

М.С. ЯНЦУР, О.А. ГЕРАСИМЕНКО



ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ І МОДЕЛЮВАННЯ



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
РІВНЕНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

М.С. ЯНЦУР, О.А. ГЕРАСИМЕНКО

ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ І МОДЕЛЮВАННЯ

**Навчальний посібник
Курс лекцій
Для студентів спеціальності
«Середня освіта. Трудове навчання та технології»**

Рівне – 2019

УДК: 378.016.331 (075.8)
Я. 65

Друкується за рішенням Вченої Ради Рівненського державного гуманітарного університету (протокол № 7 від 29. 08. 2019 р.).

М.С. ЯНЦУР, О.А. ГЕРАСИМЕНКО. Основи проектування і моделювання: навчальний посібник: курс лекцій: для студентів спеціальності «Середня освіта. Трудове навчання та технології». Рівне: РВВ РДГУ, 2019. 204 с., з іл.

Автор: М.С. Янцур, кандидат педагогічних наук, професор, завідувач кафедри технологічної освіти РДГУ;
О.А. Герасименко, кандидат історичних наук, доцент кафедри технологічної освіти РДГУ.

Рецензенти: М.М. Козяр, доктор педагогічних наук, професор (Національний університет водного господарства та природокористування);
В.М. Руденко, доктор педагогічних наук, професор (Рівненський державний гуманітарний університет).

Посібник написано відповідно програми навчальної дисципліни «Основи проектування і моделювання» для спеціальності «Середня освіта. Трудове навчання та технології» і охоплює всі її теми. В ньому наведено курс лекцій та літературу згідну змісту цієї дисципліни. Призначений для студентів спеціальності «Середня освіта. Трудове навчання та технології» з метою надання їм теоретико-практичної допомоги при підготовці та проведенні занять з трудового навчання та технологій в закладах загальної середньої освіти.

Навчальний посібник схвалено і рекомендовано до друку кафедрою технологічної освіти РДГУ (протокол № 7 від 04. 06. 2019 р.)

ISBN 966-7281-10-12

© Янцур М.С.,
Герасименко О.А. 2019

ВСТУП

Відповідно Державного стандарту базової і повної середньої освіти, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 листопада 2011 р. №1392, головною метою освітньої галузі «Технологія» є формування і розвиток проектно-технологічної та інформаційно-комунікаційної компетентностей для реалізації творчого потенціалу учнів та їх соціалізації у суспільстві. Освітня галузь «Технологія» складається з інформаційно-комунікаційного та технологічного компонентів. Основною умовою реалізації технологічного компонента є технологічна й інформаційна діяльність, що провадиться від появи творчого задуму до реалізації його в готовому продукті.

Реалізація технологічного компонента в учнів повинна сформувати такі компетентності за відповідними напрямками: проектування – учні повинні провадити дослідно-пошукову діяльність у процесі проектування, визначати завдання проекту відповідно обраної проблеми, застосовувати інформаційно-комунікаційні технології під час проектування, розуміти й виконувати елементи художнього конструювання за графічним зображенням або власним задумом, обирати та застосовувати методи художнього і технічного проектування, читати й розуміти графічні зображення, необхідні для виконання завдань проекту, визначати та здійснювати відбір необхідних для реалізації проекту інструментів і матеріалів, презентувати й оцінювати результати продуктивної творчої діяльності за визначеними критеріями;

Провідною тут виступає проектна технологія як особистісно зорієнтована модель навчально-виховного процесу, яка спрямована на взаємодію і плідний розвиток особистості вчителя та його учнів на основі рівності в проектно-технологічній діяльності і ґрунтується на розвитку пізнавальних навичок учнів, унікальності та самобутності кожного школяра, його творчого мислення, пізнавальної самостійності, наполегливості, творчості, спрямованості на кінцевий результат, вміння самостійно конструювати свої знання й орієнтуватися в інформаційному просторі, що дозволяє кожному учневі будувати власну освітню траєкторію. Сутність проектно-технології полягає у функціонуванні цілісної системи дидактичних засобів (змісту, форм, методів, прийомів тощо), що адаптує навчально-виховний процес до структурних і організаційних вимог навчального проектування.

Проектно-технологічна діяльність є обґрунтованою і спланованою діяльністю, яка передбачає розробку конструкції, технології виготовлення і реалізацію об'єкта проектування та спрямована на формування в учнів певної системи творчо-інтелектуальних і предметно-перетворювальних знань та вмінь. Виконуючи творчі проекти від ідеї до її втілення, учні вчать самостійно приймати рішення, з'ясовувати свої проблеми щодо знань і вмінь та знаходити шляхи, аби виправити такий стан речей. Результатом цієї діяльності стає створений проект (суспільно-корисний продукт чи послуга), який розглядається як самостійно розроблений і виготовлений учнем об'єкт технологічної діяльності, від ідеї до втілення, володіє суб'єктивною чи об'єктивною новизною і має особистісну чи соціальну значимість; як наслідок, на кожному етапі

створення виробу творча активна діяльність школярів вимагає від них використання набутих знань, вмінь і навичок та особистісних якостей. Використання методу проектів у профільному навчанні дозволяє максимально наблизити його до реальних потреб життя, сприяє формуванню в учнів необхідних компетентностей та їх професійному самовизначенню.

Метою викладання навчальної дисципліни «Основи проектування і моделювання» є теоретико-емпірична підготовка майбутніх вчителів трудового навчання та технологій до організації і проведення навчання на основі проектно-технологічної діяльності та розвитку творчих технічних здібностей учнів закладів загальної середньої освіти в процесі їх технологічної освіти.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни є:

- 1) розкриття теоретико-методологічних основ проектування і моделювання як цілеспрямованої творчої діяльності;
- 2) визначення суті проектування і моделювання, їх структури, класифікації та методів;
- 3) розкриття суті та основних понять інформаційного забезпечення проектування і моделювання та основ теорії створення моделей технічних об'єктів;
- 4) оволодіння майбутніми вчителями вміннями здійснювати проектування та моделювання промислових і технічних об'єктів на основі художніх закономірностей формоутворення і кольорознавства;
- 5) визначення основних закономірностей формоутворення промислових об'єктів і технічних пристроїв, їх пропорції та пропорційності, перспективності зображень і основ кольорознавства.

У результаті вивчення основ проектування та моделювання згідно вимог освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати:

- теоретико-методологічні основи проектування і моделювання, як цілеспрямованої творчої діяльності;
- суть, зміст, структуру, принципи і правила проектування і моделювання;
- суть, види, класифікацію і характеристики моделювання і моделей;
- класифікацію і характеристики різноманітних методів проектування і моделювання;
- загальні основи інформаційного забезпечення проектування і моделювання;
- основи теорії створення моделей технічних об'єктів;
- основні закономірності формоутворення промислових об'єктів і технічних пристроїв;
- основи композиції та кольорознавства;
- поняття пропорції і пропорційності;
- поняття, види і методи побудови перспективних зображень.

вміти:

- визначати рівень розвитку технічного та конструкторського мислення учнів;

- використовувати методи і прийоми проектування і моделювання;
- проводити проектування і моделювання технічних об'єктів і пристроїв;
- застосовувати засоби композиції в процесі створення нових формоутворень;
- застосовувати методи гармонізації та пропорцій в процесі аналізу площинних та глибинно-просторових формоутворень.
- виконувати перспективні зображення об'єктів за їх ортогональними проекціями;
- розробляти і оформляти технічну і графічну документацію на розроблені проекти.

Вивчення цієї дисципліни здійснюється на засадах кредитно-трансферної системи навчання, важливим елементом якої є модульно-рейтинговий контроль знань і вмінь студентів:

- кредитно-трансферна система навчання покликана, насамперед, внести зміни до організаційних засад педагогічного процесу у вищій школі, які б забезпечили суттєву його демократизацію, створили умови для дійсної зміни ролі студента у навчанні (перетворення його з об'єкта в суб'єкт цього процесу), надали б навчально-виховному процесу необхідної гнучкості, сприяли б запровадженню принципу індивідуалізації навчання;

- модуль – це відносно самостійна частина навчального процесу, яка містить, передусім, одне або кілька близьких за змістом і фундаментальних за значенням понять, законів, принципів. Цей навчальний курс складається з одного змістового модуля;

- засвоєння модуля розпочинається оглядово-настановними лекціями; наступний етап – лабораторно-практичні заняття, індивідуальна самостійна навчальна робота, консультації; все це у своїй сукупності складає зміст модуля;

- студент може достроково виконати і скласти „звіт” з матеріалу, що входить до модуля за домовленістю з викладачем. Звіт студента за змістом конкретного модуля вважається прийнятим, якщо під час перевірки виконаних завдань (звіти з лабораторних та самостійних робіт, ІНДЗ, модульна контрольна робота) та співбесіди з викладачем він продемонструє розуміння головних ідей модуля і послідовно, аргументовано викладе їх письмово;

- для студентів, які засвоїли матеріал і своєчасно відзвітувалися за змістом усього модуля до закінчення семестру, іспит з цього предмету відміняється і вони отримують оцінку „автоматично”, якщо згодні з нею;

- у разі, коли студент не зміг з тих чи інших причин вчасно скласти звіт за змістом модуля, він має змогу зробити це за домовленістю з викладачем під час консультації;

- виконання навчальних завдань оцінюється певною кількістю рейтингових балів, облік яких ведуть як викладач, так і сам студент. Оскільки наперед відомо, яку кількість їх треба набрати для того, щоб отримати оцінку „5”, „4” або „3”, кожен студент отримує можливість упродовж всього періоду вивчення дисципліни контролювати та свідомо регулювати успішність свого просування у

засвоєнні курсу шляхом цілеспрямованого планування та розподілу своїх зусиль для досягнення навчальних результатів, що відповідають його запитам. Остаточна оцінка успішності вивчення дисципліни визначається сумуванням рейтингових балів, які були отримані студентом за виконання всіх видів робіт, враховуючи і додаткові, які включають, в основному, індивідуальні та творчі роботи студентів;

- контроль результатів навчання здійснюється шляхом письмової перевірки. Засвоєння дисципліни оцінюється автоматично на „відмінно”, якщо студент набрав > 90 балів, „добре” – > 74, „задовільно” – > 60. Студент, який набрав від 35 до 60 балів, складає іспит згідно розкладу, визначеного деканатом, а студент, який набрав < 35 балів, проходить повторний курс або відраховується з закладу вищої освіти. Шкала оцінювання навчальних досягнень студентів з цієї дисципліни в 100-бальній, національній та ЄКТС системах наведено в таблиці.

Шкала оцінювання.

Сума балів за всі види навчальної діяльності (100-бальна шкала)	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену
90 – 100	A	відмінно
82 – 89,9	B	добре
74 – 81,9	C	
64 – 73,9	D	задовільно
60 – 63,9	E	
35 – 59,9	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0 – 34,9	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

Навчальна дисципліна „Основи проектування та моделювання” складається з одного змістового модуля, який включає 8 лекційних тем, які розглянуті в цьому посібнику.

При написанні курсу лекцій з основ проектування та моделювання використані праці відомих вчених в галузі педагогіки, психології, техніки, дизайну, трудової підготовки та технологічної освіти учнів Г.С. Альтшуллера, В.І. Амелкіна, Є.П. Веращак, Ю.З. Гільбуха, Дж Джонса, Б.А. Душкова, В.М. Зайончика, В.В. Клименка, Є.О. Клімова, О.М. Коберника, О.М. Кокуна, В.В. Колотилова, Д.М. Комского, Г.С. Костюка, Т.В. Кудрявцева, В.М. Мадзігона, С.Д. Максименка, Е.О. Мілеряна, В.А. Моляко, К.К. Платонова, Є.С. Рапацевича, В.К. Сидоренка, В.Д. Симоненка, Ю.С. Столярова, А.М.Тарари, А.Ю. Цини, В.Є. Шмельова та ряду інших, а також власний досвід авторів.

Посібник буде корисний не тільки для студентів спеціальності “Середня освіта. Трудове навчання та технології”, але і вчителям трудового, профільного і професійного навчання за технологічним напрямом та викладачам закладів вищої педагогічної освіти.

Тема 1. Теоретико-методологічні основи проектування і моделювання.

План

- 1. Науково-технічний прогрес і роль у ньому проектування й моделювання.**
- 2. Проектування і моделювання як творча діяльність людини.**
- 3. Основи теорії творчості. Закони розвитку творчої діяльності людини.**
- 4. Основні властивості особистості, необхідні для творчої технічної діяльності.**

Література: 6, 7, 10, 15, 22, 25, 29, 30, 31, 39, 48, 57, 59, 60, 66, 70, 87, 92, 101, 102.

1. Науково-технічний прогрес і роль у ньому проектування й моделювання.

Продуктивні сили суспільства, як система суб'єктивних (людина), речових та інформаційних елементів, за допомогою яких у складному, взаємопроникаючому процесі взаємодії людини й природи забезпечується суспільне виробництво, існують у часі та просторі. Таким чином, основними, глобальними ознаками продуктивних сил є динамізм існування та просторове розміщення. Розвиток і розміщення продуктивних сил в цьому аспекті можна розглядати як безперервний процес активної взаємодії людства та природного середовища, довкілля, (або, точніше - середовища функціонування продуктивних сил) за допомогою інформаційних та через посередництво речових елементів продуктивних сил, якими є засоби виробництва та засоби споживання.

Характерною рисою цього процесу є безперервне вдосконалення всіх трьох складових продуктивних сил, яке можна розглядати як прогрес (від латинського "progressus" – рух уперед, успіх). У загальноприйнятому розумінні прогресом є такий тип розвитку, ознакою якого є перехід від нижчого до вищого, від менш досконалого до більш досконалого. Отож, стосовно продуктивних сил можна говорити про прогрес кожної з трьох основних складових продуктивних сил - як суб'єктивної (людина - людський або соціальний прогрес), так і речової та інформаційної (науково-технічний прогрес). Звідси можна визначити науково-технічний прогрес як процес вдосконалення речової форми існування продуктивних сил через накопичення та розвиток форми інформаційної.

