністю.

Інтелектуальна власність підрозділяється на чотири групи:

промислова власність, куди входять нематеріальні об'єкти технічної творчості, пов'язані з технікою й виробництвом, охоронювана на основі патентного права;

здобутки науки й мистецтва, охоронювані на основі авторського права;

типологія інтегральних мікросхем;

«ноу-хау».

Оскільки книгу присвячено методології, способам і засобам створення промислової власності, у даному розділі будуть розглядатися тільки питання захисту об'єктів промислової власності.

Проте, для читачів також цікавим буде ознайомлення з іншими групами інтелектуальної власності.

Об'єктами авторського права є художня й наукова література, музичні й хореографічні твори, кіно- й відеофільми, твори живопису та скульптури, архітектури й ін.

До цієї групи об'єктів авторського права належать також програми для ЕОМ, курсові й дипломні проекти студентів, творчі проекти й конкурсні роботи учнів.

Для захисту прав автора на кожному екземплярі його твору міститься знак охорони авторського права, що складається з трьох елементів: латинської букви «С» усередині кружка – ©, імені автора або найменування власника прав, року першого видання.

Комп'ютерні програми й типологія інтегральних мікросхем реєструються в Українській агенції з правової охорони програм для ЕОМ, баз даних й типологій інтегральних мікросхем, яке видає на них відповідні посвідчення.

Під «ноу-хау» (англ. know how – «знати, як зробити», «вміти») розуміють службову й комерційну таємницю.

«Ноу-хау» – це сукупність різних знань наукового, технічного, виробничого, адміністративного, фінансового або іншого характеру, досвіду, практично застосовуваних у діяльності підприємства або професійної діяльності, але які ще не стали загальним надбанням.

Об'єктами «ноу-хау» можуть бути економічні відомості; досвід ведення комерційних операцій; знання кон'юнктури ринку; управлінські структури, методи й схеми управління виробництвом; незахищені як об'єкти промислової власності технічні об'єкти, або незахищені об'єкти авторського права.

Промислова власність – це нематеріальні об'єкти технічної творчості. До складу цієї групи об'єктів включено:

- винаходи;
- корисні моделі;
- промислові зразки;
- товарні знаки;
- найменування місць походження об'єкта.

До об'єктів патентного права належать тільки три перші види об'єктів: винаходи, корисні моделі й промислові зразки.

Патентним правом називають сукупність норм, що визначають та регулюють немайнові й майнові відносини, які виникають у зв'язку зі створенням і використанням об'єктів промислової власності.

Норми патентного права встановлено «Патентним законом України».

Об'єктами винаходів можуть бути: пристрої; способи; речовини; штами мікроорганізмів, культури клітин, рослин і тварин.

Визначити, до якого виду відноситься той або інший об'єкт, можна шляхом аналізу його істотних ознак і їх зіставлення з типовими ознаками видів об'єктів винаходів.

Істотним вважається така ознака, що визначає зміст структури й склад об'єкта.

Для того щоб визначити, чи є суттєвою та чи інша ознака, її умовно виключають з об'єкта.

Якщо при цьому об'єкт стає непрацездатним або різко погіршується його ефективність, це означає, що розглянута ознака є суттєвою.

Пристрої характеризуються такими типовими ознаками:

- наявністю вузлів, деталей, елементів;
- взаємозв'язком вузлів, деталей і елементів;

формою й взаємним розташуванням деталей, вузлів і елементів;

розмірами, масою й іншими параметрами вузлів, деталей, елементів;

матеріалами, із яких їх виконано.

Способи – це процеси виконання визначених дій над матеріальними об'єктами з використанням інших матеріальних об'єктів.

Способи характеризуються такими типовими ознаками:

наявністю дій;

послідовністю дій;

умовами й режимами виконання дій;

матеріалами й пристосуваннями, застосовуваними при виконанні дій.

Оскільки при реалізації способів усі дії виконуються людьми (операторами), то у формулюваннях ознак способу дії мають виражатися дієсловами у дійсному (теперішньому) стані дійсного способу, причому у 3-й особі множини (наприклад: свердлять, ріжуть, збирають і т. п.).

Типовими ознаками речовини є:

склад і кількісні співвідношення компонентів;

форма компонентів, їх структура й розміри;

фізичний стан речовини або її окремих компонентів.

Оскільки речовина характеризується ознаками як продукт, готовий до вживання, то у формулюваннях його ознак варто вживати дієслівні форми, що показують цей стан речовини (наприклад, містить, складається, введений і т. п.).

Автором винаходу визнається людина (за юридичною термінологією – фізична особа), творчою працею якої його було створено.

Якщо ж об'єкт промислової власності створювався спільно декількома особами, то всі вони вважаються рівноправними авторами.

У цьому випадку порядок користування правами авторів визначається угодою між ними.

Право на винахід і промисловий зразок засвідчується патентом, а на корисну модель і товарний знак – посвідченням.

Ці офіційні охоронні документи видаються патентною установою. Патент – це документ, що засвідчує:

право авторства;
 пріоритет, установлюваний з дати одержання патентною установою авторської заявки;
 виключне право автора на використання винаходу або промислового зразка.

15.2 Критерії оцінки рівня розв'язання науково-технічних задач

При розв'язанні винахідницьких задач використовуються в основному евристичні методи пошуку нових ідей і найкращих конструкторсько-технологічних рішень.

Вищими результатами науково-технічної творчості є відкриття, винаходи й корисні моделі.

Кількість відкриттів і винаходів та їх економічний ефект – найбільш важливі критерії наукового прогресу, основна форма розвитку й створення нової техніки й технології.

Відкриття складають основу науково-технічної революції. Вони визначають сутність принципово нових напрямків розвитку науки й техніки і здійснюють революційний вплив на суспільне матеріальне виробництво.

Технічні рішення чисто наукових задач, вирішення задач у будь-якій технічній галузі й інших сферах суспільної діяльності, спрямовані на задоволення суспільних потреб, відносять до винаходів.

Винахідництво – це творчий процес, що приводить до нового рішення задачі в будь-якій галузі техніки, культури, охорони здоров'я, оборони, і позитивний ефект який воно дає.

Винахід у широкому розумінні слова – це нове технічне рішення задачі, що підвищує існуючий рівень техніки.

Винахідницька задача – це така, що містить технічне протиріччя, нерозв'язне відомими технічними засобами й знаннями, причому умови задачі виключають компромісне рішення.

Якщо технічне протиріччя переборене, то винахідницьку задачу вирішено.

Технічність, новизна, істотні відмінності, позитивний ефект як критерій захистоспроможності винаходів мають відношення не до задачі, а до її розв'язання, хоча аналогічні ознаки задачі можуть

побічно впливати на ознаки рішення.

Досягнення, що може бути визначено винаходом, називається захистоспроможним за рядом критеріїв: задача, розв'язка, технічний характер рішення, новизна, істотні відмінності, позитивний ефект.

Заявка на винахід. Винахід необхідно виявляти вчасно й правильно.

На будь-який винахід оформляється заявка.

Джерелом виявлення винаходів є використання науково-дослідних або дослідницько-конструкторських робіт, вивчення існуючого стану техніки, розробка технічного завдання, рукопису статей і книг.

Об'єктами винаходів є пристрої, способи, речовини, штами мікроорганізмів, культури клітин, рослин і тварин, застосування відомих по-новому.

Об'єктом науково-технічної творчості найчастіше є пристрої й способи, рідше – речовини.

Наявність задачі у визначенні винаходу передбачає позитивний ефект.

Задача – це поставлена мета, а позитивний ефект – можливість досягнення мети в результаті використання винаходу.

Відповідно до критерію «наявність задачі» всі пропозиції розподіляються на три категорії:

пропозиції, що містять суспільно важливі задачі, розв'язання яких припускає позитивний ефект;

пропозиції, що не містять суспільно важливих задач. Вирішення їх не може бути ефективним. Їх не може бути визнано винаходом;

пропозиції, що містять антигромадські задачі, вирішення яких дає негативний результат.

Розв'язання задачі повинно мати не пізнавальний, а утилітарний характер, має бути пов'язаним із задоволенням практичних потреб.