В останньому випадку необхідно підкреслити постійно зростаючу роль науки як особливої складової людської діяльності, що на основі інформації об'єктивно відображає, пояснює та пізнає дійсність з метою її освоєння. Наука, таким чином, виступає рушійною силою вдосконалення інших елементів продуктивних сил загалом, у тому числі - самої людини як головного виробника та споживача матеріальних й духовних благ. Вдосконалення речових елементів продуктивних сил також досягається через втілення наукових досягнень у створення нових та покращання існуючих видів техніки та зростання технологічного рівня виробництв. При цьому особливу роль відіграє технологія

як "втїлена" або "уречевлена" інформація, базою для якої є наукові знання, а конкретним результатом впровадження - вдосконалені засоби виробництва та споживання. До речі, характерна для останніх часів функціонування господарського комплексу країни недооцінка ролі виробничих технологій, як важливішої ланки системи "наука - виробництво", призводила до того, що гідні світового рівня наукові розробки у кінцевому впровадженні не давали бажаного ефекту. При цьому важлива роль відводиться проектуванню та моделюванню цих технологій

Таким чином, науково-технічний прогрес характеризується комплексним, взаємообумовленим, поступовим розвитком науки, технології та техніки, метою якого є все більше задоволення зростаючих потреб людини в матеріальних та духовних благах і забезпечення суспільного відтворення. При цьому саме науково-технічний прогрес (НТП) є базовою основою для прогресу соціального, для людського розвитку. Тобто, соціальним змістом НТП є матеріалізація наукових знань в окремих елементах продуктивних сил.

НТП як економічна категорія має певний економічний зміст. Загалом, процес НТП можна описати математичними (економетричними) методами, зокрема - через метод виробничих функцій. Згідно з ним, результат НТП оцінюється через вимірювання за певні проміжки часу результатів виробництва і співвідношення між частками ресурсів живої праці та виробничих фондів (між постійним та змінним капіталом). При цьому фактором, що безпосередньо відображає НТП, є фактор часу. В сучасному суспільстві, враховуючи обмежені можливості людського організму щодо підвищення продуктивності праці, високий рівень розвитку ергономіки та порівняну захищеність прав робітників стійке та помітне зростання за короткий проміжок часу частки основного капіталу при відповідному зменшенні частки живої праці за високих темпів зростання суспільного виробництва свідчить про інтенсивне впровадження у виробничий процес досягнень науково-технічного прогресу. Спрощено, в загальному вигляді результат НТП можна охарактеризувати як певне заміщення живої праці виробничими фондами, а економічний зміст НТП відображається зменшенням частки змінного капіталу. Так, класичним прикладом економії живої праці як досягнення НТП є те, що 2% населення США, зайняті в сільському господарстві, не тільки годують всю країну, але й створюють помітний експортний потенціал.

Граничними випадками у співвідношенні ресурсів живої праці та вартості виробничих фондів є два: перший, коли вартість виробничих фондів наближується до нуля, а практично весь продукт створюється живою працею. Таке становище було характерним для початкової стадії розвитку продуктивних сил - первісного ладу до виникнення скотарства та землеробства. Інший, також ідеальний випадок - це повне заміщення живої праці виробничими фондами. В такому випадку людство мало б перетворитись на суспільство "тотального споживання", що у глибині протирічить самій активній, творчій природі людини - працівника.

Як видно з поняття науково-технічного прогресу, воно нерозривно

пов'язано з поняттям комплексного розвитку продуктивних сил, який являє собою найповніший, всеохоплюючий, пропорційний, економічно та екологічно виправданий розвиток всіх компонентів продуктивних сил згідно соціально-економічних та природно-економічних його передумов. В сучасному суспільстві саме НТП є засобом комплексного розвитку продуктивних сил. Звідси можна визначити щодо цього основні завдання (цільові функції) НТП:

1) головна цільова функція - задоволення потреб людини в матеріальних та духовних благах, покращання умов її існування;

2) заміщення живої праці, особливо важкої фізичної, малопродуктивної "рутинної" розумової, в небезпечних умовах й т.п., підвищення продуктивності людської праці, скорочення суспільно не обхідного робочого часу, робочого дня тощо;

3) забезпечення всеохоплюючого та гармонійного й пропорційного розвитку всіх елементів територіальних соціально-економічних систем: природно-ресурсної, виробничої та соціальної підсистем тощо;

4) забезпечення комплексного, пропорційного соціально-економічного розвитку територій з різними природно-географічними, природно-економічними та соціально-економічними передумовами господарювання;

5) створення можливостей для гармонізації відносин "природа" – "суспільство" шляхом подальшого екологоорієнтованого освоєння природного середовища на основі ресурсозбереження та підвищення екологічного рівня виробництва.

Виходячи з багатогранного характеру вказаних цільових функцій НТП, треба зазначити, що з точки зору сучасної науки саме поняття "науково-технічний прогрес", яке сформувалося як економічна категорія на межі XIX-XX сторіч, не зовсім точно відображає, особливо на останньому етапі, процес розвитку речової та інформаційної складових продуктивних сил. Так, воно по-перше, не включає в себе важливий аспект технологічного удосконалення виробництва (наприклад - біотехнології в сільському господарстві), по-друге, не відображає роль інформації, до речі, все більш зростаючу, як складової продуктивних сил, а по-третє, звужуючи коло впровадження наукових досягнень лише технікою, не висвітлює провідний в сучасному суспільстві тісний зв'язок науки й виробництва (не тільки в технічному аспекті) та науки й соціального комплексу разом. На погляд ряду вчених, з урахуванням цього, в певних випадках доречним є вживання поряд з поняттям "науково-технічний прогрес" й такого більш широкоохоплюючого терміну, як "науково-виробничий прогрес", або уточнюючих, більш вузьких понять - "науково-інформаційний", "науково-технологічний", "техноекологічний", "соціотехнічний" та "виробничо-технологічний прогрес" тощо.

В сучасному світі продуктивні сили існують у вигляді територіальних соціально-економічних систем (ТСЕС). Точніше можна визначити ТСЕС як комплексні територіально-господарські суспільно-виробничі економіко-екологічні системи, які об'єднують в себе не тільки компоненти продуктивних сил, але й елементи навколишнього середовища, яке набуває при цьому значення

середовища функціонування продуктивних сил. Всі компоненти ТСЕС знаходяться у зв'язку й взаємодії одне з одним. Основними ланками цієї системи в порядку участі в економічному циклі є наступні: середовище функціонування продуктивних сил; людина-працівник; засоби виробництва та предмети праці; інфраструктура; людина-споживач; навколишнє середовище. Таким чином, складовими ТСЕС в загальному вигляді є сукупність елементів продуктивних сил та елементів навколишнього середовища й відповідний комплекс взаємозв'язків між ними. ТСЕС включають в себе ряд функціональних підсистем, які відповідно визначеним ланкам за основними ознаками поділяються на наступні компоненти:

- 1) природно-ресурсну підсистему (цілісну сукупність природних умов та господарських об'єктів природно-ресурсного призначення);
- 2) виробничу підсистему (цілісну сукупність господарських об'єктів виробничого призначення);
- 3) соціальну підсистему (цілісну сукупність людей - виробників та споживачів матеріальних і духовних благ, а також об'єктів соціального призначення).

Враховуючи те, що ТСЕС є ієрархічними, тобто ТСЕС нижчих рангів належать, як складова множини до ТСЕС вищого рангу, можна визначити, що продуктивні сили суспільства функціонують в часі та просторі у вигляді комплексних трьохкомпонентних динамічних імовірнісних систем ієрархічної структури. При цьому елементами просторової організації продуктивних сил зверху донизу є наступні: світова ТСЕС, міждержавні ТСЕС, загальнодержавні ТСЕС, ТСЕС економічних регіонів, ТСЕС територіально-господарських районів, місцеві та первинні ТСЕС міст, сіл та селищ.

Між комплексом компонентів ТСЕС також існує певна підпорядкованість взаємозалежності. Так, природно-ресурсна підсистема в загальному вигляді певним чином визначає особливості функціонування виробничої підсистеми, яка в свою чергу багато в чому обумовлює функціонування підсистеми соціальної. Звідси, комплексний розвиток ТСЕС можна визначити, як відповідний особливостям природно-ресурсного потенціалу розвиток суспільного виробництва, спрямований на максимізацію соціальних досягнень.

В цьому особливу роль відіграє НТП, розвиток якого проявляється в багатьох аспектах функціонування ТСЕС. Основними наслідками НТП в цьому контексті є по-перше, комплексне освоєння природно-ресурсної бази, як розширення видів ресурсів, що використовуються у виробництві, так і поглиблення рівня їх використання. НТП також обумовлює можливості ресурсозбереження та природоохоронну діяльність, що відкриває джерела оптимізації середовища функціонування продуктивних сил. Екологічний ефект від впровадження досягнень НТП є особливо важливим при близькому до максимального рівня антропогенного та техногенного навантаження на навколишнє середовище, характерному для сучасного етапу розвитку продуктивних сил.

Другим наслідком НТП є прогресуюче нарощування потужностей

виробничої бази суспільства, що забезпечує зростання обсягів суспільного виробництва через багаторазове підвищення продуктивності праці людини. Загалом, саме у виробничій підсистемі ТСЕС наслідки НТП виявляються найзначнішим чином, а потреби виробничої підсистеми багато в чому обумовлюють напрями та темпи розвитку самого НТП. Необхідно підкреслити роль НТП не тільки в удосконаленні матеріальної виробничої бази, але й у формуванні та оптимізації взаємозв'язків між виробничими об'єктами, особами-виробниками та елементами природного середовища.

Третім наслідком НТП є прискорений розвиток соціальної підсистеми. НТП відкриває можливості для забезпечення умов прискореного та ефективного відтворення робочої сили людиною-споживачем суспільних благ. Це досягається через створення комфортних умов життєдіяльності, забезпечення оптимізації соціально-демографічних процесів та прискорення людського розвитку взагалі. Й тут вимальовується залежність між потребами людини та НТП. З одного боку, НТП певним чином обумовлюється "соціальним замовленням", а з іншого боку, й потреби людини все більш значним чином формуються досягненнями НТП, а зростання цих потреб знаходиться в прямій залежності від чергової "висоти", взятої науково-технічним прогресом.

Треба також вказати, що окреме виділення людини-виробника та людини-споживача є умовним, оскільки на різних етапах економічного циклу людина виступає то як виробник, то як споживач матеріальних та духовних благ. Вона стає, таким чином, об'єктом діалектичного протиріччя, оскільки фізично обмежені можливості людини щодо виробництва вступають у протиріччя з її постійно зростаючими потребами. Вихід з цього протиріччя й дає саме науково-технічний прогрес, що наповнює це поняття певною мірою економіко-філософським змістом.

Загалом, у зазначених наслідках НТП проявляється так званий емерджентний характер НТП. Тобто, загальний ефект від впливу НТП на комплекс елементів ТСЕС в цілому перевищує суму ефектів від впливу НТП на кожен з елементів територіальної соціально-економічної системи.

Сучасний етап розвитку продуктивних сил характеризується певними особливостями функціонування ТСЕС, викликаними в тому числі розвитком НТП. Так, певні особливості проявляються у територіальній організації продуктивних сил. Як наслідок науково-технічної революції, зростання рівня територіальної концентрації продуктивних сил призводить до появи нових типів ТСЕС, не характерних для попередніх етапів розвитку продуктивних сил. В першу чергу, це розвиток на базі місцевих ТСЕС та ТСЕС територіально-господарських районів комплексних територіально-виробничих об'єднань (ТВО) з максимально високою концентрацією виробництва та акумуляцією на одній території науково-дослідних та виробничих об'єктів. Новою формою територіально-виробничого об'єднання стає техно- та агрополіс. Враховуючи високий рівень розвитку інфраструктури та порівняно низький рівень залежності сучасного виробництва від наближення до сировинної бази, на базі ТСЕС міст утворюються багатофункціональні комплексні ТВО – мегаполіси та міські

суперагломерації ("промисловий вузол"), з широкою спеціалізацією, які здатні адсорбувати в собі продуктивні сили, що дорівнюють потужності цілих економічних районів та набувають ознак цілісних економічних відтворювальних систем. Ймовірно стає поява зовсім нових типів та форм територіальної організації продуктивних сил, у тому числі так званих "мобільних територіально-виробничих об'єктів" у вигляді морських платформ зі значною робочою площею, суден-суперлайнерів – об'єктів ринкової та соціальної інфраструктури, благоустроєних "тимчасових" населених пунктів в особливих природно-географічних умовах.

Другою ознакою територіальної організації продуктивних сил в епоху НТП є ущільнення мережі ТСЕС не стільки внаслідок появи нових об'єктів господарської діяльності, скільки за рахунок випереджаючого розвитку економічних та інших зв'язків між елементами господарської діяльності. При цьому виробнича інфраструктура, за рахунок впровадження досягнень НТП, із "допоміжної" сфери обслуговування базових галузей виробництва перетворюється на структуроформуючу. Вона вбирає в себе значну кількість вивільнених за рахунок впровадження досягнень НТП у виробництво працівників, стає сферою спеціалізації не тільки окремих локальних та місцевих ТСЕС, але й певних економічних районів. Ознакою останнього часу є поява цілих країн, які спеціалізуються на функціонуванні галузей та сфер інфраструктури.

Третьою характерною для періоду НТР рисою територіальної організації продуктивних сил є якісно новий рівень взаємовідношень між природно-ресурсною та іншими (соціальною та виробничою) підсистемами стосовно розміщення об'єктів господарської діяльності. В епоху НТП фактором, обмежуючим та стримуючим розвиток ТСЕС є вже не стільки природно-ресурсний потенціал території, скільки її потенціал екологічний, який відображає резистентність середовища функціонування продуктивних сил до антропогенного та техногенного впливу, його "місткість" щодо концентрації виробництва. Характерним прикладом в цьому контексті є Чорнобильська аварія, в результаті якої екологічний потенціал зараженої радіонуклідами території зони відчуження можна вважати практично нульовим, а звідси - й господарювання на цій території неможливим.

Певні загальні зрушення є характерними й для галузевої структури ТСЕС в контексті наслідків НТП. В першу чергу – це зростання в структурі виробництва частки наукомістких галузей при неухильному зменшенні виробництва в сировинних та ресурсномістких (в т.ч. металоємних) галузях. Паритетний розвиток промисловості й сільського господарства проявляється у формуванні АПК, як агрегованого територіально-виробничого комплексу, тенденцією розвитку якого стає зростання частки переробних галузей, подальша інтеграція промислового і сільськогосподарського виробництва на основі впровадження досягнень НТП.