У зв'язку з цим наукові положення, у тому числі відкриття, не визнаються як винахід.

Нездійснені, помилкові пропозиції також не визнаються винаходом.

Розв'язання задачі – одне з найважливіших властивостей, що суб'єктивному відношенні є результатом творчої діяльності людини.

Творчість не входить у число нормативних критеріїв

винаходу, тому що вона утримується в критеріях «рішення» і «новизна» і є їх результатом.

Досягнення позитивного ефекту є головною ознакою вирішення задачі.

Задача вважається вирішеною, коли рішення відповідає трьом умовам:

- пропозиція має вимоги на технічні засоби вирішення;
- рішення розкриває принципово важливі моменти;
- рішення реалізоване, тобто є придатним для використання.

Відомі різні випадки відсутності розв'язання задачі в заявці на винахід.

У загальному випадку їх розділяють на чотири групи:

- постановка задачі (без її розв'язання);
- помилковість розв'язки;
- неповнота фактичної розв'язки;
- нерозкритість рішення в описі або формулі винаходу.

До помилкових рішень, насамперед, належать недієздатні (нездійсненні) пропозиції.

Іноді нездійсненність розв'язання в пропозиції не є настільки очевидною і вимагає детальної перевірки.

Рішення, що поліпшує одні якості роботи, але погіршує інші, не може бути визнане винаходом.

Новизна. Винахід має бути новим. Цей критерій свідчить про наявність творчості.

У винахідницькому праві новизна передбачає лише урахування її наявності або відсутності, без оцінки ступеня творчості.

При експертизі заявки на винахід рішення визнають новим, якщо до дати надходження заявки сутність цього або подібного рішення не було розкрито в Україні або за її межами для визначеного кола осіб настільки, що стало можливим його здійснення.

Пріоритет винаходу встановлюється на день надходження заявки в Держкомітет.

Причому під рівнем існуючої техніки розуміють сукупність будь-яких технічних відомостей, які стали загальнодоступними у світі на момент подачі заявки.

Винахідницький рівень технічного рішення має місце, якщо складові його нових ознак явно не впливають з рівня існуючої світової техніки.

Винаходом визнається не будь-яке, а тільки технічне рішення, що характеризується важливим самостійним критерієм захищеності.

Технічною вважається відмінність, що має механічну, фізичну, хімічну, біологічну й кібернетичну природу.

Промислова застосовність технічного рішення вважається доведеною, якщо воно може бути здійснене або використане в промисловості, на транспорті, у медицині, сільському господарстві й інших областях життєдіяльності людини, по-перше, за допомогою відомих у техніці засобів і, по-друге, забезпечує той або інший технічний ефект.

Позитивний ефект винаходу – це новий, більш високий результат, що суспільство одержить при використанні винаходу у порівнянні з результатом, одержуваним від об'єкта-прототипу або інших порівнюваних рішень.

Відсутність більш високих результатів при будь-яких умовах є ознакою відсутності позитивного ефекту. Але до винаходів належать рішення, які не можуть бути використані негайно в запланованих умовах або позитивний ефект яких можливий у перспективі при досягненні відсутніх зараз умов.

Позитивний ефект може представляти як безпосередній, так і опосередкований результат рішення.

Істотні відмінності залежать від розвитку техніки.

Технічні рішення, які мають новизну й промислову корисність, але не мають винахідницького рівня, згідно з «Патентним законом України» підлягають правовій охороні як корисні моделі.

Корисні моделі (їх іноді називають «малими винаходами») – це, в основному, конструктивні пристрої з області механіки, засобів виробництва й предметів споживання.

Автор нового технічного рішення за своїм розсудом може зареєструвати створений ним об'єкт (що відповідає всім вимогам усіх трьох критеріїв ідентифікації винаходів) як винахід або ж як корисну модель.

Відмінність винаходу від корисної моделі в основному є правовою, однак процедура видачі посвідчення на корисну модель небагато простіша й швидша, ніж на видачу патенту на винахід.

Багатьох авторів приваблює й те, що за реєстрацію корисної моделі стягується більш низьке мито, ніж за одержання патенту.

Формула винаходу – це складена за встановленими правилами

коротка словесна характеристика, що відбиває технічну сутність винаходу ознаками об'єкта винаходу (машини, вузла, деталі, операції, параметра режиму і т. ін.).

Формула винаходу на використання характеризує використання відомих пристроїв, засобів і речовин за новим призначенням. Вона виражає технічну сутність трьох типів винаходів:

щодо об'єктів, один із яких призначено для одержання, здійснення або використання іншого об'єкта;

варіантні рішення, що містять формули винаходу, які неможливо охопити одним пунктом;

які відносяться до цілого об'єкта та його частин.

Опис винаходу має цільове призначення й одночасно інформаційний і правовий характер. Опис має відповідати таким вимогам:

цілком розкривати технічну сутність винаходу в обсязі, достатньому для подальшої розробки й використання;

давати точне і ясне уявлення про новизну;

давати істотні відзначні й позитивні ефекти технічного рішення;

мати відмінні риси внеску від упровадження винаходу в дану галузь народного господарства.

Опис винаходу здійснюється у вигляді окремих абзаців без заголовків у такій структурі:

- 1) назва винаходу й рубрика МПК;
- 2) галузь техніки, до якої відноситься винахід, і переважна галузь її використання;
- 3) характеристика аналогів винаходу;
- 4) характеристика прототипів;
- 5) критика прототипу;
- 6) сутність винаходу;
- 7) перелік фігур, графічних зображень (за необхідності);
- 8) приклади конкретного виконання винаходу;
- 9) техніко-економічна або інша ефективність;
- 10) формула винаходу.

15.3 Винахід. Право на одержання патенту й основні вимоги до оформлення заявки

Винахід – це результат творчої діяльності людини в будь-якій галузі технології.

Право на винахід охороняється державою і засвідчується патентом.

Патент на винахід – це юридично-технічний документ, який засвідчує: право власності на винахід; пріоритет винаходу; авторство творця винаходу й виключне право власника патенту на використання об'єкта, що охороняється.

Патент України на винахід діє тільки на території України.

Строк дії патенту на винахід становить 20 років від дати подання заявки до Державного патентного відомства України (далі – Відомства) за умови сплати збору за підтримання його чинності.

Об'єктом винаходу може бути будь-яке рішення задачі, яка заявляється як винахід:

продукт (пристрій, речовина, штам мікроорганізму, культура клітин рослин і тварин);

спосіб. Пристрій – машини, механізми, прилади, деталі, вузли або сукупність взаємопов'язаних деталей і вузлів.

Штам – спадково однорідні культури мікроорганізмів, що продукують корисні речовини або використовуються безпосередньо.

Спосіб – процес виконання дій над матеріальним об'єктом (об'єктами) за допомогою матеріальних об'єктів.

Законом визначено, які результати діяльності людини не визнаються винаходами. До них належать:

відкриття, наукові теорії та математичні методи;

методи організації та управління господарством;

плани, умовні позначення, розклади, правила;

методи виконання розумових операцій;

програми для обчислювальних машин;

результати художнього конструювання;

топографії інтегральних мікросхем;

орти рослин і породи тварин тощо.

Патентоспроможність – це властивість, якої набуває об'єкт господарської діяльності (продукт або спосіб) у разі відповідності умовам надання правової охорони винаходу згідно із Законом.

Закон визначає три основні вимоги, яким має відповідати патентоспроможний винахід:

- бути новим;
- мати винахідницький рівень;
- бути промислово придатним.

Винахід визнається новим, якщо він не є частиною рівня техніки, який включає всі відомості, що стали загальнодоступними у світі до дати подання заявки до Відомства або до дати її пріоритету, якщо заявник скористається правом на пріоритет попередньої заявки на такий самий винахід.

Законом установлюється принцип світової новизни.

Під «загальнодоступними» необхідно розуміти відомості, розповсюдження яких не обмежено, наприклад, грифом «секретно» тощо. Необхідно мати на увазі, що новизну можуть порочити всі заявки, що подані до Відомства за умови більш раннього пріоритету, незважаючи на те, що ці документи не може бути віднесено до категорії загальнодоступних.

Винахід має винахідницький рівень, якщо для фахівця він не впливає з рівня техніки, тобто не виявлено рішення, які мають ознаки, що збігаються з відрізняючими ознаками заявленого винаходу, або якщо такі рішення виявлено, але не підтверджено відомість впливу відрізняючих ознак заявленого винаходу на технічний результат, вказаний заявником у заявці.

Будь-який винахід можна охарактеризувати деякою сукупністю суттєвих ознак, кожна з яких необхідна, а всі разом є достатніми для досягнення технічного результату, який забезпечує винахід.

Промислова придатність – це можливість використання винаходу в промисловості, сільському господарстві або в інших сферах людської діяльності.

Основне значення вимоги «промислова придатність» полягає в можливості реалізації рішення, що заявляється, у вигляді конкретного матеріального засобу виробництва.

Право на одержання патенту. Заявку на видачу патенту може подати винахідник або його спадкоємець, роботодавець або правонаступник винахідника чи роботодавця (далі – заявник).

За дорученням заявника заявку може подати представник у справах інтелектуальної власності (далі – патентний повірений) або інша довірена особа.

Винахідником визнається фізична особа, творчою працею якої створено винахід.

Закон чітко відокремлює винахідника від інших осіб, які надавали йому лише технічну, організаційну, матеріальну та юридичну допомогу або допомогу у проведенні дослідницької роботи та виготовленні технічної документації.

Якщо у створенні винаходу брали участь декілька фізичних осіб, всі вони визнаються винахідниками, а порядок користування правами, що їм належать, визначається угодою між ними.

Право авторства є особистим немайновим правом і належить винахіднику. Воно є невідчужуваним: не передається іншим особам та охороняється: безстроково, не переходить до правонаступника на відміну від майнових прав, засвідчених патентом.

Юридична особа не може визначатися як автор.

Під «службовим винаходом» розуміється винахід, створений за дорученням роботодавця або у зв'язку з виконанням винахідником службових обов'язків.

Якщо заявку на винахід подано роботодавцем, йому належить право на одержання патенту за умови, що трудовим договором (контрактом) між винахідником та роботодавцем не передбачено інше.

Роботодавець може скористатись правом на подання заявки лише протягом чотирьох місяців від дати одержання письмового повідомлення від винахідника про створений винахід.

Якщо роботодавець не подає заявку до Відомства у визначений Законом строк, право на одержання патенту переходить до винахідника.

Договір, який укладається між винахідником та роботодавцем, може бути типовим (однаковим, наприклад, для всього інженерного складу) або індивідуальним – для окремих винахідників, які мають високий творчий потенціал.

Основні вимоги до оформлення заявки на винахід.

Заявка на винахід – це сукупність документів, необхідних для видачі патента.

Заявка повинна стосуватися одного або групи винаходів, що пов'язані єдиним винахідницьким задумом (вимога єдності винаходу).

Заявка має містити:

заяву про видачу патенту на винахід;

опис винаходу;
 формулу винаходу;
 креслення або інші матеріали, якщо вони потрібні для розуміння сутності винаходу;
 реферат, який є скороченим викладом змісту опису винаходу.

Усі зазначені вище матеріали готуються та подаються у трьох примірниках. Заява подається за встановленою формою.

У заяві слід указати повне ім'я або найменування (для юридичної особи) заявника (заявників) та його (їх) адресу, а також навести дані про винахідника (винахідників).

Правила опису й оформлення винаходу наведено в роботі [1-6].

15.4 Корисна модель. Патентоспроможність, умови надання правової охорони й основні вимоги до оформлення заявки

Корисна модель – це результат творчої діяльності людини в будь-якій галузі технології.

Право на корисну модель охороняється державою й засвідчується патентом.

Усі питання, пов'язані з одержанням та використанням права власності на корисні моделі в Україні, регулюються Законом України «Про охорону прав на винаходи і корисні моделі» від 15 грудня 1993 р. № 3687–ХІІ (далі – Закон).

Патент на корисну модель – це охоронний документ, що видається від імені держави уповноваженим на це державним органом.

Патент засвідчує: право власності на корисну модель; пріоритет корисної моделі; авторство творця корисної моделі; виключне право власника патенту на використання об'єкта, що охороняється.

Строк дії патенту України на корисну модель становить п'ять років від дати подання заявки до Державного патентного відомства України (далі – Відомство) за умови сплати збору на підтримання його чинності й може бути продовженим за клопотанням власника патенту, але не більше як на три роки.

Дія патенту України на корисну модель поширюється тільки на території України.

Для одержання патенту України на корисну модель (якщо є на це право) необхідно подати заявку до Науково-дослідного центру патентної експертизи (далі – НДЦПЕ), який є експертним органом Відомства, оформлену відповідно до Правил складання та подання заявки на видачу патенту України на винахід (корисну модель) від 27 грудня 1994 р. № 318/528 (далі – Правила).

Умови надання правової охорони корисної моделі.

Правова охорона надається корисній моделі, яка не суперечить суспільним інтересам, принципам гуманності й моралі та відповідає умовам патентоспроможності.

Корисну модель називають «малим винаходом», тобто це – винахід, який є новим, але має невисокий творчий рівень.

Об'єктом корисної моделі може бути конструктивне виконання пристрою.

Охорона корисних моделей ставить за мету прискорення та здешевлення механізму захисту конструктивних розробок у порівнянні з винаходами.

Простіший механізм захисту обумовлений достатньо швидким оновленням споживчого ринку в умовах конкуренції.

Як корисна модель згідно із Законом не охороняються рішення, що належать до способів, речовин, штамів мікроорганізмів, культур клітин рослини й тварини.

Крім того, корисними моделями не визнаються проекти та схеми планування споруд, територій; пропозиції стосовно зовнішнього вигляду виробу, що направлені на задоволення естетичних потреб, а також інші об'єкти, які взагалі не підпадають під поняття «конструктивне виконання пристрою».

Патентоспроможність корисної моделі.

Для визнання рішення корисною моделлю воно має бути новим та промислово придатним.

Корисна модель, як і винахід, є технічним вирішенням задачі.

Правова охорона надається не на будь-яке технічне рішення, а лише на те, яке стосується пристроїв, а саме: конструктивного виконання засобів виробництва та предметів споживання.

До корисної моделі не ставляться вимоги щодо винахідницького рівня, але це не означає, що корисною моделлю може бути будь-яке визнане очевидним для фахівця вирішення задачі.

Корисна модель має бути результатом самостійної

винахідницької творчості.

Корисна модель визнається новою, якщо вона не є частиною рівня техніки, який включає всі відомості, що є загальнодоступними у світі до дати подання заявки до Відомства або до дати її пріоритету, якщо заявник скористається правом на пріоритет попередньої заявки на таку саму корисну модель.

Законом установлюється принцип світової новизни.

Під «загальнодоступними» необхідно розуміти відомості, розповсюдження яких не обмежено, наприклад, грифом «секретно» тощо.

Необхідно мати на увазі, що новизну можуть порочити всі заявки, що подані до Відомства за умови більш раннього пріоритету, незважаючи на те, що ці документи не може бути віднесено до категорії загальнодоступних.

Корисна модель визнається новою, якщо сукупність її суттєвих ознак невідома з рівня техніки.

До суттєвих відносять всі ознаки, які впливають на очікуваний результат.

Розкриття сутності корисної моделі у загальнодоступному джерелі інформації винахідником, заявником або особою, що одержала від них відповідну інформацію прямо або опосередковано протягом 12 місяців до дати подання заявки до Відомства (до дати пріоритету), не впливає на визнання корисної моделі новою.

Довести цей факт у разі виникнення спору має сам заявник.

Промислова придатність – це можливість використання корисної моделі в промисловості, сільському господарстві або інших сферах людської діяльності.

Основне значення вимоги «промислова придатність» полягає в можливості реалізації рішення, що заявляється, у вигляді конкретного матеріального засобу виробництва або предмета споживання.

Право на одержання патента на корисну модель.

Заявку на видачу патента на корисну модель може подати винахідник або його спадкоємець, роботодавець або правонаступник винахідника чи роботодавця (далі – заявник).