Другою тенденцією є зростання питомої ваги галузей інфраструктури у виробництві, причому на перший план виходить інфраструктура соціальна, як

гарант та ефективний засіб примноження людського капіталу. У внутрігалузовій структурі виробництва послуг пріоритетну роль починають відігравати такі наукомісткі сфери, як інформатика та інформаційне обслуговування, інвестиційно-будівельна діяльність, високоефективні види транспорту. Характерною рисою НТП є широке випровадження досягнень НТП у функціонування ринкової інфраструктури, за рахунок чого створюються нові форми ринкового обслуговування у формі електронних розрахункових карток, банкоматного обслуговування тощо.

Загалом, суцільними тенденціями стають зростаючий динамізм розвитку територіальних соціально-економічних систем як наслідок НТП та все тісніша інтеграція науки, виробництва і підприємництва як в регіональних масштабах, так і на рівні світового економічного простору.

Розвиток природно-ресурсної підсистеми (ПРП). Роль цієї підсистеми є провідною, оскільки природно-ресурсний потенціал є визначальним фактором розвитку і розміщення продуктивних сил. Завданням НТП щодо цієї підсистеми в цілому є забезпечення найбільш повного, економічно й екологічно ефективного та одночасно економного ресурсокористування. Для відновлюваних ресурсів (водних, лісових, земельних, природно-рекреаційних та фауністичних) завданням є також прискорене ресурсовідновлення.

Щодо мінерально-сировинного ресурсного потенціалу, то НТП на сучасному етапі має забезпечити перш за все нарощування запасів копалин, забезпечення їх добування новими методами, з урахуванням вичерпання значною мірою доступних родовищ, зменшення втрат ресурсів при їх видобутку та комплексне, по можливості безвідходне та маловідходне використання сировини з більш повним вилученням корисних компонентів, а також залучення до господарювання техногенних родовищ зі складу відходів.

Для водних ресурсів головним завданням НТП є раціоналізація водокористування з подальшим переходом від безповоротного до поворотного водокористування, зменшенням безповоротних втрат води, забезпеченням високого ступеня очистки вод від наслідків антропогенного та техногенного забруднення та дотримання екологічної чистоти водних басейнів з доведенням екологічних показників питної води до природних норм.

Для земельних ресурсів НТП має забезпечити докорінне покращання екологічного стану та відновлення родючості ґрунтів, повернення екологічної рівноваги на землях меліоративного фонду, захист ґрунтів від антропогенної деградації та ерозії. Застосування екологоорієнтованих технологій обробки ґрунтів та меліоративних систем двосторонньої дії може дозволити залучити до ефективного господарського обігу частину неугідь.

Для лісових ресурсів провідною є роль НТП в прискореному розширеному відновленні лісистості території, доведенні стану лісового фонду до раціональних норм. НТП має забезпечити інтенсифікацію лісокористування поряд зі збереженням та покращанням структури лісових насаджень. Це може бути забезпечено за рахунок застосування плантаційного лісовирощування, технологічного забезпечення повного використання всієї біомаси дерева,

комплексної переробки рослинної сировини, залучення до господарського обігу недревних ресурсів лісу.

Для природно-рекреаційних ресурсів пріоритетами НТП є розширення ресурсної бази за рахунок комплексного використання гідромінеральних і бальнеологічних ресурсів, примноження рекреаційних можливостей та підвищення екологічних характеристик культурно-ландшафтних й туристично-курортних об'єктів, а також підвищення якості й розширення асортименту послуг курортного та лікувально-оздоровчого обслуговування.

Для фауністичного (мисливсько-рибальського) ресурсного комплексу провідним завданням НТП є збереження біорозмаїття та охорона рідкісних біологічних видів поряд із прискореним відновленням та наросуванням мисливсько-рибальських ресурсів, у тому числі на основі штучного відновлення популяцій промислових видів біотипів.

Розвиток виробничої підсистеми. Підґрунтям якої є функціонування природно-ресурсної підсистеми, знаходиться в прямій залежності від досягнень НТП. Стратегічним завданням НТП у матеріальному виробництві є техніко-технологічне переоснащення виробничого апарату шляхом комплексної автоматизації та механізації виробничих процесів на базі досягнень фундаментальної та прикладної науки з метою підвищення продуктивності праці, зниження матеріало - та енергоємності продукції, підвищення екологічного рівня виробництва та отримання продукції з якісно новими властивостями.

У промисловості НТП має забезпечувати зниження трудовитрат, створення регіональних комплексів міжгалузевих виробництв, зниження середньої вартості на одиницю корисного ефекту, економію натуральних ресурсів, скорочення обсягів використання ручної праці. Через впровадження автоматичних ліній, гнучких виробничих систем та автоматізаційних (робототехнічних) комплексів з розвинутими системами контролю технологічного циклу можливим є вихід на новий рівень якості продукції за рахунок гарантії якості збереження параметрів контрольованого технологічного циклу. Прогресивні зрушення в ресурсокористуванні у промисловості можуть бути забезпечені впровадженням нових хвильових, променевих та електротермічних видів отримання та обробки матеріалів, заміни традиційних конструкційних матеріалів, у т. ч. металів за рахунок впровадження композитів, полімерних матеріалів з заданими властивостями та хімічних покриттів. Через розвиток і вдосконалення структури енергетики з особливим наголосом на подальшому розширенні використання ядерного палива, впровадження прогресивних технологій виробництва синтетичного рідкого палива, розширення використання відновлюваних і нетрадиційних джерел енергії можливими є суттєві зрушення в перетворенні та використанні енергії зі збереженням всіх видів кінцевої енергії, енергоносіїв та органічного палива.

В аграрно-промисловому комплексі провідною є роль НТП в докорінному підвищенні ефективності функціонування сільського господарства за рахунок техніко-технологічного вдосконалення виробництва. Основою його є селекція та

створення високоврожайних сортів рослин та біотехнологічних культур з прогресивними властивостями, високопродуктивних порід тварин одночасно зі здійсненням структурної перебудови й удосконаленням спеціалізації агропромислового виробництва через встановлення оптимальних площ вирощування енергомістких культур, розширення виробництва культур з високим вмістом білку, поширення сучасних технологій ягідництва і садівництва. Прогресивним напрямом є подальше залучення в господарський обіг біоресурсів морських акваторій. Широке застосування диференційованих технологій меліорації, обробки ґрунту та землеробства стосовно ґрунтово-кліматичних умов і генетичних особливостей сільгоспкультур забезпечить збереження й покращання агровиробничих властивостей земель, дасть значну економію матеріально-технічних, фінансових і енергетичних ресурсів. Утілення концепції реабілітації й використання порушених внаслідок техногенного та антропогенного впливу земель сприятиме їх поверненню в повноцінне господарське використання.

Докорінне покращання стану інфраструктури АПК за рахунок впровадження ефективних технологій зберігання й транспортування продукції, нових видів тари й пакувальних матеріалів дозволяє суттєво зменшити втрати готової продукції. Впровадження прогресивних видів високопродуктивної сільськогосподарської техніки, у тому числі адаптованої до певних форм господарювання одночасно з раціоналізацією виробничої та ремонтно-обслуговуючої бази АПК помітно підвищує ефективність сільськогосподарського виробництва. На сучасному етапі основні досягнення НТП в переробних галузях АПК дозволяють значно збільшити (іноді - в десятки чи навіть у сотні разів) строки використання готової продукції, на основі комплексної переробки сировини збільшити обсяги та багаторазово розширити номенклатуру виробництва.

В галузях виробничої інфраструктури докорінними зрушеннями внаслідок впровадження НТП є нарощування щільності мережі виробничих зв'язків, збільшення товарних, інформаційних та енергетичних потоків, вдосконалення структури, техніки та технологій транспорту, зв'язку та енергомереж. Тенденцією є інтеграція галузей інфраструктури в єдину світову мережу. З усіх галузей виробництва саме в інфраструктурі, точніше - в інформаційному забезпеченні та зв'язку на межі ХХ - ХХІ сторіч зрушення, викликані розвитком НТП, проявляються найбільш динамічно, що складає основу для подальшого більш глибокого проникнення інформаційних технологій в якості засобів автоматизованого управління у виробничі процеси.

Розвиток соціальної підсистеми, згідно головній цільовій функції НТП, є його кінцевою метою. Загалом, розвиток соціальної підсистеми ТЕС, що включає в себе соціально-демографічну та соціально-інфраструктурну складові є й основною метою функціонування продуктивних сил. Концепція "виробництво заради виробництва" не витримала випробування часом. На сучасному етапі розвитку продуктивних сил НТП є одним з основних важелів -регуляторів пропорції "виробництво - споживання". Причому, НТП виступає, з одного боку,

стимулятором, каталізатором суспільного виробництва, спрямованого на задоволення потреб, а з іншого - багато в чому формує самі потреби людини. Комплексний взаємозв'язок розвитку соціально-демографічної та соціально-інфраструктурної складової проявляється в тому, що за рахунок досягнень НТП постійно вдосконалюється середовище існування головної продуктивної сили - людини, що створює новий, інтенсивний тип відтворення населення. Цей тип відрізняється перш за все покращанням якісних характеристик населення і трудових ресурсів, зростанням їх освітнього та професійного рівня, безперервним підвищенням від покоління до покоління фізичних та духовних здібностей за умов одночасного скорочення кількісного приросту населення. Останнє явище спостерігається за рахунок випереджаючого зростання витрат на відтворення нових поколінь у порівнянні зі збільшенням фонду засобів на відтворення робочої сили.

Таким чином, з одного боку НТП за рахунок інтенсивного розвитку соціальної інфраструктури створює умови для прискореного та досконалого людського розвитку, а з іншого – формує інтереси (усвідомлені потреби) людини, які певним чином випереджають можливості задоволення цих потреб. За рахунок цього створюються мотиви активної економічної діяльності людини, забезпечується процес суспільно-економічного відтворення.

Особливістю сучасного етапу розвитку соціальної інфраструктури є активне, цілеспрямоване формування запитів споживачів. Досягнення НТП стають "маяком", на який орієнтується виробництво послуг населенню та товарів широкого вжитку. Причому, в розвинутих країнах у забезпеченні населення товарами та послугами превалюючи роль починає відігравати єдина інформаційно-торговельна мережа, основу якої складає комп'ютерна мережа "Інтернет".

Таким чином, ми живемо за часи перехідного періоду до нової системи комплексної оптово-роздрібної торгівлі типу "електронний магазин". За неї споживач замість відвідування підприємств роздрібної торгівлі чи побутових замовляє "з доставкою" товари й послуги через електронні каталоги торговельних підприємств у комп'ютерних мережах. Це забезпечується через інтеграцію в інформаційні системні мережі відповідних об'єктів ринкової інфраструктури - банків, бірж тощо.

За прогнозами вчених-футурологів саме майбутня єдина світова інфраструктурна мережа має стати підґрунтям виникнення нового способу виробництва, який вдало названо В.І. Вернадським "ноосферним розвитком" - епохи гармонійних відносин природи і суспільства. І основою цього, тобто розвитку НТП, є творча діяльність людини, яка за допомогою різноманітних методів і прийомів створює, тобто проектує і моделює, новий продукт.

Проектування і моделювання є дуже давнім видом людської діяльності. Відкриття вченого чи винахідника, створення архітектурних споруд чи художніх творів – це прояв творчості і водночас проектування й моделювання в певній сфері людської діяльності. Будівництво єгипетських пірамід, зведення Великої Китайської стіни – це ті проекти, що свого часу були не менш значущими, ніж

сучасний проект автомобіля без двигуна внутрішнього згоряння. Проектування й моделювання як особливий вид діяльності формується на початку XX століття в період НТР і пов'язане насамперед з діяльністю креслярів, необхідністю особливо точного перенесення задуму інженера чи винахідника у вигляді графічного зображення для передавання його виконавцям на виробництві. Однак поступово таку діяльність пов'язують з науково-технічними розрахунками на кресленнях основних параметрів майбутньої технічної системи, її попереднім дослідженням. Нині проектна діяльність виходить далеко за межі сучасного виробництва і тісно пов'язана з науковою, мистецькою, педагогічною, політичною та суспільною діяльністю людини. Розроблення й упровадження медичних препаратів, спорудження спортивних комплексів, проведення виборчої кампанії мають низку спільних ознак, що характеризують їх як проекти. Це, зокрема, такі ознаки: – вирішення певної проблеми; – спрямованість на досягнення конкретної мети; – взаємопов'язані дії, що ведуть до кінцевого результату; – діяльність, пов'язана з плануванням; – наявність певного бюджету (фінансового, матеріального тощо); – суб'єктивна чи об'єктивна новизна, унікальність і неповторність. Проект починається з творчого задуму чи певної ідеї щось практично втілити в життя. Наприклад, у вас з'являється задум отримати престижну професію вищої кваліфікації. Які ваші подальші дії? Так, може бути кілька варіантів – від обговорення цієї ідеї з батьками до визначення проблемних запитань для вас і відповідного пошуку потрібної інформації. Проте згодом ви обов'язково складете особистий професійний план дій для реалізації задуму. Взагалі будь-який проект – це спочатку ідея чи задум, і лише потім – план реалізації та власне практична реалізація. Досить часто проект пов'язують із вирішенням певної проблеми. Проект як проблема може зумовити таку ситуацію творчості, в якій дизайнер намагається віднайти нове нестандартне рішення, щоб отримати шанс натрапити на щось інше, позбавлене усталених стереотипів чи загальноприйнятих правил. Тоді проект набуває фантастичних або незвичних форм і конструкцій. Вирішення проблеми передбачає, з одного боку, обґрунтування її актуальності, а з іншого – використання сукупності різноманітних методів дослідження, експериментальну перевірку можливих способів її вирішення, винайдення нових технологій для реалізації проекту. Тут можна навести найвідоміші світові проекти сучасності, в основу яких покладено певну проблему. Серед них – створення лазерного термоядерного реактора (National Ignition Facility (NIF), Лівермор, Каліфорнія, США). Проблема, яку має розв'язати NIF, – одержання дешевої енергії. Ідея проекту полягає в тому, що 192 надпотужні лазери, націлені в одну точку, мають згенерувати спалах світла у 500 терават (для порівняння це приблизно 5 трильйонів ламп розжарювання). Спалах, однак, має бути миттєвим – мільярдна частка секунди. Усе це потрібно для того, щоб спровокувати термоядерну реакцію всередині золотого «наперстка» об'ємом з горошину, куди закачають дейтерій із тритієм. Науковці вважають, що в майбутньому така реакція стане найдешевшим джерелом енергії. Бюджет проекту становить близько 4 мільярдів доларів США. Інший проект, завдяки