За дорученням зазначених осіб заявку може бути подано через представника у справах інтелектуальної власності (далі – патентний повірений) або іншу довірену особу.

Іноземці та інші особи, що проживають чи мають постійне

місце проживання поза межами України, у відносинах із Відомством реалізують свої права через патентних повірених.

Винахідником визнається фізична особа, творчою працею якої створено корисну модель.

Закон чітко відокремлює винахідника від інших осіб, які надавали йому лише технічну, організаційну, матеріальну та юридичну допомогу або допомогу у проведенні дослідницької роботи та виготовленні технічної документації.

Якщо у створенні корисної моделі брали участь декілька фізичних осіб, всі вони визнаються винахідниками, а порядок користування правами, що їм належать, визначається угодою між ними.

Право авторства належить винахіднику і є його особистим немайновим правом. Воно є невідчужуваним: не передається іншим особам та охороняється безстроково, не переходить до правонаступника на відміну від майнових прав, засвідчених патентом.

Авторство юридичних осіб не визнається.

Право роботодавця. Якщо корисну модель створено за дорученням роботодавця або у зв'язку з виконанням винахідником службових обов'язків і заявка подано роботодавцем, йому належить право на одержання патенту за умови, що договором між винахідником та роботодавцем не передбачено інше.

Роботодавець може скористатись правом на подання заявки лише протягом чотирьох місяців від дати одержання письмового повідомлення від винахідника про створення корисної моделі.

Якщо роботодавець не подав заявку до Відомства у визначений Законом строк, право на одержання патента переходить до винахідника.

Договір, який укладається між винахідником та роботодавцем, може бути типовим (однаковим, наприклад, для всього інженерного складу) або індивідуальним (для окремих винахідників, що мають високий творчий потенціал).

Основні вимоги до оформлення заявки на корисну модель.

Заявка на корисну модель – це сукупність документів, необхідних для видачі патента.

Заявка має стосуватися однієї корисної моделі (вимога єдності корисної моделі).

Заявка повинна містити:

заяву про видачу патенту України на корисну модель за встановленою формою;

опис корисної моделі;

формулу корисної моделі;

креслення або інші матеріали, якщо вони потрібні для розуміння сутності корисної моделі;

реферат, який є скороченим викладом змісту опису корисної моделі.

Усі зазначені вище матеріали готуються та подаються у трьох примірниках.

Заява подається за встановленою формою.

У заяві необхідно вказати повне ім'я або найменування (для юридичної особи) заявника (заявників) та його (їх) адресу, а також навести дані про винахідника (винахідників).

Заява підписується заявником та проставляється дата підпису.

Якщо заявник – юридична особа, заява підписується керівником (або уповноваженою на це особою) із зазначенням його посади, прізвища, ініціалів, а підпис завіряється печаткою.

Якщо заявник доручив ведення справ за заявкою патентному повіреному або іншій довірній особі, остання може ставити свій підпис замість заявника, а до заяви додається видана заявником довіреність.

Опис корисної моделі має викладатись настільки чітко й повно з усіма технічними деталями та підтверджувати обсяг правової охорони, визначений формулою корисної моделі, щоб фахівець у відповідній галузі міг її здійснити.

Контрольні питання й завдання для самостійної роботи

1. Які є об'єкти науково-технічної творчості?
2. Які є критерії оцінки рівня розв'язання науково-технічних задач?
3. Що являє собою відкриття?
4. Якими ознаками характеризується винахід?
5. Дайте визначення поняття «позитивний ефект винаходу».
6. У яких випадках винахідницька задача вважається вирішеною?
7. Наведіть послідовність опису винаходу. Яким вимогам має

відповідати опис?

8. Які існують права на одержання патенту та які основні вимоги до оформлення заявки на винахід?

9. Чим відрізняється винахід від корисної моделі?

10. Що таке патентоспроможність корисної моделі?

11. Які існують права на одержання патенту на корисну модель?

12. Які є основні вимоги до оформлення заявки на корисну модель?

13. Які є основні функції знаку для товарів і послуг?

14. Які є умови надання правової охорони знаку?

15. У чому полягає сутність знаків для товарів і послуг та їх правова охорона?

ПЛАН-КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЇ 16

Моделювання в науковій і технічній творчості.

ПЛАН

- 16.1. Поняття про модель і моделювання. Види моделей і вимоги до їх побудови.....
 - 16.2. Побудова концептуальної моделі.....
 - 16.3. Схема побудови математичної моделі.....
 - 16.4. Абстрактне моделювання
 - 16.5. Структурні моделі процесів.....
 - 16.6. Фізичне моделювання.....
 - 16.7. Імітаційне моделювання.....
- Контрольні питання й завдання для самостійної роботи

16.1 Поняття про модель і моделювання. Види моделей і вимоги до їх побудови

Для того щоб найбільш повно зрозуміти той або інший процес, необхідно провести досить велику кількість спостережень і вимірів, що дозволяють сформулювати деяку базу даних.

На наступному етапі необхідно виділити головне і лише потім провести наукові дослідження деяких процесів або явищ, використовуючи сформульовану й систематизовану на першому етапі інформацію.

Систематизація даних дозволяє «згустити їх» у таке абстрактне поняття, як «модель».

Під моделлю розуміють штучний об'єкт (систему) будь-якої фізичної природи, що відображає основні властивості досліджуваного об'єкта – оригіналу.

У процесі пізнання людина завжди, більш-менш явно й свідомо, будує моделі ситуацій навколишнього світу і керує своїм поведінням відповідно до висновків, отриманих нею при вивченні моделі.

Модель – це зображення в зручній формі численної інформації

про досліджуваний об'єкт.

Вона знаходиться у визначеній відповідності з досліджуваним об'єктом, може замінити його при дослідженні і дозволяє одержати інформацію про вивчений об'єкт.

Модель – фізична, абстрактна, логічна, математико-аналітична, імітаційна, експериментальна, математико-машинна із залученням електронних моделей і ЕОМ, таблична, векторна, графічна або в іншій формі – завжди в тому або іншому відношенні простіша, доступніша за оригінал.

Вивчення моделі як більш доступного об'єкта дає нові знання про оригінал.

Вона має дозволяти проводити експеримент не на натурному об'єкті (моделі), не на реальній фізичній моделі досліджуваного об'єкта, а за його описом.

Модель повинна відбивати лише деякі риси й властивості об'єкта-оригіналу, істотні для одержання відповідей на питання, які зацікавляють дослідника.

З того самого оригіналу може бути зроблено безліч моделей, що відбивають ті або інші якості оригіналу.

Модель дозволяє вивчити властивості об'єкта-оригіналу (процесу, явища), коли вивчення природи неможливе, незручне, дороге, небезпечне, довгострокове і т. ін.

При побудові моделі об'єкт і його властивості подумки узагальнюються й спрощуються.

Модель виконують оптимальною за складністю виходячи з мети дослідження.

Усі моделі можна класифікувати за двома ознаками:

- 1) способом побудови;
- 2) якісною специфікою процесу чи об'єкта, що моделюють.

Залежно від способу побудови моделі поділяють на два класи: матеріальні (реальні, речовинні) та ідеальні (уявні, умоглядні, гадані).

Реальні (натурні, аналогові) моделі є об'єктами, які існують реально і створюються із реальних матеріалів.

Такі моделі припускають, як правило, дійсне відтворення досліджуваного об'єкта і можуть бути геометрично подібні йому (наприклад, зменшені копії), фізично подібні (відтворюються фізичні процеси, які вивчаються, їх кінетика та динаміка, різного виду зв'язки) чи математично подібні (наприклад, аналогові моделі,

побудовані на основі електромагнітних та електроакустичних аналогій).

Наприклад, при проектуванні нового автомобіля створюється його макет, який має ті ж аеродинамічні властивості; при плануванні забудови архітектори виготовляють макет, що відбиває просторове розташування її елементів.

У зв'язку з цим натурне моделювання називають також макетуванням.

Матеріальні моделі нерозривно пов'язані з ідеальними, тому що людина, перш ніж побудувати модель з яких-небудь матеріалів, подумки уявляє собі майбутню матеріальну модель.

Ідеальні (знакові) моделі – це абстрактні описи того чи іншого об'єкта або явища реального світу, які дозволяють аналізувати його властивості.

Переваги ідеальних моделей полягають у тому, що вони дозволяють порівняно простими та недорогими засобами аналізувати поведінку технічних і екологічних систем та передбачати характер їх змін при внесенні в систему тих чи інших змін.

Ідеальні (знакові) моделі мають більше можливостей, ніж реальні, тому що майже не пов'язані технічними обмеженнями їх створення.

У знакових моделях властивість наочності відсутня, тому що поняття «знак» виключає подібність між ним і предметом чи явищем, що він позначає.

У силу знаковості така модель за своєю фізичною природою не має вже нічого спільного з характером елементів об'єктів, що моделюються.

Ідеальні моделі залишаються уявними навіть тоді, коли їх втілено в якій-небудь матеріальній формі, у вигляді рисунка, креслення, схеми чи просто системи знаків (математичних формул).

Усі перетворення в них, усі переходи в інший стан здійснюються подумки, тобто у свідомості людини.

Без уявних перетворень рисунки, креслення та інше позбавляються смислу.

Знакові моделі поділяють на концептуальні й математичні.

Математична модель – сукупність математичних співвідношень, які пов'язують вихідні характеристики стану

фізичного об'єкта зі вхідною інформацією, початковими даними, обмеженнями, які накладаються на функціонування об'єкта.

Математична модель знаходиться у певній відповідності до фізичного об'єкта і здатна замінити його з тією метою, щоб вивчення та дослідження моделі давало нову інформацію про поведінку об'єкта (механізм протікання процесів, динаміку, поведінку об'єкта як в минулому, так і в майбутньому тощо).

Математичні моделі може бути класифіковано за низкою ознак, відповідно до яких і обирається математичний апарат, покликаний служити мовою опису властивостей, структури і поводження оригіналу.

Розрізняють апріорні й апостеріорні моделі.

Перші виводяться на основі теоретичних міркувань, а другі – на основі емпіричних даних.

Вибір математичного апарату залежить також від складу фактичної інформації.

Описи функціонування екосистем звичайно характеризуються нерівномірністю вивченості окремих процесів. Часто не відомий не лише математичний вид залежностей між окремими компонентами, але й взагалі відсутні будь-які кількісні характеристики процесів.

Аналітичне моделювання припускає використання математичної моделі реального об'єкта у формі алгебраїчних, диференціальних, інтегральних і інших рівнянь, які пов'язують вихідні змінні зі вхідними і доповнені системою обмежень.

При цьому передбачається наявність однозначної обчислювальної процедури отримання точного розв'язку рівнянь.

Іконічні моделі конструюються у свідомості людини з образів якихось реальних явищ чи об'єктів (рідини, газу, пари, потоки та ін.).

У змішаних моделях іконічна модель доповнюється рисунком, кресленням, схемою, графіком. Це додає іконічній моделі властивість наочності.

За якісною специфікою процесу чи об'єкта, що моделюється, розрізняють такі види моделей: динамічні й статичні; безперервні й дискретні; детерміновані, квазидетерміновані та імовірнісні; цілісні й часткові; концептуальні; структурні; функціональні; субстанціональні; процедурні та ін. (див. рис. 16.1).

Мірою ефективності проведення операції слугує показник ефективності.

У загальному випадку він відбиває результат проведення

операції, що, у свою чергу, є функцією трьох факторів:

корисного ефекту операції (q),

витрат ресурсів на проведення операції (c)

витрат часу на її проведення (t).

Значення величин q, c й t залежать від стратегії проведення операції (i).

У формальному вигляді вищезазначене можна записати так [1-6]

$$Y_{\text{оп}} = Y\{q(i), c(i), t(i)\}. \quad (16.1)$$

Очевидно, що дійсну користь від моделювання може бути отримано тільки за дотримання двох умов:

модель забезпечує коректне (адекватне) відображення властивостей оригіналу, істотних з погляду досліджуваної операції;

модель дозволяє усунути перераховані вище проблеми, що існують при проведенні вимірювань на реальних об'єктах.

Відзначимо, що, як і реальні системи, їх моделі можуть класифікуватись за типом системи, що моделюється, мовою опису функціонування системи (логічні, інформаційні), областю досліджень системи (економічні, психологічні, фізіологічні та ін.), призначенням (дескриптивні, нормативні).

Дескриптивні моделі призначено для пояснення факторів, що спостерігаються, чи прогнозу поведінки об'єкта. Вони відповідають на питання «як це відбувається, як буде розвиватись?».

Нормативні – призначені для визначення найкращого чи припустимого з погляду дослідника стану об'єкта. Вони відповідають на запитання «як має бути?».

Моделювання – це дослідження об'єктів пізнання на їх моделях, це процес побудови, вивчення й використання моделей реально існуючих предметів, процесів, явищ і конструйованих об'єктів.

Модель у широкому розумінні – це образ якого-небудь об'єкта, що є оригіналом. Вона відтворює найбільш характерні ознаки досліджуваного об'єкта, вибір яких визначається конкретною метою дослідження й обмежений рамками поставленої задачі.

Зрозуміло, що модель має бути адекватна (ізоморфна, аналогічна) оригіналу.

Моделювання – одна з основних категорій теорії пізнання.

На ідеї моделювання, власне кажучи, базується будь-який метод наукових досліджень – як теоретичний, так і експериментальний (з використанням предметних моделей).

Моделювання в конкретних науках здійснюється з метою з'ясування властивостей якогось об'єкта, процесу або явища-оригіналу за допомогою іншого (аналогічного, ізоморфного, адекватного) об'єкта-моделі, між якими існують і вірогідно встановлені визначені кількісні співвідношення.

Моделювання спирається на строгу теоретичну базу, яка включає теорії аналогії й подоби.

Моделі, побудовані на базі аналогій, називають «моделями-аналогами».

У випадку застосування теорії подоби отримані моделі називають «моделями-подобами».

Теорія подоби базується на трьох теоремах.

Теорема 1. Два фізичних явища подібні, якщо вони описуються однією й тією ж системою диференційних рівнянь і мають подібні (граничні) умови однозначності, та їх визначальні критерії подоби чисельно рівні.

Теорема 2. Якщо фізичні процеси подібні, то критерії подоби цих процесів рівні між собою.

Теорема 3. Рівняння, які описують фізичні процеси, може бути виражено диференційним зв'язком між критеріями подоби.

Приклад 1. У самому загальному вигляді подоба умов кочення коліс дорогою й на стенді з біговими барабанами може характеризуватися на основі принципу подоби пружних систем.

При цьому коефіцієнт подоби K_{Π} визначається виразом

$$K_{\Pi} = \frac{P}{E \cdot F^2},$$

де P – діюче навантаження;

E – модуль пружності;

F – лінійний розмір (площа контакту).

При ідентифікації величини модуля E подоба буде відзначатися співвідношенням тобто питомим навантаженням

$$p_{\Pi} = \frac{P}{F^2}.$$

Приклад 2. Емпіричною порівняльною оцінкою встановлено, що втрати на кочення на стенді зі співвідношенням (k_k) радіусом барабана (r_b) до радіуса колеса (r_k) подібні втратам на кочення у дорожніх умовах

$$k_k = \frac{r_b}{r_k} = 0,6 - 1,0.$$

Критерії подоби будь-якого явища можуть перетворюватись у критерії іншої форми за допомогою операцій множення чи ділення раніше знайдених критеріїв один на одного.

Усі різновиди зв'язків подоби й моделювання може бути класифіковано як: повне, неповне, наближене моделювання.

Усі види моделювання можуть бути або детермінованими, що відображують процес з однозначно визначеними причинами та їх наслідками, або стохастичними, що відображують імовірнісні події.

Моделювання будь-якого виду може проводитись як у реальному, так і у зміненому часі.

Просторово подібні моделі створюються у вигляді макетів.

Фізично подібні моделі будуються для вивчення динаміки процесів, тотожності законам їх руху.

При фізичному моделюванні фізика явищ в об'єкті й моделі і їх математичні залежності однакові.

При математичному моделюванні фізика явищ може бути різною, а математичні залежності однаковими.