якому намагаються вирішити ще одну глобальну проблему, – загальний перепис білків людини (офіційна назва Human Proteome – «Протеом людини»). Завдання, що лежить в основі проекту, – це створення принципово нових засобів лікування та діагностики хвороб. Цей проект цікавий тим, що він реалізується в лабораторіях практично всіх країн світу. Ідея полягає в тому, щоб скласти списки всіх білків людського організму. Крім того, необхідно не лише з'ясувати, з яких амінокислот складається білок, а й які функції він виконує. Ось тут і криється «ключ» до створення, як вважають дослідники, принципово нової медицини, яка надзвичайно швидко і якісно діагностуватиме будь-яку хворобу та максимально ефективно її лікуватиме. Скординувати наукові групи, що працюють над цією проблемою, намагається міжнародна Організація протеому людини – Human Proteome Organization (HUPO). Особливий акцент вони роблять на білках головного мозку, крові та печінки. А ось інший приклад, коли дизайнери Німеччини (дизайнерська фірма «ZweitSinn») долучаються до участі у вирішенні проблем екології через виготовлення меблів. Щорічно в Німеччині викидають близько 7 тонн використаних меблів. Працівники фірми вирішили, що вторинна сировина – це недорогий матеріал і водночас екологічно безпечне виробництво. Адже відомо, що під час виготовлення кожного кілограма дощок в атмосферу потрапляє понад 350 грамів CO₂, інакше кажучи, виготовлення меблів «ZweitSinn» стоїть на заваді викидам вуглекислого газу в повітря. У своєму каталозі фірма вказує у кожній позиції, від якої кількості грамів CO₂ вбереже землю використання цієї продукції із вторинної сировини. Наприклад, крісло «Pixelstar» – 11 кг, модульполиці «Frank» – 2 кг, ліжка «Horizont» – 158 кг тощо. Проблема може мати й інший характер, що наближає її до завдань естетизації навколишнього середовища. Так, однією з дизайнерських компаній було запропоновано поліпшити вигляд службових приміщень за допомогою зміни форми та оздоблення вогнегасників. Отже, проект може розв'язувати певну проблему, практичне завдання, і власне зміст проблеми та відповідні завдання визначатимуть не лише можливі способи їх розв'язання, а й практичний результат, який одержують у процесі реалізації проекту.

Результатом проектної діяльності може бути не лише створення матеріального продукту, а й означення його в певній знаковій формі – у вигляді текстів, креслень, графіків, моделей у пам'яті ЕОМ і т. д. Разом з тим результат проекту, наприклад у конструкторській діяльності, має бути обов'язково реалізованим у вигляді дослідного зразка, за допомогою якого уточнюються розрахунки, наведені у змісті проекту, а також конструктивно-технічні характеристики об'єкта проектування чи технічної системи. Отже, підсумуємо. Проект (від лат. *proiect* – «кинутий уперед задум») – це сукупність певних дій, документів, попередніх текстів, задум чи план створення матеріального об'єкта, предмета, різного роду теоретичних продуктів. Проект неможливо створити й реалізувати без творчої діяльності. Поняття проект усе частіше вживається в загальнонауковому значенні, оскільки в ширшому його розумінні це – обґрунтоване конструювання системи параметрів майбутнього об'єкта, процесу чи явища в поєднанні зі способами його досягнення. Саме таке багатогранне

тлумачення проекту відкриває широкі можливості для його використання в різних сферах наукових досліджень, виробництва і життєдіяльності людини. Діяльність, під час якої обґрунтовується й розробляється проект, називається проектуванням. Проектування як творча, інноваційна діяльність завжди націлене на створення якісно нового продукту, що має суттєве значення чи для людини, чи для суспільства. Як свідчать вищенаведені приклади, проектування спрямоване на здобуття певного результату в заданий проміжок часу і може бути реалізоване за наявності певних ресурсів (матеріальних, людських, фінансових). Тому невід'ємною умовою виконання проекту є наявність у його структурі бюджету, який відповідає видам запланованих робіт, використовуваних матеріалів, інструментів, термінам виконання. Щоб досягти мети проектування, необхідно комплексно забезпечити умови для здійснення таких взаємопов'язаних цілей проектування:

- соціально-економічна ефективність;
- соціальна інтегрованість;
- соціально-організаційна керованість;
- суспільна активність.

Основний зміст проектування полягає в обґрунтуванні сукупності засобів, що допомагають розв'язати поставлені завдання і проблеми, досягти визначеної мети. Ці засоби фіксуються у двох формах: як система параметрів проектованого об'єкта та їхніх кількісних показників; як сукупність конкретних заходів, що забезпечують реалізацію проектованих показників та якісних характеристик майбутнього об'єкта. Потрібно розмежовувати такі поняття, як проектування і конструювання. Процес проектування включає конструювання, яке полягає в розробленні конструкції, детальної схеми виготовлення задуманого об'єкта і робочих креслень усіх деталей та окремих частин виробу. Проектування полягає не лише в конструюванні, а й у плановій діяльності, обґрунтуванні такого плану та корекції одержаних результатів. Проектна діяльність нині пронизує всі сфери функціонування традиційного промислового підприємства: у маркетингу – це проекти маркетингових досліджень, рекламних акцій, виведення на ринок нових продуктів, одержання нових ринків збуту; у дослідно-конструкторських підрозділах – це проекти нових продуктів, технологій; у виробництві – проекти серійного випуску нової продукції, технічного переоснащення, впровадження нових технологій; у торговельному бізнесі – проекти з масової реалізації продукції тощо. Проекти на підприємствах та в інших галузях виконуються упродовж певного проміжку часу і мають більш-менш чітко окреслені початок і завершення. Під час виконання проекту значні зусилля спрямовані саме на те, щоб його було завершено в заплановані строки, і він вважається завершеним, коли досягнуті його основні цілі. А в цьому допомагають різноманітні схеми, графіки, в яких зазначається час початку і завершення робіт, передбачених проектом. В умовах промислового виробництва розрізняють проектування «внутрішнє» і «зовнішнє». Перший вид проектування пов'язаний зі створенням креслярських зображень, проектної документації (технічного та робочого проектів), які є основними документами для виготовлення технічної системи на

виробництві. Другий вид сучасного проектування («зовнішнє») спрямований на вироблення загальної ідеї, її дослідження за допомогою теоретичних засобів, розроблених у відповідній технічній науці. Проекти – це певною мірою неповторні й одноразові заходи. Водночас рівень унікальності може значно коливатися залежно від особливостей проекту. скажімо, якщо йдеться про зведення стандартного будинку за програмою житлової забудови, то рівень унікальності цього проекту низький. Базові елементи кожного будинку ідентичні решті будівель, які вже зведено. Проте унікальність може виявлятися у плануванні та використанні ландшафту місцевості, де здійснюють забудову, у розміщенні будівель і т. ін. З іншого боку, якщо спеціалісти розробляють операційну систему комп'ютера нового покоління, вони, певна річ, мають справу з досить унікальним завданням, бо працюють над тим, що було недосяжним для попередніх інформаційних систем. Оскільки досвід минулих розробок може лише в загальних рисах підказати їм, чого слід очікувати від цього проекту, то цього разу йдеться про ризик і невизначеність. Отже, можна зробити висновок, що проектування – це діяльність, за якої матеріальні, фінансові та людські ресурси організовано новаторським шляхом для виконання унікальної роботи з обмеженнями у витратах і строках виконання, щоб досягти позитивних змін, визначених кількісними та якісними параметрами. Здійснювати таку організацію починають з мети проекту й безпосереднього обґрунтування власне проблеми чи ідеї, яку реалізують у майбутньому. Обґрунтування здійснюють на основі собівартості проекту та витрат часу для виконання відповідних робіт. Якщо ці показники є високими у фінансовому еквіваленті (проект занадто дорогий), то повертаються до мети і завдань, щоб переглянути ідею чи творчий задум.

2. Проектування і моделювання як творча діяльність людини.

Поняттям творчості охоплюються всі форми створення і виникнення будь-чого нового на тлі існуючого, стандартного. Як зазначають авторитетні дослідники, у творчості умовно можна виділити три кола.

Перше коло творчості торкається створення нових, раніше не існуючих форм матерії. Це стосується і «створення світу», і нескінченних форм живого життя, людини та її мозку, яка долучилася до творчості природи і сама здатна створювати нові форми матерії, в тому числі й у продуктах технічної творчості. Тому, маючи підґрунтя творчості природи, ми можемо проникнути до творчості мозку, а зрозумівши механізми створення нового мозку людини – в таємницю створення світу.

Друге коло творчості охоплює зміну, оновлення, перетворення й вдосконалення вже існуючої дійсності. Це також стосується і людини, хоча вона, на думку вчених, реалізує свої потенційні, безмежні можливості лише на десяту частину.

Третє коло творчості спрямоване на руйнування «старого світу» і побудову на його місці нового. Це стосується, перш за все, соціальних перебудов і революцій, а також виникнення нових напрямів в науці й техніці, які прагнуть зруйнувати стереотипи.

Проникнути в «таємниці творчості» можна знаючи загальні закони її виникнення, протікання й виявлення їх в продуктах творчості. Ці знання повинні торкатися, в першу чергу, загальних законів творчості самої природи, які створили людський мозок і змусили його працювати за своїми принципами. Лише за таких умов можливо виявити головні таємниці творчості – природу пробудження, механізми її протікання і народження нових ідей, задумів та відкриттів. Подібних поглядів дотримуються багато вчених, які займаються наукою про творчість. Перше місце у цій науці відведене знанням загальних законів, друге – розумінню, які якості необхідно розвивати чи коригувати в собі керуючись цими законами, третє – тренуванню цих якостей у різних видах діяльності. Вчені стверджують, що творчу людини видно у всьому – як вона одягається, умебльовує житло, готує обід, організує свій відпочинок та дозвілля.

Загальні закони творчості є мов би ключами, з допомогою яких можна відкрити двері в підсвідомість і впустити її у свідомість та надсвідомість. Творчість, як процес народження різних видів *новоутворень* за рахунок змін, перетворень існуючих форм чи створення нових форм за рахунок нового поєднання елементів, є формою існування всіх видів матерії.

Всесвітньо відомий український вчений В.І. Вернадський в середині ХХ століття об'єднав новоутворення, класифікуючи їх за допомогою понять «геосфера», «біосфера» і «ноосфера» (від грецького «ноос» – розум). Сфера розуму, таким чином, є особливою формою тонкої матерії, яка виконує свою функцію, що виходить за межі індивідуальної роботи мозку. Сучасні дані ототожнюють ноосферу з «інформаційним полем», що заповнює вакуум земної поверхні. Всім видам матерії притаманна творча сила, яка має загальні та індивідуальні закони і механізми протікання. Вищим продуктом еволюції живої матерії є людський мозок, унікально пристосований до середовища і здатний перетворювати його, створювати нове.

Першою, *особливою формою творчості* людини є психічне віддзеркалення, тобто зовнішній всесвіт трансформується в нову форму існування матерії – нейронну, знакову, – зберігається в пам'яті та приймає участь у створенні моделей нового світу і своєрідності індивідуальності. Відображений всесвіт починає існувати за своїми законами та творити за загальними, щось змінюючи і перетворюючи, утворюючи нові потреби, цінності, цілі. Творчість ніколи не визначається одним чинником, вона завжди передбачає взаємодію безлічі змінних, саме тому продукт природної біологічної творчості завжди є унікальним і неповторним.

Таким чином, творчості, як процесу зміни, перетворення та поєднання різних форм матерії, притаманна загальна якість – створення необхідного, раніше не існуючого результату в середовищі об'єктів предметного світу.

Досить складно уявити «потрібне майбутнє» людини, її потреби, які зробили б її життя свідомим, активним і радісним. Для цього треба знати загальні закони життя, які є основою всіх потреб людини та спонукають до творчості. Важливу роль у життєдіяльності людини відіграє предметне середовище. Людина може існувати лише за умов взаємодії із зовнішнім

середовищем згідно певних «законів життя». Ці взаємодії і закони є основою формування фундаменту людської психіки.

Як зазначають деякі дослідники, існує чотири основні закони життя.

Першим законом життя є його постійна залежність від навколишнього середовища. Така залежність породжує необхідність перетворення форм і способів пристосовування до постійно змінюваних умов. Разом з морфологічною зміною засобів і механізмів пристосовування до такого середовища у людини виникло інстинктивне прагнення позбутися цієї залежності, що стало основою однієї з корінних, фундаментальних потреб людини в творчості, в пошуку засобів, які гарантували б її незалежність від середовища за всіх змінних обставин. Ця потреба лежить в основі розвитку цивілізації та всіх видів штучних споруд і винаходів. Необхідні для отримання такої незалежності види творчості починаються з пізнання й відкриття «прихованих» закономірностей зовнішнього світу та причинно-наслідкових зв'язків, відчути які безпосередньо не можливо. Такі відкриття є базою для усіх видів конструктивної, матеріально-технічної творчості, і спрямовані на створення нового, штучного середовища.

Другим законом життя є відтворюваність. Біологічна форма збереження життя не обмежується самозбереженням або відтворенням собі подібних. Не менш сильним є інстинкт збереження життя як такого, тобто як форми існування матерії. Задля збереження життя інших людина здатна на багато, навіть на творчість.

Третій закон життя – необхідність об'єднання. Аби зберегти й продовжити життя, зробити його незалежним від середовища необхідним стає об'єднання зусиль і розподіл функцій. Людина поєднує в собі і потребу індивідуальної свободи, і потребу об'єднання, і потребу свого індивідуального місця в загальному.

Четвертий закон життя – необхідність зміни, вдосконалення, ускладнення й оновлення форм пристосовування до середовища. Ця необхідність обумовлена специфікою зовнішнього середовища, яке знаходиться в постійному процесі мікро- та макрозмін, що, у свою чергу, пробуджує в людині потребу досконалості й самовдосконалення.

Всі перераховані умови (закони), які стали основою існування, протікання, збереження та відтворення життя, є фундаментом спонтанного розвитку психічних утворень, необхідних для пристосовування до предметного середовища, а також для успішного опанування ним.

Види і фази творчої діяльності.

Кожний вид діяльності припускає наявність мети, володіння засобами її досягнення, створення конкретного, потрібного суспільству продукту. Творчість може бути внесеною до будь-якого виду діяльності. І цей процес відбувається по-різному. Так, наукова і технічна творчість «обслуговує» всю систему матеріально-технічного виробництва, забезпечуючи людей необхідними для їх існування продуктами й умовами. Зазвичай в цих видах творчості підготовчий і пошуковий період довготривалі і закінчуються винаходом або відкриттям.

Головне, це знайти новий спосіб дії, неповторний та конкретний, який вимагає постійного напруження й готовності до пошуку, контакту з постійно змінним середовищем і баченням в ньому всіх змінних. Вибір правильної стратегії дій в конкретній ситуації стає можливим лише з урахуванням всіх змінних, у тому числі людських характерів, особливо щодо педагогічного процесу, коли виникають нестандартні, критичні ситуації. Спрямованість та мету науково-технічної творчості визначає очевидна необхідність, і саме тому творчість має конкретний об'єкт пошуку, задачу та цілі, які легко перевірити на практиці. Продукт технічної творчості має конкретний результат, який перевіряється і який регламентований часом та соціальною підтримкою.

Багато вчених вбачають у творчому процесі три загальні фази: пускову (спонукальну і підготовчу), пошукову та виконавчу. Кожна з них має свою специфіку і щодо виникнення, і щодо процесу, і щодо продукту, а також свої показники творчості.

Перша фаза, «пускова», характеризується інтелектуальною ініціативою або вмінням самостійно побачити і сформулювати проблеми. Ця фаза, яка називається ще й підготовчою, виявляє індивідуальну готовність до творчості, розвитку пізнавальних процесів, емоційну й раціональну здатність до контакту з навколишнім світом, потребу напруженої діяльності. Всі її вимоги є програмою розвитку творчих здібностей, цільовою матрицею. Стимулом до побудови програми є внутрішні й зовнішні чинники, від яких залежить перебіг підготовчого процесу, а продуктом стає народження ідеї, задуму. Перша фаза найскладніша, оскільки пусковим механізмом для неї завжди є або бачення нового або уявне відкриття нового, необхідного, яке вимагає перетворення, творчого пошуку. Для цього потрібен розвиток пізнавальних та інтелектуальних процесів, особливий контакт з середовищем, включення свідомості до загального інноваційного процесу, що постійно відбувається в природі та суспільстві.

Друга фаза – пошукова, починається з гострого бажання втілити задумане, протікає в пошуку засобів для його здійснення і закінчується їх знаходженням, прийняттям рішення щодо конкретних способів втілення. Пошукова фаза творчості включає роботу свідомості, підсвідомості і надсвідомості. Кожна з них виконує свою функцію. Функція свідомості – чітка постановка питання, формулювання цілі, ідеї та концепції, які, в свою чергу, включають підсвідомість та надсвідомість. Свідомість “бачить” потрібне майбутнє, необхідність і головну ціль задуманого. Роботу підсвідомості необхідно організувати так, як і свідомості, тобто спрямувати на пізнання реальності. При цьому необхідно пам'ятати, що підсвідомість володіє іншою якістю – високою лабільністю і властивістю творчості – і цю гнучкість та лабільність необхідно формувати в свідомості на другій стадії, пошуковій, пропонуючи їй різні варіанти. Підсвідомість починає “допомагати свідомості”, якщо свідомість перебуває у творчому пошуку. Віра свідомості, що саме «так треба» шукати спосіб рішення якої-небудь творчої задачі, автоматично підключає її до такого пошуку, і, врешті-решт, видає підказку. Саме спільний розвиток свідомості і підсвідомості формує надсвідомість, як інтуїтивне і

миттєве включення творчого рішення до будь-якого виду діяльності. Продуктом пошукової фази є конкретне бачення втілення задуму.

Третя фаза – виконавча, тобто реалізація задуманого в діях, контроль за проміжними результатами, корекція способів виконання, критична оцінка продукту. Виконавча фаза називається «автокорекційною». Саме на виконавчій фазі відбувається формування основних компонентів творчості на рівні не лише несвідомого, але й свідомості. Як вже зазначалось, кожний вид творчості має свій конкретний продукт. Умовно всі види продуктів можна поділити відповідно основної спрямованості розумового творчого пошуку на: пізнання прихованих закономірностей, знаходження способів кращого пристосовування до середовища, створення нових матеріальних і духовних об'єктів.

3. Основи теорії творчості. Закони розвитку творчої діяльності людини.

Досліджуючи особливості психології художньої творчості Л.Б. Єрмолаєва-Томіна в своїх наукових працях приділяє увагу значенню співвідношення творчих здібностей з інтелектуальними. Вона стверджує, що для розвитку творчих здібностей потрібен певний рівень розвитку інтелектуальних і виділяє 4 типи взаємостосунків між вказаними здібностями.

Перший тип – особи з однаково високо розвинутими інтелектуальними і творчими здібностями. Цей тип чудово орієнтується в предметному середовищі і творить.

Другий тип – особи високотворчі, але які погано пристосовуються і орієнтуються в предметному середовищі. Це соціальні “вигнанці”, вони більше відомі як диваки, люди “не з цього світу”.

Третій тип – високоінтелектуальні, але не творчі особи. Вони чудово пристосовуються до середовища, прагнуть досягти успіху в усіх галузях і досягають його, виконуючи всі існуючі в середовищі соціальні вимоги.

Четвертий тип – особи з погано розвинутими як інтелектуальними, так і творчими здібностями. Вони прагнуть соціальної активності і кар'єри, але через свою незорієнтованість можуть “прибитись” до будь-якої існуючої течії.

Сутність природи таких різних поєднань інтелектуальних, адаптивних і творчих здібностей полягає в особливостях структури індивідуальності.

Аналіз досліджень в цій галузі також показує, що інтелект і творчість мають різну основу та виконують різні функції щодо пристосовування до середовища. Оптимальним варіантом є їх поєднання, яке й є основою креативності як особистісного утворення. Воно повинно бути і об'єктом, і критерієм розвитку творчих здібностей. А для цього необхідно знати чим відрізняється креативність від творчих здібностей.

Креативність (від лат. *creatio* – творення, створення) – це особистісна якість, яка ґрунтується на розвитку вищих психічних функцій. Якості креативності проявляються у творчій і новаторській діяльності. Вони приблизно на 95% формуються за рахунок впливу соціального середовища, його ціннісної орієнтації, вимог, які висуваються до людини, організації інформаційного потоку і цільової спрямованості всіх видів діяльності, починаючи з навчальної.

Відмінності між креативністю і творчими здібностями полягають в наступному.

1. Перш за все, творчість це процес, який може включатися в усі види діяльності і, разом з тим, бути відсутнім у виді діяльності, який вимагає такого включення.

2. Творчі потенції закладені в мозку кожної людини, оскільки мозок є тим органом, у якому продовжується творчість самої природи. Проте на мозок покладено важливе завдання – пристосовування до існуючого середовища, яке вимагає формування великої кількості стандартних навичок, котрі базуються на досвіді людства, аксіоматичних знаннях.

3. Творчий процес базується на роботі несвідомого і підсвідомості. «Продукти» такої творчості найяскравіше проявляються у спонтанній, несвідомій творчості дітей, яка за своїми механізмами ідентична розвитку живої природи – творця людини та її мозку. У дорослої людини вона переміщається у підсвідомість, яка включає її індивідуальний життєвий досвід. У підсвідомості для творчості існують найсприятливіші умови, за рахунок зрівнювання за силою та значущістю всіх відображених об'єктів і подій, зсуву тимчасових інтервалів, що не може відбуватися в свідомості. Тому вирішення проблем, відкриття закономірностей, народження задуму найчастіше проходить на рівні підсвідомості. Результати такої роботи приходять у свідомість людини раптово, у вигляді готового рішення, «магічного синтезу», осяяння, евристики. При формуванні креативності відбувається злиття свідомості і підсвідомості в деяку нову форму – надсвідомість. Надсвідомість інтегрує в собі лише узагальнені механізми протікання творчого процесу в згорнутому вигляді, коли в самому акті сприйняття відбувається трансформація об'єкту, відкриття закономірності або вирішення проблеми.

4. Процес творчості протікає в трьох основних фазах – підготовчій, пошуковій і виконавчій. Кожна з них повернута до різних психічних процесів і особистісних утворень та має свій «продукт». Креативність виявляється в успішному здійсненні всіх трьох фаз – вмінні самостійно бачити і формулювати проблеми, знаходити їх рішення і творчо втілювати їх в конкретний продукт.

5. Кожний вид творчості має свій, специфічний об'єкт пошуку, процес і продукт. Креативність, як особистісна характеристика, проявляється, головним чином, в тому, що творчий початок людина вкладає у всі види діяльності.

Таким чином, креативність – це особистісна якість, яка базується на потенційних можливостях кожної людини, актуалізації неусвідомлюваної потреби бути неповторною вільною індивідуальністю, але такою, що приєднується до загального через продукти своєї творчості, гармонійно поєднує індивідуальні та соціально-значущі інтереси.

Структуру креативності можна визначити як оптимальний розвиток всіх потенційних можливостей індивідуальності та особистості. Для розвитку креативності головними є ті об'єкти, які не утворюються автоматично і які вимагають спрямованих зусиль для свого формування. Вони є найфундаментальнішими і значущими в професійному та творчому розвитку.

Першим об'єктом розвитку можна вважати потребу творчості, яка

повинна формуватися під час освоєння предметного середовища. Потреба в творчості, як і здібність до неї, формується, швидше за все, при виконанні нестандартних завдань.

Другим об'єктом розвитку є творча свідомість, яка починається з усвідомлення себе творцем, який володіє інструментами творення. Творча свідомість – це включення себе в інноваційні процеси, фіксація змін, які визначають дух часу, а також домінуючих потреб і категорій цінностей в різних прошарках суспільства.

Третій об'єкт розвитку – управління творчим процесом. Для цього необхідне його постійне включення, яке виробляється за постійного дотримання установки – не робити безглуздої роботи. Всі перераховані об'єкти розвитку є складними психічними утвореннями, які складаються з поєднання комплексу якостей і властивостей, що визначають ці здібності. Тому, для досягнення результату необхідно вибудовувати розвиток за принципом детального відпрацювання кожної якості, котра з часом інтегрується в цілісне утворення.

Закони розвитку творчої діяльності людини.

Поняття розвитку охоплює всі способи виникнення будь-чого нового. Механізм отримання нового базується на диференціації та інтеграції функцій, подібно нашому організму, де кожен орган має свою функцію. Аналогічно працює мозок людини: виникнення нових якостей психічних процесів пов'язане з отриманням і переробкою інформації та утворенням нових зв'язків між різними ділянками мозку. Ці процеси регулюють діяльність і дії, які є основою спеціальних, інтелектуальних і творчих здібностей.

Розвиток буває різних видів – природний, інструментальний та індивідуальний. Головним чином вони розрізняються за своїм походженням, рівнем усвідомленості й необхідності. Об'єкт розвитку – формування якостей, необхідних для життя в певному середовищі, засвоєння його норм та пристосовування до його вимог.

Навчають, як правило, діям, які перетворюються в навички. Навчання основам технічної творчості є базисом творчо-конструкторської діяльності, та є нормативним і аксіоматичним. На підставі навчання й навченості говорять про наявність спеціальних здібностей. *Навчання* визначається швидкістю й точністю засвоєння навичок, а *навченість* – здібністю до перенесення отриманих навичок на будь-які завдання аналогічного типу, наприклад графічні.

На думку вчених, відсутність навченості професійним навичкам – перший показник, за яким можна констатувати відсутність творчості, креативності. Потреба в навчанні й досконалості характерна високотворчим людям. Навчання різним видам діяльності сприяє формуванню узагальнених способів дій, що лежать в основі творчості, тому креативні особистості інстинктивно прагнуть до оволодіння новими навичками. В більшості ж випадків потреба саморозвитку з'являється за необхідності пристосовування до вимог середовища. І якщо умови середовища, у тому числі й педагогічні, не вимагають від людини творчості, то вона і не розвиватиметься. Продуктом розвитку є «невидимі» системні новоутворення в мозку людини, про наявність яких свідчать лише «видимі»

продукти діяльності. Переважна більшість людей розвивається до рівня, необхідного для індивідуального пристосовування до середовища, оволодіння побутовими і професійними навичками, які не вимагають ні особливого інтелекту, ні творчості, виконуючи соціальне замовлення на стандартну продукцію.

Розвиток всіх здібностей проходить згідно трьох основних законів, які допомагають розвитку технічної творчості.

Перший закон – розвиток технічної творчості відбувається лише у контакті з предметним середовищем. Предметне середовище є тим ґрунтом, на якому відбувається формування і розвиток необхідних для пристосовування до його конкретних умов якостей. Роль середовища в розвитку всіх психічних процесів визначається самою функцією психіки як віддзеркалення зовнішнього світу і задля орієнтації в ньому. За умови повної втрати контакту з середовищем психічне життя припиняється. Отже, контакт з предметним середовищем детермінований внутрішніми і зовнішніми чинниками. Одне й те ж середовище по-різному впливає на людину – все залежить від її здібностей щодо контакту з середовищем. Сам рівень контакту визначається кількістю «точок зіткнення» з реальністю. Такі точки залишають свій слід у мозку людини і створюють «ґрунт для творчості». Тому, в тих хто вчиться необхідно розвивати всі форми контакту з середовищем, включаючи власні спостереження за новими напрямками науки й техніки, засобами масової інформації. Основою цих контактів повинні бути люди з їх реакцією на соціальні процеси і події, виникнення нових категорій матеріальних і духовних цінностей, потреби й можливості їх задоволення.