Математичне моделювання здобуває математичну цінність, коли виникає необхідність вивчити особливо складні процеси.

Математично подібні моделі не вимагають виконання математичної й геометричної подібності, головною є аналогія.

Фізичні моделі дозволяють наочно зображати процеси, що протікають у природі.

За допомогою фізичних моделей можна вивчати вплив окремих параметрів на фізичні процеси.

Математичні моделі дозволяють кількісно досліджувати явища, що важко піддаються вивченню на фізичних моделях.

Натурні моделі являють собою масштабно змінювані об'єкти, що дозволяють найбільш повно досліджувати процеси, що протікають у натурних дослідженнях.

Стандартних рекомендацій з вибору й побудови моделей не

існує. Модель повинна відображати істотні явища й процеси.

Дрібні фактори, зайва деталізація, другорядні явища лише ускладнюють модель, утруднюють теоретичні дослідження, роблять їх громіздкими, нецілеспрямованими.

Тому модель має бути оптимальною за своєю складністю, бажано наочною, але головне – досить адекватною.

Для побудови найкращої моделі необхідно мати глибокі й всебічні знання не тільки за темою, суміжними науками, але і добре знати практичні аспекти досліджуваної задачі.

Вивчити й проаналізувати об'єкт найбільш повно можна лише за умови, що його модель подана описом фізичної сутності і має математичний вид.

Математичні моделі можуть являти собою аналітичні залежності або графіки, диференціальні рівняння, що описують рух систем, таблиці або графіки переходів систем з одних станів в інші і т. д.

Аналогове моделювання ґрунтується на ізоморфізмі явищ, які мають різну фізичну природу, але описуваних однаковими математичними рівняннями.

Аналогові моделі подібні з оригіналом тільки за деякими функціональними властивостями.

За допомогою цих моделей можна статично й динамічно відтворити властивості технічних систем. Наприклад, за допомогою електронних обчислювальних машин моделюють динамічні процеси в системах різноманітної фізичної природи, які описуються тими ж диференціальними рівняннями, що й процеси в ЕОМ.

Іншим прикладом може служити вивчення гідродинамічного процесу за допомогою дослідження електричного поля.

Обидва ці явища описуються диференціальним рівнянням Лапласа в частинних похідних, розв'язання якого звичайними методами можливе тільки для окремих випадків.

У той же час експериментальні дослідження електричного поля набагато простіше відповідних досліджень у гідродинаміці.

Іконічні моделі відтворюють оригінал у дво- або тривимірному вимірі, за необхідністю в зменшеному або збільшеному масштабі, наприклад креслення, об'ємні моделі машин і верстатів, фотографії. При цьому зовнішня подібність між моделлю й оригіналом велика.

16.2 Побудова концептуальної моделі

Концептуальна (змістовна) модель – абстрактна модель, яка визначає структуру модельованої системи, властивості її елементів і причинно наслідкові зв'язки, властиві системі й істотні для досягнення мети моделювання.

Фактично це – формалізований опис досліджуваної системи, який складається з тексту, блок-схеми, таблиць, графіків й іншого ілюстративного матеріалу.

Побудова концептуальної моделі містить такі етапи [10 – 13]:
визначення типу системи;
опис робочого навантаження;
декомпозиція системи.

На першому етапі здійснюється збирання фактичних даних (на основі роботи з літературою й технічною документацією, проведення натурних експериментів, збирання експертної інформації і т. д.), а також висування гіпотез щодо значень параметрів і змінних, для яких відсутня можливість отримання фактичних даних.

Якщо отримані результати відповідають принципам інформаційної достатності й здійсненності, вони можуть бути основою для віднесення модельованої системи до одного з відомих типів (класів).

16.3 Схеми побудови математичної моделі

Математична модель – кінцевий продукт процесу абстракції, формалізації досліджуваного явища; це система співвідношень: формул, функцій, рівнянь, систем рівнянь, які описують ті чи інші сторони досліджуваного об'єкта, явища, процесу.

Математичні моделі дозволяють кількісно досліджувати процеси або явища, що важко піддаються вивченню за допомогою фізичних моделей.

При побудові моделі властивості і сам об'єкт звичайно спрощують, узагальнюють, що дозволяє досліджувати його з відключенням несуттєвих зв'язків, реалізовувати ті умови, які недосяжні на практиці.

Чим ближча модель до оригіналу, тим вдаліше вона

описується, тим ефективніше теоретичне дослідження і тим ближче отримані результати до прийнятої гіпотези дослідження й прогнозування стану об'єкта.

Математично подібні моделі не вимагають виконання умов фізичної й геометричної подоби.

Тут відносини між моделлю і реальним об'єктом зводяться до аналогії. Ця аналогія може бути структурною чи функціональною (ізоморфізм чи ізофункціоналізм), що знаходить відображення у наявності однакового математичного формалізму.

До цих моделей відносять всілякі аналогові моделі (наприклад, електричні моделі механічних, теплових, акустичних явищ та ін.), структурні, цифрові й кібернетичні функціональні моделі.

Першою стадією розробки математичної моделі є побудова зміцненого, схематизованого образу, «образної» моделі.

Такими моделями-образами є, наприклад, у механіці образи матеріальної точки, абсолютно твердого тіла; в астрономії – планетна система як система матеріальних точок; у фізиці – планетарна модель атома і т. п.

Вдала схематизація об'єкта визначає значною мірою успіх дослідження й побудови теорії явища.

Так, зображення сонячної системи у вигляді системи матеріальних точок, що мають визначену масу, якій властива сила тяжіння, дозволило з високою точністю розраховувати рух планет.

Наступна стадія – математизація моделі-образа, встановлення необхідної сукупності параметрів і характеристик, визначених зв'язків між ними.

Тут, звичайно, використовуються деякі фундаментальні закони природи, інші встановлені раніше закономірності, що обмежують можливі значення параметрів об'єкта.

У результаті проведеної математизації й утвориться те, що прийнято називати математичною моделлю.

З формальною моделлю можна виконувати різні перетворення й експерименти (спрощувати структуру моделі, застосовувати схеми заміщення і т. д.).

Математичні моделі, чисельні методи й ЕОМ дали можливість проектувати складні технічні системи й одержувати характеристики, близькі до розрахункових.

Математична модель повинна бути за можливістю простою у

поводженні і зрозумілою для тих, хто її використовує, представницькою у всьому діапазоні застосування, досить адекватною, щоб із необхідною точністю відображати досліджуваний об'єкт, а також орієнтованою на обчислювальні можливості, що є в розпорядженні дослідника.

Встановлення загальних характеристик системи дозволяє обрати математичний апарат, на базі якого будують математичну модель.

Як видно з даної схеми, вибір математичного апарата не є однозначним і жорстким. Так, для детермінованих об'єктів може використовуватись апарат лінійної й нелінійної алгебри, теорії диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії автоматичного регулювання.

Адекватним математичним апаратом для моделювання імовірнісних об'єктів є теорія детермінованих і випадкових автоматів з детермінованими й випадковими середовищами, теорія випадкових процесів, теорія марківських процесів, евристичне програмування, методи теорії інформації, методи теорії управління та оптимізації.

Застосування математичної моделі в дослідженнях часто іменують «обчислювальним експериментом».

16.4 Абстрактне моделювання

Абстрактне моделювання ґрунтується на аналітичному описі досліджуваного процесу або явища, мовою деякої наукової теорії, найчастіше математичною.

Основні етапи цього виду моделювання такі:

1) побудова описової (інформаційної) моделі процесу, тобто можливо більш чіткий і однозначний опис того, що відбувається й чому, за яких умов можливий досліджуваний процес;

2) визначення логіко-математичної моделі, тобто переклад інформаційної моделі на математичну мову;

3) дослідження функціонування моделі.

На першому етапі дається чіткий і однозначний словесний опис її інформаційної моделі: що відбувається, чому так відбувається і за яких умов можливий досліджуваний процес.

На цьому етапі досліджень вимагаються глибокі знання

предмету вивчення.

На другому, не менш важливому, етапі словесні описи (найчастіше розмиті, розпливчасті) переводяться на відповідну математичну мову. Таким чином, на другому етапі інформаційна модель процесу перетворюється в логіко-математичну модель, що представляється у вигляді відповідних правил і математичних формул.

Третій етап моделювання – це дослідження функціонування моделі: її структури й параметрів, властивостей і їх подібності до властивостей процесу-оригіналу. Цей етап набагато простіше двох попередніх (творчих) етапів, особливо якщо в дослідника під рукою мають електронні обчислювальні засоби.

Проілюструємо сказане на прикладі моделювання системи автоматичного управління.

Кожен елемент системи має цілком визначену фізичну природу. Однак, виходячи з поведження елементів у динамічних режимах, можна за допомогою ізолюючої абстракції виділити основні ознаки кожного з елементів, які не залежать від особливостей конструкції, джерел енергії й т. п. Ці ознаки можуть виражатися через константи, швидкості й прискорення.

Описавши поведження кожного елемента системи алгебраїчним або диференціальним рівнянням разом із деякими обмежуючими умовами, одержимо систему рівнянь, яка являє собою абстрактну модель.

Ця модель ізоморфна з конкретним класом реальних систем, які, на перший погляд, не мають між собою нічого спільного.

Як приклад можна взяти процес зміни в часі струму $I(t)$ в електричній котушці, що має індуктивність L і активний опір R , при її підключенні на затискачі електричного генератора з напругою $U(t)$.

Для описаної інформаційної моделі процесу відповідно до закону Кірхгофа може бути складене диференціальне рівняння, що і є його математичною моделлю

$$U(t) = R \cdot I(t) + L \cdot \frac{dI(t)}{dt}. \quad (16.2)$$

Потім за допомогою цієї моделі можна аналітично або на комп'ютері розрахувати перехідний процес зміни струму в котушці

(він буде наростати за експонентою) і визначити постійну часу, що характеризує інерційність розглянутого електричного ланцюга

$$T = \frac{L}{R}. \quad (16.3)$$

Будь-яка математична формула в механіці, фізиці, хімії є математичною моделлю будь-якого процесу або явища.

Так, якщо V – постійна швидкість, скажімо, автомобіля, t – час руху, то формула

$$S = v \cdot t \quad (16.4)$$

є математичною моделлю процесу наростання пройденого автомобілем шляху (S).

Аналітичне моделювання.

Аналіз різноманітних фізичних і економічних моделей багатьох досліджуваних процесів проводять за допомогою математичних методів, що можуть бути розділені на такі основні групи:

аналітичні методи дослідження (елементарна математика, диференціальні й інтегральні рівняння, варіаційне вирахування та інші розділи вищої математики), що використовують для вивчення безперервних детермінованих процесів;

методи математичного аналізу з використанням експерименту (метод аналізу, теорія подібності, метод розмірностей) та ін.

За допомогою аналітичних методів визначають математичну залежність між параметрами моделі.

Ці методи дозволяють глибоко та всебічно вивчати процеси, встановлювати точні кількісні зв'язки між аргументами й функціями, аналізувати досліджувані явища.

Аналітичні залежності дозволяють на основі функціонального аналізу рівнянь вивчати процеси в загальному вигляді, що є математичною моделлю визначеного класу конкретних процесів.

Аналітичну модель може бути, наприклад, побудовано у фізичній області. Вона являє собою абстрактну систему, що складається з точкової маси (m), яка спирається на безінерційну лінійну пружину (k) і зв'язану з зв'язкісним демпфером (c).

Масу встановлено таким чином, що вона може переміщатися тільки в одному напрямку (x), тобто система має один ступінь свободи.

Математичну модель у часовій області може бути отримано шляхом застосування другого закону Ньютона до аналітичної моделі.

Порівнюючи внутрішні (інерції, загасання й пружності) і зовнішні сили, ми одержимо математичну модель

$$m \cdot \ddot{x}(t) + c \cdot \dot{x}(t) + kx(t) = f(t). \quad (16.5)$$

Цю модель представлено у вигляді диференціального рівняння другого порядку.

Математичну модель можна задати за допомогою функціонального співвідношення, у вигляді системи алгебраїчних, диференціальних або інтегральних рівнянь. Такі моделі звичайно містять велику кількість інформації.

Характерною рисою математичних моделей є те, що їх може бути перетворено за допомогою математичного апарата.

Так, наприклад, функціональні залежності можна спрощувати, використовуючи алгебраїчні перетворення; диференціальні або інтегральні рівняння можна вирішити.

У результаті дослідник одержує нову інформацію про функціональні залежності й властивості моделей.

При виборі методу аналітичного дослідження керуються принципом відповідності зовнішньої й внутрішньої правдоподібності.

Цей принцип аналогічний відомому правилу наближених обчислень: ступінь точності обчислень має відповідати ступеню точності вихідних даних.

Вибір методу дослідження математичної моделі тим ефективніший, чим чіткіше поставлено мету і є більше даних про кінцеве вирішення задачі.

Розрахункову динамічну еквівалентну модель автомобіля, що рухається по нерівній дорозі, показано у вигляді диференціальних рівнянь руху автомобіля.

Відлік сил і переміщень здійснюється від «статичного рівня».

Сили, спрямовані вниз, приймаємо за додатні, а вгору – за від'ємні.

Тоді можна записати систему диференціальних рівнянь в такому вигляді

$$M \cdot \ddot{z} + c \cdot \dot{z} + k \cdot z - c \cdot \dot{x} - k \cdot x = 0. \quad (16.6)$$

$$m \cdot \ddot{x} - c \cdot \dot{z} - k \cdot z + c \cdot \dot{x} - k_1 \cdot x + c_1 \cdot \dot{x} = k_1 \cdot q + c_1 \cdot \dot{q}. \quad (16.7)$$

Позначивши, як $\frac{k}{M} = w_0^2$, $\frac{k}{m} = w_1^2$, $\frac{k_1}{m} = w_2^2$, $\frac{c}{M} = h_0$, $\frac{c}{m} = h_1$, $\frac{c_1}{m} = h_2$, $w_k^2 = w_1^2 + w_2^2$, одержимо диференціальні рівняння руху кузова і коліс автомобіля

$$\ddot{z} + h_0 \cdot \dot{z} + w_0^2 \cdot z - h_0 \cdot \dot{x} - w_0^2 \cdot x = 0. \quad (16.8)$$

$$\begin{aligned} \ddot{x} - h_1 \cdot \dot{x} - h_1 \cdot \dot{z} + h_2 \cdot \dot{x} - \\ - w_0^2 \cdot x - w_1^2 \cdot z + w_2^2 \cdot x = \\ = w_2^2 \cdot q + h_2 \cdot \dot{q}. \end{aligned} \quad (16.9)$$

Останні рівняння дозволяють визначити переміщення й прискорення кузова й коліс та їх відносні переміщення при переїзді через нерівність вигляду $q = f(t)$ із різною швидкістю.

Використання математичних моделей є одним з основних методів сучасного наукового дослідження.

Але цей підхід також має важливі недоліки. Для того, щоб з усього класу рішень знайти конкретне, властиве лише даному процесу, необхідно задати умови однозначності.

Встановлення граничних умов вимагає проведення достовірного модельного експерименту і ретельного аналізу експериментальних даних.

Неправильне визначення граничних умов призводить до того, що проводиться теоретичний аналіз не того процесу, що його було заплановано, а вже зміненого.

Крім зазначених недоліків аналітичних методів, у багатьох випадках не завжди можливо або взагалі неможливо, або надзвичайно важко відшукати остаточне аналітичне вираження з урахуванням умов однозначності, що найбільш точно відображають реальну фізичну сутність досліджуваного процесу.

Іноді, досліджуючи складний фізичний процес із добре обґрунтованими граничними умовами, спрощують вихідні

диференціальні рівняння через неможливість або надмірну громіздкість їх рішення, що спотворює фізичну сутність процесу.

Таким чином, дуже часто реалізувати аналітичні підходи досить складно.

Аналітичні й експериментальні методи мають свої переваги й недоліки, що часто ускладнюють ефективне вирішення практичних задач.

Результати будь-якого експерименту відбивають індивідуальні особливості тільки досліджуваного процесу.