Другий закон розвитку. Можуть бути розвинені лише ті якості і властивості, які потенційно закладені в генетичному коді людини. На фоні інших живих істот потенційні можливості розвитку людини необмежені. Відомо чимало випадків пристосовування дітей до життя у зграї вовків, сім'ї ведмедів і навіть в отарі овець, що потребувало вироблення не властивих для людини навичок поведінки і спілкування. Повернувшись до людського середовища, діти не вміли ані ходити, ані говорити, ані мислити. Це дає підставу вважати, що потенційні можливості щодо формування будь-яких навичок, в тому числі творчих, існують у кожного. Проте, такі можливості зачасти відсутні навіть у людей, професійна діяльність яких спрямована на вдосконалення людини. До того ж, людина вже довела свою здатність оволодіти діапазоном професійних навичок, який дорівнює кількості самих професій. Головним «каналом» реалізації потенційних індивідуальних можливостей людини є творчість. Тому розвиток здібностей повинен стосуватися всіх видів творчості – у тому числі й технічної. І саме цей шлях – розвиток всіх видів творчості – є головним стимулом розширення поля можливостей для формування креативності.

Третій закон – розвиток незворотній. Повернутися до найпростіших форм існування матерії можна лише у переносному сенсі, коли людина, подібно амебі, починає реагувати на якусь одну речовину і повністю втрачає всі свої потенційні здібності. Включення в технічну творчість стає для людини потребою певного функціонування та стилю діяльності мозку – напруженого і спрямованого на

вирішення нових задач. Наявність потреби технічної творчості є одним з основних показників креативності. Розпочавши творити, людина не може зупинитися, не може не творити, вона постійно відчуває надзвичайно сильну потребу пізнання й творення. Процес оновлення, розвитку, отримання нового стає постійною та незворотною потребою і здатністю людини виходити за рамки стандарту. «Всі знають, що це не «можна», а один не знає і робить відкриття»!

4. Основні властивості особистості, необхідні для творчої технічної діяльності.

Проблема здібностей людини – одна з основних теоретичних проблем психології і найважливіша практична проблема. Оцінювання здібностей учнів, завершує їх психологічне вивчення, формування ж їх особистості своєю метою ставить формування професійних здібностей.

Здібності – це об'єднання індивідуально-психічних якостей особистості, які виражають її готовність оволодіти певними видами діяльності, їх успішного виконання і вдосконалення в них. Під “ними” розуміють високий рівень інтеграції та генералізації психічних процесів, властивостей, дій та їх систем, які відповідають вимогам діяльності. Подібно характеру, здібності не самостійна, схожа з іншими підструктура особистості, а певне поєднання її різних властивостей. Різниця між характером і здібностями полягає в тому, що характер проявляється у всіх видах діяльності, а здібності – лише в одному, певному.

Визнаючи здібності продуктом історичного й індивідуального формування і розвитку, наші психологи не заперечують значення природних задатків для формування здібностей. Було б помилкою стверджувати, що будь-яку здібність будь-якої людини можна розвивати безмежно. Адже Рафаелем стає не кожен, хто може безперешкодно розвиватися, а лише той, “в кому сидить Рафаель”, тобто має відповідні природні задатки. Не кожен може стати І.П. Павловим, В. Моцартом чи А. Ейнштейном, хоча всі нормальні люди здатні до всебічного розвитку.

Задатки – це вроджені анатомо-фізіологічні особливості центральної нервової системи людини і її мозку, які є природною основою розвитку здібностей (сила, рухливість, зрівноваженість нервових процесів, природні властивості аналізаторів, індивідуальні варіації будови і функціонування кори великих півкуль, відношення першої та другої сигнальних систем і т. д.). Задатки не є “нейтральними” щодо майбутніх здібностей. В якості задатків для розвитку загальних і спеціальних здібностей виступають: 1) типологічні властивості нервової системи, від яких залежить швидкість утворення в корі головного мозку тимчасових нервових зв'язків, їх міцність, зосередженість уваги, розумова працездатність тощо; 2) співвідношення першої та другої сигнальних систем; індивідуальні особливості будови аналізаторів, окремих ділянок кори головного мозку тощо. Розвиток задатків і формування на їх основі здібностей стає можливим лише за такої активної діяльності людини, яка вимагає постійної задіяності цих задатки. Особистість має два види задатків: **вроджені та набуті**. Перші називаються природними, другі – “соціальними”, “культурними”.

Здібності відчуття, механічної пам'яті, емоційного збудження,

психомоторики, темпераменту розвиваються на основі вроджених задатків.

Моральні якості особистості, як і всі інші якості спрямованості, зовсім не мають задатків і формуються лише в процесі виховання. Але й здібності, які мають задатки, розвиваються з них далеко не безпосередньо: із задатків гарного слуху в процесі розвитку особистості та залежно від умов життя можуть сформуватися як музичні здібності, так і здібності радіоакустика; гарні зорові задатки можуть перетворитися в художні здібності, здібності годинникаря чи налагоджувальника приладів.

Не можна думати, що кожній здібності відповідає певний задаток. Насправді, на основі одного і того ж задатку можуть сформуватися різні здібності. Наприклад, на основі задатків художнього типу можуть сформуватися і акторські, і писемні, і музичні, а на основі задатків розумового типу – математичні, філософські, лінгвістичні та ін. Тому переважною більшістю професій можуть оволодіти люди з різними психофізіологічними здібностями.

Варто зазначити, що наявність у дитини сприятливих задатків ще не гарантує розвитку на їх основі здібностей. Задатки – це одна з умов формування здібностей. Задатки, які проявляються в нахилах, тобто в нездоланному потягу певної діяльності, спонукають дитину до повторної дії чи сприйняття того, що здійснило вплив на неї в минулому. Зачасти прагнення окремих видів діяльності (малювання, моделювання, ліплення та ін.) помічаються в ранньому дитинстві, і навіть в несприятливих умовах (наприклад, дитина, батьки якої не цікавляться технікою, починає захоплюватися технічними іграшками і за власною ініціативою конструювати їх). Відомо, що систематичні заняття будь-якою діяльністю призводять до нагромадження в людині досвіду сприйняття та дій. І цей досвід сприяє формуванню й розвитку здібностей до певної діяльності.

В психології вважається аксіомою положення про те, що навіть за наявності надзвичайно добрих задатків треба багато вчитися і працювати, аби стати здібним до чогось. Чим нижчим є вихідний рівень задатків, тим більше, за інших рівних умов, потрібно праці й часу для розвитку тієї чи іншої спеціальної здібності. Без величезної праці навіть найвидатніші задатки не перетворюються в здібності, талант. Саме це й доводить історія життя видатних людей різних часів і народів.

Відомий американський винахідник Т. Едісон сказав: “Геній – це на один процент натхнення, а на 99% хотіння”. Його життя найкраще підтверджує цей вислів, адже Едісон був виключно працелюбним і наполегливим шукачем нового. До 50-ти років його робочий день тривав в середньому 19,5 годин, пізніше він працював біля 18 годин щоденно. Працюючи над створенням акумулятора, Едісон провів десятки тисяч дослідів, іноді декілька днів без відпочинку. Його життя – приклад для молоді. “Весь світ в боргу перед Едісоном, але найбільше йому “винен” педагогічний світ ... для цілого покоління він сам був першокласним виховним заходом”.

У структурі здібностей психологи розрізняють неоднакові за значенням компоненти: провідні, опорні, додаткові. Різні авторам виділяють наступні види здібностей: складні і прості, загальні і часткові (спеціальні, професійні),

потенційні й актуальні, творчі і виконавські. Після короткого знайомства із здібностями загалом ми перейдемо до з'ясування сутності та структури технічних здібностей, але спочатку розглянемо їх класифікацію.

Допоки людина не розпочала певну діяльність, в неї існують лише *потенційні здібності* щодо її виконання. Ці здібності є властивостями її особистості і частково розвинулися з задатків, проте більше сформовані її досвідом. І тільки вона починає свою діяльність, її потенційні здібності стають *актуальними здібностями*, які не лише проявляються, але й формуються в цій діяльності.

Всі здібності людини, як психічні явища, можуть бути поділені на 4 групи, які показані на схемі (мал. 1.4.1).



Мал. 1.4.1. Класифікація здібностей (за К.К.Платоновим)

Елементарні (прості) загальні здібності притаманні всім людям, хоча й з різним ступенем вираження – це основні форми вираження психічного відображення: здатність відчувати, сприймати, мислити, переживати, приймати і здійснювати рішення та запам'ятовувати. Адже кожний елементарний прояв цих здібностей – це відповідна дія, яка виконується особистістю з різною успішністю (сенсорна, розумова, вольова, мнемічна) і навіть може стати відповідною навичкою. Елементарні загальні здібності є основою трьох інших груп здібностей.

Елементарні (прості) часткові здібності, властиві не всім людям, – це найважливіші якості особистості (окомір, музичний слух, критичність мислення, доброта, рішучість і наполегливість, смислова пам'ять і т.п.). Ці та складніші властивості особистості проявляються у відповідній діяльності, якість якої залежить від них.

Складні загальні здібності притаманні, тією чи іншою мірою, всім людям. Це здібності до *загальнолюдських видів діяльності*: праці, гри, навчання, спілкування, естетичної та моральної діяльності. Кожна із здібностей, які входять до цієї групи, мають власну складну структуру. Тому, на відміну від елементарних здібностей, про які говорять в однині (воля як здібність до

досягнення мети, здібність мислення і т.п.), про складні здібності говорять у множині (здібності до навчання, здібності до того чи іншого виду праці і т.п.).

Складними частковими здібностями, які притаманні вже не лише різною мірою, але й загалом не всім людям, є здібності, котрі розвивалися разом з історією людства – спочатку до ремесел, а потім до професій. Їх називають *професійними*, специфічними, спеціальними, особливими.

Правильним є твердження: “Кожна людина здатна до чогось корисного задля громадськості”. Так учень, який не здатний бути монтажником-висотником, водієм чи налагоджувальником автоматичних ліній, може бути не лише здібним, але й талановитим верстатником, оператором чи кухарем. Іноді про здібності учнів говорять лише тоді, коли вони є винятковими, проявляються як обдарованість чи наближаються до таланту, а це неправильно.

Обдарованість – це поєднання певних здібностей, яке обумовлює особливо успішну діяльність людини з певної галузі та виділяє її серед інших, які навчаються цій діяльності чи виконують її в тих же умовах, високим рівнем задатків та схильностей. Обдарованість, зазвичай, проявляється в різнобічних здібностях і межує з талантом. Обдарованість є результатом і свідченням високого рівня інтелектуального розвитку індивіда. Існує загальна і спеціальна обдарованість. Оскільки вона виявляється в конкретних процесах, розрізняють моторну, сенсорну, перцептивну та інтелектуальну. Обдарованість є поєднанням вродженого і набутого індивідом.

Талант – (від гр. *talanton* – вага, міра) – природний хист, обдарованість, вища ступінь здібностей людини до певного виду діяльності (творча, наукова, поетична, виробнича), що виділяється серед інших своєю новизною, оригінальністю, досконалістю і має високу соціальну значущість; це здатність до певної діяльності, яка проявляється як творчість. Високий рівень творчості при виконанні діяльності – здатність таланту. Талановита людина своєю роботою створює щось нове. Талановитість близька до геніальності, але менш значна. З’ява таланту – явище суспільно обумовлене, адже саме суспільство в процесі свого розвитку стикається з важливими проблемами, які вдається розв’язати лише обдарованим людям. Талант слід шукати у фізичній організації людини (особливості нервової системи, гострота органів чуттів, неповторне бачення оточуючого світу, гнучкість пальців, тіла, спритність, швидка реакція тощо). Ті властивості особистості, які визначають талант, водночас є рисами характеру, отже, талант зближує здібності і характер. Про наявність таланту варто говорити маючи результати діяльності, котрі повинні відрізнятися принциповою новизною та оригінальністю підходу.

Геніальність (від лат. *genialis* – що володіє генієм, винятково талановитий) – вища ступінь обдарованості, найвищий рівень розвитку здібностей – як загальних, інтелектуальних, так і спеціальних. Про її наявність можна говорити лише за умови досягнення особистістю епохальних в житті суспільства та розвитку культури результатів творчої діяльності. Творчість геніальної людини має для інших людей історичне і, обов’язково, позитивне значення. Відмінність генія від таланту полягає не так у мірі обдарованості

особистості, як у тому, що геній створює епоху в галузі своєї діяльності. Тому геніальність – явище не психологічне, а соціальне, суспільне.

Технічні здібності – це поєднання індивідуально-психічних властивостей, які дають можливість людині, за сприятливих умов, порівняно легко й швидко засвоїти систему конструкторсько-технологічних знань, умінь і навичок, тобто досконало оволодіти однією чи декількома технічними професіями і досягти в них значних успіхів.

Головними компонентами технічних здібностей є: схильність до техніки і технічної творчості (інтерес і нахил), технічне мислення, просторова уява, технічна спостережливість, досвід у галузі техніки, добре виражена зорова і моторна пам'ять, точність окоміру, ручне вміння (спритність), моральні якості.

Розглянемо детальніше основні структурні компоненти технічних здібностей.

I. Технічні інтереси. “Інтерес до техніки, – пише С.С. Газарян, – обов'язкова складова частина технічних здібностей. Без цікавості всі інші складові можуть не проявитися, не розвинутися, не привести до успіху”.

II. Технічне мислення. Хоча нахили до технічної творчості, працелюбство та інші якості особистості (компоненти) дуже необхідні для успішної технічної діяльності, однак, центральною ланкою системи технічних здібностей, їх головним компонентом є технічне мислення. Воно виконує регулюючу і об'єднуючу функцію щодо інших компонентів.

Як і інші види розумової діяльності, технічне мислення – це психічний процес, завдяки якому людина відображає суттєві ознаки і зв'язки предметів та явищ оточуючої дійсності, вивчає закономірності розвитку оточуючого світу, передбачає майбутнє і діє цілеспрямовано та планомірно.

Конкретним проявом технічного мислення є технічне розуміння: швидке розуміння структури технічних пристроїв, принципу їх дії, з'ясування їх недоліків та недосконалостей, знаходження несправностей, дефектів у технічних приладах і механізмах, розуміння суті технологічних способів створення технічних об'єктів і т.п. Без участі технічного мислення стає неможливим конструювання нових і вдосконалення вже діючих машин і технологічних процесів, тобто технічна творчість не можлива.