Їх не може бути поширено на інший процес, навіть близький за фізичною суттю. Тому надзвичайно плідним є поєднання позитивних сторін як аналітичних, так і експериментальних методів дослідження.

Явища, процеси вивчаються не ізольовано один від одного, а комплексно. Різноманітні об'єкти з їх специфічними характеристиками поєднують у групи, що характеризуються єдиними законами. Це дозволяє поширити результати аналізу одного явища на інші, або навіть на цілий клас аналогічних явищ.

При такому принципі проведення досліджень зменшується кількість параметрів, вони замінюються узагальненими критеріями.

Внаслідок цього спрощується шукане математичне співвідношення між параметрами.

На такому принципі засновано методи поєднання аналітичних засобів дослідження з експериментальними методами аналогії, розмірностей, що є різновидом методів моделювання.

Абстрактну математичну систему може бути представлено графом (деревом цілей), який складається із двох множин: вершин і ребер, а також відображення множин вершин у множині ребер (рис. 16.1).

Математична теорія графів є досить зручним засобом для опису структур складних технічних систем.

Графи використовуються в теорії надійності й діагностуванні для розробки математичних моделей переходів окремих елементів і систем в цілому із працездатного у непрацездатний стан і створення системи рівнянь, яка описує ці переходи.

Математичний апарат теорії графів дозволяє виконувати чисельний аналіз надійності системи.

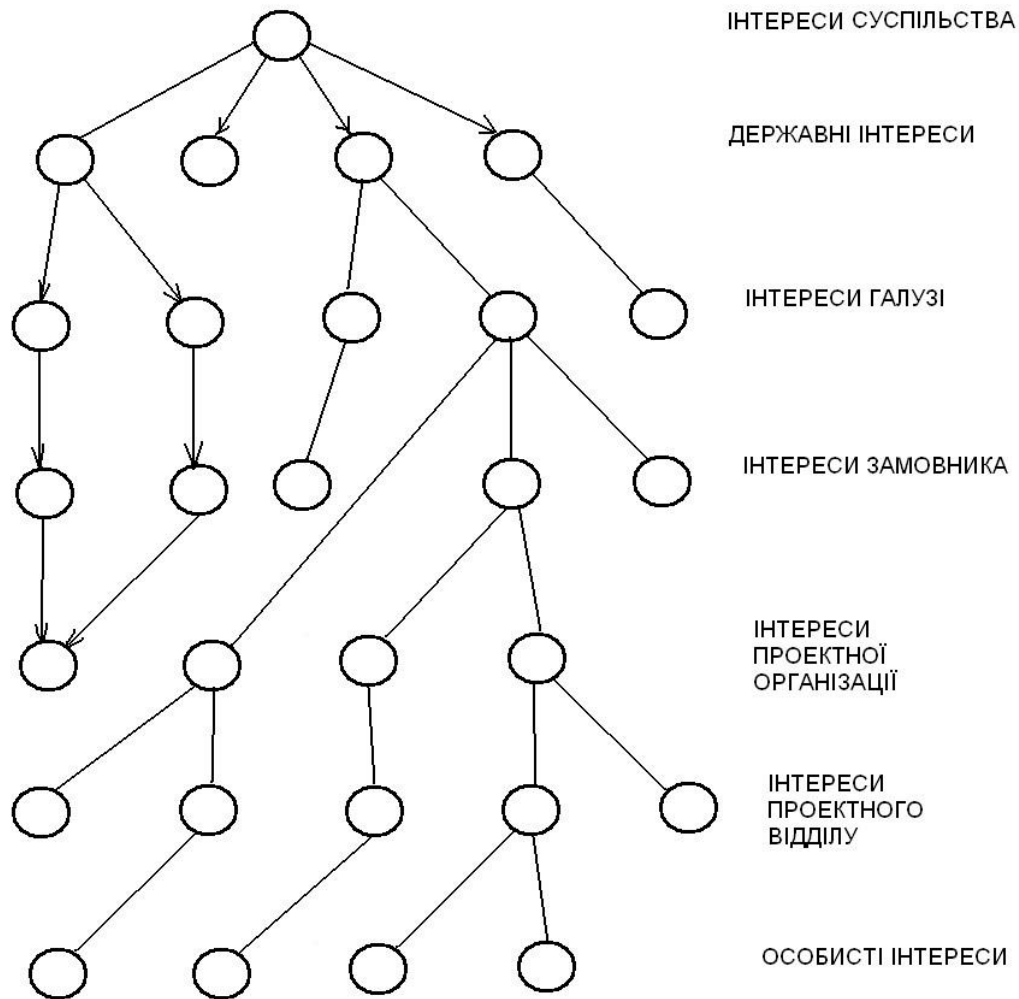


Рисунок 16.1 – Граф цілей

Контрольні питання й завдання для самостійної роботи

1. Що являє собою модель?
2. Які бувають моделі?
3. Які сторони досліджуваного об'єкта повинна відбивати модель?
4. На чому базується моделювання об'єктів пізнання?
5. Що розуміється під абстрактним моделюванням?
6. Які основні етапи абстрактного моделювання?
7. Наведіть просту аналітичну й математичну моделі.
8. Наведіть схему побудови математичної моделі.
9. Опишіть математичний апарат, на базі якого будують математичну модель.
10. Які недоліки аналітичних і експериментальних моделей?

11. Наведіть структурні моделі процесів.
12. У чому полягає фізичне моделювання?
13. Наведіть аналітичну та математичну моделі на основі принципу подоби пружних систем: умовам кочення коліс по дорозі та на стенді з біговими барабанами.
14. Встановити коефіцієнт подоби, якщо емпіричною порівняльною оцінкою встановлено, що втрати на кочення на стенді радіусом барабана r_b до радіуса колеса r_k подібні втратам на кочення у дорожніх умовах.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи наукової творчості: навч. посібник / С.М. Продашук, А.Л. Кравець, Г.Є. Богомазова та ін. Харків: УкрДУЗТ, 2021. 142с.Режим доступу: [http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/7440/1/Навчальний посібник](http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/7440/1/Навчальний_посібник)
2. Основи наукових досліджень та інженерної творчості // Навчальний посібник для студентів напрямів роботи 144 «Теплоенергетика». К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. 270 с. Режим доступу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/19836/1Основи_наукових_досл_іджень_та_інженерної_творчості%28Енергетика%29.pdf
3. Методика та організація наукових досліджень : Навч. посіб. / С. Е. Важинський, Т. І. Щербак. Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016. 260 с. Режим доступу: <https://pedagogy.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/03/vajinskii-posibnyk.pdf>
4. Scientific method - Definition from the Merriam-Webster Online Dictionary. merriam-webster.com. (англійською). Архів оригіналу.
5. Discorsi e dimonstrazioni mathematiche intorno à due nuove scienze attenenti alla meccanica ed movimenti locali. Трактат «Бесіди і математичні обґрунтування двох нових наук, що стосуються механіки і законів падіння»: англ. переклад.
6. Chakravartty, Anjan. Scientific Realism // The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Summer 2011 Edition), Edward N. Zalta (ed.). 2011.
7. Roberts, Mike (9 січня 2022). Why the Bastardization of the Scientific Method Is so Dangerous / Mike Roberts. fee.org (англ.).
8. Крушельницька О. В. Методологія та організація наукових досліджень: Навчальний посібник. К.: Кондор, 2013. 192 с.
9. Петрук В.Г., Володарський Є.Т., Мокін В.Б. Основи науково-дослідної роботи: навч. Посіб. Під ред В.Г. Петрука. Вінниця: Універсум, 2005. 144с.

10. Статистична обробка результатів експериментальних вимірювань: методичні рекомендації / В. П. Ржепецький. Кривий Ріг: Криворізький державний педагогічний університет, 2011.

11. Методи обробки експериментальних даних з використанням MS Excel: Навчальний посібник / А.А. Горват, О.О. Молнар, В.В. Мінкович. Ужгород: Видавництво УжНУ “Говерла”, 2019.

13. Офіційний сайт Харківського національного автомобільно-дорожнього університету [Електронний ресурс]. Режим доступу до курсу «Теорія та методи наукової творчості (ЗА)»: <https://dl2022.khadi.kharkov.ua/course/view.php?id=645>