Подібно з іншими видами мислення, технічне мислення реалізується за допомогою одних і тих же операцій порівняння, аналізу, синтезу, абстрагування, узагальнення, класифікації, конкретизації. Однак, технічне мислення характеризується своїми особливостями.

Провідний спеціаліст з дослідження технічного мислення Т.В. Кудрявцев виділяє три особливості технічного мислення.

1. Однією з головних є його теоретико-практичний характер, тобто нерозривна єдність понять і дій. Це значить, що теорія постійно повинна перевірятися практикою, а практика – теорією. Неможливо вирішити відносно складну технічну задачу лише шляхом теоретичних розрахунків, якщо вони не перевірені практикою та не відкориговані. Інакше кажучи, в техніці майже ніколи не буває так, щоб нова складна машина “пішла з паперу в життя” і

виявилася успішною, діючою і такою, що задовольняє певну важливу громадську потребу. Нова машина, як і будь-який новий виріб, ніколи не запускається у виробництво без попередньої перевірки на практиці та її налагодження на дослідному зразку. Успіх вирішення технічних задач великою мірою залежить від поєднання в діяльності людини теорії і практики. Технічне мислення в учнів неможливо сформувати і розвинути, якщо їх навчати чисто теоретично, без постійного виконання лабораторних робіт, проведення дослідів і вирішення конкретних виробничо-технічних задач.

2. Друга важлива особливість технічного мислення – тісний взаємозв'язок і взаємодія понять та образів. В технічному мисленні, на відміну від інших видів розумової діяльності, понятійний і образний компоненти є рівноправними одиницями. Ця особливість проявляється в праці людини на виробництві і в трудовому навчанні, де важливу роль відіграє оперування схематичними технічними зображеннями та уявленнями про них і технічні об'єкти. Високий розвиток першої сигнальної системи (образного мислення) дозволяє виразно уявляти собі зовнішній вигляд і внутрішню структуру не лише в статичі, але й в динаміці, тобто в русі різних деталей, в зміні їх просторових відношень між собою і т.п. Високий розвиток другої сигнальної системи (абстрактно-словесного мислення) дає можливість швидко з'ясувати логіку технічних пристроїв і технологічних процесів, зрозуміти основний принцип дії тих чи інших пристроїв.

3. Третя особливість технічного мислення – це його оперативність. Технічному спеціалісту часто треба вирішувати ту чи іншу обмежену часом виробничу задачу. Його ідеї, на відміну від ідей, які висуваються спеціалістами гуманітаріями, із сфери нематеріального виробництва вимагають швидкого практичного втілення. Такі вимоги, наприклад, висуваються до операторів і налагоджувальників автоматичних пристроїв, пілотів, водіїв, операторів енергосистем, космонавтів та ін. Умови їх діяльності вимагають швидких орієнтації, сприйняття та розуміння інформації, яка надходить з зовні, точно і за призначенням використовувати наявні знання, реагувати на нестандартні ситуації. Величезне значення технічного мислення та його оперативності особливо яскраво проявляється в аварійних ситуаціях.

III. Просторова уява. З технічним мисленням нерозривно пов'язана просторова уява – психічний процес створення образів технічних виробів, технологічних процесів шляхом комбінування наявних у людини уявлень про технічні об'єкти і технологічні процеси. Уява дозволяє подумки побачити результат праці до його початку. Вона створює модель проміжного і кінцевого продуктів діяльності, що забезпечує її планомірність.

Просторова уява розвивається в процесі навчання деяким предметам, які вимагають від учня наступних дій: спостереження, вимірювання, графічного зображення різних об'єктів на основі реальних чи уявних зразків, побудови, читання та виконання креслень, карт і т.д. Маємо на увазі перш за все математику, географію, фізику та ін. Але особливо велика роль у формуванні і розвитку просторової уяви належить кресленню. В процесі навчання кресленню,

на уроках трудового навчання в школі та на заняттях в навчально-виробничих комбінатах учень постійно уявно переводить об'ємні (тривимірні) зображення в площинні (двовимірні) і навпаки, сприймає реальні об'єкти, уявляє їх в графічному зображенні і перетворює в образи знову створені реальні об'єкти.

IV-V. Досвід і пам'ять. Слід зазначити, що уявні образи виникають і формуються завдяки наявним у людини досвіду й уявленням пам'яті. Ці уявлення, особливо зорові й моторні є важливим матеріалом, з якого формується уява. Наприклад, конструктор може подумки, уявно створити технічний прилад, якого ще немає в світі. Це стає можливим завдяки уявному комбінуванню елементів приладу, які зберігалися в його зоровій і руховій пам'яті. Уявлення зорової та рухової пам'яті утворюють той арсенал образів технічних об'єктів, звідки технічне мислення і просторова уява беруть основний матеріал для створення принципово нових образів технічних об'єктів.

VI. Спостережливість. Зорова пам'ять, як і будь-який інший вид пам'яті, тісно пов'язана зі сприйняттям та його особливою формою – спостережливістю. Спостережливість – це властивість особистості помічати в об'єктах, які вона сприймає, малопомітні, але суттєві для певної мети деталі й особливості. “Технічна спостережливість, – пише М.Г. Давлетшин, – це добре розвинутий окомір”. Вона допомагає критично сприймати технічні об'єкти, бачити в них недоліки і, враховуючи все це, сформулювати завдання щодо усунення недоліків та вдосконалення технічних об'єктів. Спостережливість розвивається в процесі систематичних занять улюбленою справою, і тому пов'язана з розвитком професійних інтересів особистості. Її формування буде успішним лише за умови проведення спостереження з дотриманням певних правил і умов: чітке формулювання завдання спостереження, систематичність і планомірність його проведення.

VII. Сенсомоторні якості. Сенсомоторика, тобто взаємодія сприйняття і руху, також відіграє важливу роль у більшості технічних професій (токарь, слюсар-складальник, монтажник, будівельник та ін.). Сенсомоторні процеси входять до структури технічних здібностей, і тому виявлення, оцінка рівня і тренування цих процесів – необхідне завдання профдіагностики.

В умовах автоматизованого виробництва фізичне навантаження на працівника зменшується, але зростає відповідальність за якість його рухових дій. Тобто, сучасна науково-технічна революція змінила вимоги до сенсомоторики людини. З одного боку, спростився зміст рухових завдань: керуючи верстатами, операційними системами чи транспортними засобами робітник лише перемикає тумблер, натискає кнопку чи повертає ручку і т.п.; з іншого – в разі виникнення серії сигналів, на які слід швидко реагувати, робітнику зачасти важко, а іноді й взагалі неможливо дати вірну відповідь. Перш ніж відтворити потрібну дію, працююча людина повинна обробити всю інформацію, яку отримує, адже саме від якості обробки залежить успіх наступної моторної дії.

VIII. Моральні якості. Для продуктивної роботи в галузі техніки, крім згаданих вище якостей, необхідними також є цілеспрямованість, організованість, наполегливість, вміння не занепадати духом в разі невдачі та долати перешкоди на шляху до мети; цікавість, яка спонукає дізнатися і з'ясувати все, щодо

техніки; бажання заслужити повагу й визнання спочатку своїх друзів, а згодом – відомих спеціалістів технічного напрямку діяльності; прагнення бути схожим на твій ідеал в галузі техніки.

Завдання і запитання для закріплення та засвоєння навчального матеріалу

1. Які основні завдання науково-технічного прогресу?
2. Що розуміють під територіальною соціально-економічною системою (ТЕС) ?
3. Розкрийте основні наслідки науково-технічного прогресу?
4. Яким чином відбувається розвиток підсистем науково-технічного прогресу?
5. Скільки кіл творчості можна виділити в діяльності зі створення нового предмету?
6. Які основні закони життя виділяють вчені?
7. Які загальні фази виділяють вчені в творчому процесі людини?
8. Яка відмінність між креативністю і творчими здібностями?
9. За якими основними законами іде розвиток всіх здібностей особистості?
10. Що розуміють під збірностями і задатками людини?
11. На які групи поділяються здібності?
12. В чому відмінність між обдарованістю, талантом і геніальністю?
13. Що розуміють під технічними здібностями і з яких компонентів вони складаються?
14. Які особливості технічного мислення виділяє Т. В. Кудрявцев?
15. Яка роль пам'яті, уваги, спостережливості та сенсомоторики у розвитку технічних здібностей?

Тема 2. Проектування як цілеспрямована творча діяльність людини.

План

1. Суть і зміст проектування.
2. Структура проектної діяльності: етапи, стадії та їх зміст.
3. Конструювання як основа проектної діяльності.
4. Принципи і правила проектування та моделювання.
5. Основні показники, які в першу чергу враховуються при проектуванні технічних об'єктів.

Література: 6, 13, 14, 17, 25, 29, 30, 41, 45, 68, 85, 87, 91, 92, 97, 102, 106.

1. Суть і зміст проектування.

Термін „проект” – „progetto” італійською, „projet” французькою, „project” німецькою та „project” англійською – використовувався для означення освітнього навчального прийому. Звернемося до словників. Одні з них вказують на те, що проект – це кинутий вперед задум, інші – набір певних документів, прототип, ідеальний образ передбачуваного або можливого об'єкту, стан; в деяких випадках – план, задум будь-якої дії тощо.

Термін „проект” часто пов'язують із поняттям „проблема”. Проект, як проблема, „може означати справжню ситуацію творчості, де людина перестає бути просто власником ідей, відмовляється від свого, приватного, аби отримати шанс натрапити на щось інше, наповнитися ним, виявити його в своїй творчості”. Розв'язання проблеми передбачає, з одного боку, використання сукупності різноманітних методів та засобів навчання, а з іншого – необхідність інтегрування знань і вмінь застосовувати знання з різних галузей науки, техніки, технології.

Проект є складовою проектування, що розглядається як створення проекту (прототипу, прообразу) передбачуваного або можливого об'єкту, стану, або ж як процес, під час якого створюється та виготовляється виріб (послуга). Отже, під проектуванням в загальному сенсі розуміємо науково обґрунтоване конструювання системи параметрів майбутнього об'єкту або якісно нового стану існуючого проекту-прототипу, прообразу передбачуваного або можливого об'єкту, стану чи процесу в поєднанні зі шляхами його досягнення.

Останнім часом уявлення про суть проектування та сферу його застосування значно змінилися. Донедавна проектування пов'язувалося переважно з інженерною діяльністю в галузях машинобудування, приладобудування та архітектури і розумілось як підготовчий етап виробничої діяльності. Сьогодні проектування розглядається як особливий вид діяльності, який відрізняється від власне наукової та виробничої, а сфера його застосування охоплює всі ланки соціального організму, включаючи й систему освіти.

Проектування як творча, інноваційна діяльність завжди націлене на самостійну діяльність учнів (індивідуальну, парну, групову), яку виконують протягом визначеного проміжку часу, необхідного для створення об'єктивно і суб'єктивно нового продукту. Результати проектування повинні бути, так би мовити, „відчутними”, тобто, якщо проект містив теоретичну проблему, то має

бути конкретне її вирішення, якщо практичну – конкретний результат, готовий до використання (на уроці, вдома). Діяльність учня повинна орієнтуватися на розвиток мислення, в основі якого лежить особистий досвід. Виготовляючи виріб, учень закріплює знання з математики, фізики, креслення, основ підприємницької діяльності та інших предметів, засвоює принципи набутих вмінь і навичок з виконання технологічних, економічних, міні-маркетингових та інших операцій.

В учнів повинна виробитись і закріпитись звичка аналізувати споживчі, економічні, екологічні та технологічні ситуації, здатність оцінювати ідеї, виходячи з реальних потреб, матеріальних можливостей і вмінь вибирати найвдаліший технологічний, економічний спосіб виготовлення об'єкту проектної діяльності, який відповідав би вимогам дизайну. Виготовлення різноманітних виробів, тобто проектів максимально пов'язаних з життєвими ситуаціями, є найкращим способом привчити самостійно працювати, стимулювати пізнавальний, емоційний і моторний розвиток, враховувати потреби дітей залежно від індивідуальних та вікових особливостей, зацікавлення, здібностей учнів, дає можливість індивідуалізації та диференціації навчання, розвиває творче мислення, зміцнює в учнів пізнавальну мотивацію, інтегрує шкільні й позашкільні знання.

Проектування, в цілому, як соціальна категорія, хоча й стоїть поряд з поняттями прогнозування, планування, конструювання, створення програм (програмування), моделювання, все ж має свої суттєві відмінності, і є найбільш загальним, комплексним та інтегруючим феноменом.

Основний зміст проектування полягає в конструюванні сукупності засобів, що дозволить розв'язати поставлені завдання та проблеми, досягти визначених цілей. Ці засоби фіксуються у двох формах: 1) як система параметрів проектованого об'єкту та їх кількісних показників; 2) як сукупність конкретних заходів, котрі забезпечують реалізацію проектованих показників та якісних характеристик майбутнього об'єкта.

За змістом виділяють наступні види проектування: проектування, як процес розробки не окремих предметів (об'єктів), а цілих систем; проектування як співучасть, як залучення суспільства до процесу прийняття рішень; проектування, як творчість, потенційно властива майбутньому; проектування, як навчальна дисципліна, котра синтезує мистецтво та науку; проектування без об'єкту, як процес або образ життєвих функцій.

Таким чином, в основних, розглянутих нами визначеннях проектування відзначаються зовсім різні сторони цієї складної діяльності – від творчого характеру проектування до процесу прийняття рішень, що вимагає глибокого психологічного аналізу.

Проектування – це вид діяльності, який синтезує в собі елементи ігрової, навчально-пізнавальної, ціннісно-орієнтаційної, предметно-перетворювальної, професійно-трудової, комунікативної, теоретичної та практичної діяльності. Саме проектування як творча, інноваційна діяльність завжди націлене на створення виробів і послуг, які володіють об'єктивною і суб'єктивною новизною та мають особистісну й суспільну значущість.

Цінність проектування полягає в тому, що саме ця діяльність привчає дітей до самостійної, практичної, планової і систематичної роботи, виховує прагнення до створення нового або вже існуючого, вдосконаленого виробу, формує уявлення про перспективи його застосування; розвиває морально-трудові якості, загальноціннісні мотиви вибору професії та працелюбство. Отже, слід пам'ятати, що особливу увагу потрібно приділяти підтримці в учнів інтересу до цього процесу, слідкувати, щоб їх наміри були завершеними, особливо щодо праці.

Під час роботи над проектом у школярів розвиваються пізнавальні навички, формуються вміння самостійно конструювати свої знання, активно розвиваються комунікативні здібності, якості лідерів та здатність до групової роботи, створюються можливості щодо реалізації міжпредметних зв'язків.

Під проектно-технологічною діяльністю ми розуміємо сплановану діяльність, яка передбачає обґрунтування й розробку конструкції, технології виготовлення та реалізацію об'єкту проектування, і спрямовану на формування в учнів певної системи творчо-інтелектуальних і предметно-перетворюючих знань та вмінь.

2. Структура проектно-технологічної діяльності: етапи, стадії та їх зміст.

Успішність і ефективність проектування забезпечується за умови правильної та послідовної, організаційно-спланованої роботи вчителя й учня, яка базується на дотриманні логічної послідовності етапів виконання проектів. Зміст проектно-технологічної діяльності учнів має складатися із взаємопов'язаних між собою етапів (стадій), які найефективніше розкривають послідовність розробки та виконання проекту: організаційно-підготовчий, конструкторський, технологічний, заключний. На кожному етапі учнями здійснюється відповідна система послідовних дій щодо виконання проекту, а вчитель при цьому стає організатором навчально-трудової діяльності.

Перший етап проектно-технологічної діяльності – **організаційно-підготовчий**, на якому перед школярами постає важлива проблема – правильно вибрати об'єкт проектування, адже від цього найбільшою мірою залежить успіх подальшої роботи. На цьому етапі учні повинні вибрати і поставити перед собою проблему, усвідомити значення майбутнього виробу як для самих себе, так і для суспільства в цілому, тобто визначитись з доцільністю виконання проекту. Школярі формують та пропонують різноманітні ідеї, а згодом і варіанти конструкції, визначають та обговорюють оптимальний варіант запропонованої конструкції, найважливіші параметри своєї майбутньої конструкції щодо умов використання, із врахуванням власного досвіду та досвіду оточуючих. Початком роботи є пошук інформації, у тому числі з використанням мережі Інтернет, наукових і періодичних видань; завдання – зібрати якомога більше інформації з цього питання.

Таким чином, на організаційно-підготовчому етапі учні здійснюють генерацію ідей, що є найважливішим елементом проектно-технологічної діяльності, адже саме тут відбувається інтелектуальне зростання людини, становлення її особистості. Учень вчиться аналізувати, порівнювати,

узагальнювати, проводити корекцію, планує свою наступну діяльність. Поряд з цим він узагальнює вивчений матеріал, який включається в загальну систему його знань і вмінь.

Заключним елементом цього етапу є узагальнення та визначення щодо дизайну і часу, необхідного для виготовлення об'єкту проектування.

Отже, етап проектно-технологічної діяльності складається з таких стадій: пошук проблеми, усвідомлення проблемної сфери, вироблення ідей і варіантів, формування основних параметрів, вибір оптимального варіанту та обґрунтування проекту, аналіз майбутньої діяльності, прогнозування майбутніх результатів. Засобами діяльності виступають особистий досвід учнів, досвід вчителів, батьків, а також засоби масової інформації – журнали, книжки, Інтернет та ін. Результатами діяльності учнів на цьому етапі є отримані нові знання та вміння, а також визначений оптимальний варіант конструкції.

Наступним етапом проектно-технологічної діяльності учнів є **конструкторський** етап, на якому юні винахідники складають ескіз своєї найдосконалішої та найкращої конструкції, яка відповідає сучасним вимогам і дизайну, здійснюють підбір матеріалів та інструментів, визначають найдоцільнішу технологію виготовлення обраної конструкції, виконують економічні, екологічні та міні-маркетингові дослідження. Засобами діяльності виступають всі робочі інструменти і пристрої, якими користуються учні при розробці проекту. Результатами діяльності учнів на цьому етапі є отримані нові знання, вміння та готові графічні документи.

Конструкторський етап містить такі стадії: складання ескізу, розробка конструкторсько-технологічної документації, добір матеріалів, вибір інструментів та обладнання, вибір технології обробки деталей виробу, їх з'єднання, обробка, організація робочого місця, економічне та екологічне обґрунтування, міні-маркетингові дослідження щодо доцільності проекту з точки зору економії матеріалів та енергоресурсів необхідних для його виготовлення. Починаючи роботу з виготовлення будь-якої речі, необхідно зважити, яким буде результат – прибутковим, чи збитковим? Відповідь на ці запитання дасть економічний розрахунок. Тому, необхідно навчити школярів знаходити раціональні конструкції, проявляти заповзятість, спритність, кмітливість, аби корисна річ була виготовлена з мінімальними матеріальними затратами, з недорогих матеріалів (чи навіть з відходів, обрізків) і, водночас, мала цілу низку переваг.

У проспекті творчого проекту на цьому етапі необхідно дати: обґрунтування витратних матеріалів (засобів, енергії для виготовлення виробу); визначення його собівартості та ціни, передбачуваних прибутку й термінів реалізації.

Наступним моментом цього етапу буде проведена школярами екологічна експертиза, яка дасть повну характеристику з точки зору екологічної безпеки виготовлення. Не менш важливим є обґрунтування використаної сировини. І, нарешті, учні повинні вивчити потреби ринку в конструкції і спромогтися, наприклад, через виставки знайти пропозиції на її виготовлення.

На 3-му етапі – технологічному, учні виконують заплановані операції,

здійснюють самоконтроль та оцінку якості виробу. Мета – якісне і правильне виконання трудової операції. Предмет діяльності – створений матеріальний продукт, знання, вміння і навички. Засоби – інструменти і обладнання, з якими працює учень. Результат – набуття знань, вмінь і навичок. Закінчені технологічні операції є проміжним результатом діяльності учнів на цьому етапі.

Третій етап передбачає наступні стадії: виконання технологічних операцій, передбачених технологічним процесом, самоконтроль своєї діяльності, дотримання технологічної та трудової дисципліни, культури праці і оцінка якості варіантів конструкцій.

На заключному етапі здійснюється кінцевий контроль, порівняння і випробування проекту, виготовлена конструкція порівнюється із запланованою. Знайдені недоліки та несправності усуваються, проведена робота аналізується, з'ясовується – досягли учні своєї мети чи ні, яким є результат їх праці, здійснюється самооцінка спроектованого виробу. Завершенням цього етапу є захист учнями свого проекту (виробу, плану, моделі) перед однокласниками шляхом оформлення звітів, демонстрацією та відповідями на запитання. Це дозволяє учням встановити, чи досягли вони своєї мети, яким є результат їхньої праці.

На підставі усього викладеного вище була побудована структурно-функціональна модель проектно-технологічної діяльності учнів на уроках трудового навчання, під якою ми розуміємо сукупність педагогічних компонентів, що виконують специфічні функції і перебувають у взаємозв'язку (схема. 2.2.1.).



Схема. 2.2.1. Структурно-функціональна модель проектно-технологічної діяльності учнів на уроках трудового навчання

Етапи діяльності школярів під час виконання творчих проектів можна прослідкувати за розробленою схемою, поданою нижче (схема 2.2.2).

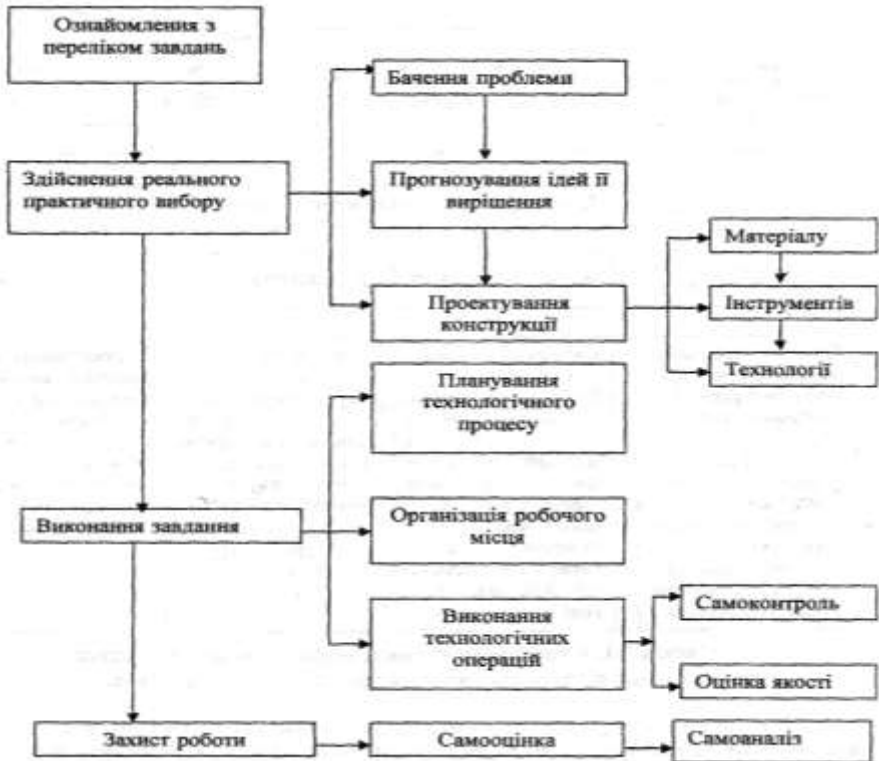


Схема 2.2.2. Етапи діяльності школяра під час виконання творчих проектів.

Етапи та стадії виконання проекту (технічна праця)

I. організаційно-підготовчий етап:

- 1.1. Формулювання завдання
 - пошук проблеми;
 - усвідомлення проблемної сфери.
- 1.2. Дизайн-аналіз:
 - виконання аналізу аналогів у письмовій та графічній формі;
 - вироблення ідей та варіантів ідей.
- 1.3. Аналіз виробу:
 - формування основних параметрів і граничних вимог;
 - вибір оптимального варіанту та обґрунтування проекту;
 - прогнозування результатів.

II. Конструкторський етап:

- 2.1. Розробка початкових ідей:

- генерування ідей, розробка і складання ескізів, зарисовок.
- 2.2. Оцінка ідей для вибору найдосконалішої:
 - оцінка ідей за розробленими критеріями, вибір найвдалішої за найбільшою кількістю позитивних якостей.
- 2.3. Детальне відпрацювання кращої ідей:
 - розробка детального ескізу, вибір вихідних даних та побудова креслення;
 - опис виробу.
- 2.4. Добір матеріалів, інструментів та обладнання:
 - підбір матеріалів;
 - добір інструментів, пристроїв та обладнання.
- 2.5. Економічне та екологічне обґрунтування:
 - визначення затрат часу на проектування і виготовлення виробу;
 - визначення потрібної кількості матеріалів на виріб;
 - визначення собівартості виробу і його ціни;
 - проведення екологічної експертизи виробу.
- 2.6. Мінімаркетингове дослідження:
 - вивчення попиту і пропозиції на спроектований виріб;
 - розробка власного товарного знаку;
 - пошук пропозиції і можливостей (шляхів реалізації спроектованого виробу).
- 2.7. Організація робочого місця і праці:
 - обладнання робочого місця;
 - визначення ергономічних і гігієнічних норм;
 - визначення безпечних умов праці.

III. Технологічний етап.

- 3.1. Вибір технології:
 - визначення та розробка технології обробки деталей;
 - вибір технології з'єднання деталей;
 - визначення технології оздоблення виробу;
 - складання технологічної карти.
- 3.2. Виконання технологічної послідовності виготовлення виробу:
 - виконання операцій з виготовлення деталей;
 - коректування технологічних операцій та режимів обробки;
 - виконання складання (монтажу) виробу;
 - виконання оздоблення виробу.
- 3.3. Самоконтроль власної діяльності:
 - здійснення контролю якості обробки деталей;
 - проведення контролю якості складання виробу;
 - визначення якості оздоблення виробу.
- 3.4. Дотримання технологічної і трудової дисципліни, культури праці:
 - слідкування та контроль за технологічною дисципліною;
 - дотримання трудової дисципліни;

- виконання вимог культури праці;
- самовиховання.

3.5. Оцінка якості виробу:

- здійснення оцінки якості спроектованого і виготовленого виробу;
- порівняння власного виробу з відомими та теоретичними проектами.

IV. Заключний етап

4.1. Коригування виконаного виробу:

- порівняння виконаного проекту з запланованим;
- усунення недоліків і неполадок.

4.2. Випробування виготовленого виробу:

- підготовка до випробування;
- виконання випробування;
- фіксація результатів випробування.

4.3. Оформлення проекту:

- підготовка і написання текстового опису проекту (титульної сторінки, змісту, висновків та списку використаної літератури)
- оформлення товарного знаку виробу.

4.4. Самооцінка проекту:

- здійснення самоаналізу виробу;
- самооцінка діяльності та проекту.

4.5. Аналіз підсумків:

- аналіз проведеної роботи;
- підведення підсумків роботи.

4.6. Захист проекту.

В процесі дослідницької роботи нами розроблено і обґрунтовано схему розподілу обов'язків між вчителем і учнями (схема 2.2.3).



Схема 2.2.3. Розподіл обов'язків між вчителем і учнями.

Співпраця вчителя і учнів в умовах здійснення проектно-технологічного підходу допомагає сформувати у школярів необхідні вміння й навички в тому, чи іншому виді діяльності, необхідну активну практику для кожного учня групи. Проектне навчання дозволяє розв'язати навчальне завдання, перетворюючи групові та індивідуальні консультації у дискусійний, дослідницький клуб, в якому розв'язуються складні, але зрозумілі учням проблеми.

В основі проекту лежить проблема. Для її розв'язання учням потрібне володіння достатнім об'ємом різноманітних предметних знань. Вони також повинні мати певні інтелектуальні (робота з інформацією, її аналіз, узагальнення і висновки), творчі (вироблення ідеї, варіантів розв'язання проблеми, прогноз результату запропонованого розв'язання), комунікативні (ведення дискусії, вміння слухати та чути співрозмовника, відстоювати свою точку зору, висловлювати власну думку) вміння.

Під час виконання проектів учні приходять до висновку, що кожний виріб чи послугу можна виконати різними шляхами – варіантів вирішення кожного завдання є безліч. Тому учням потрібно кілька разів намалювати, прочитати і, лише переконавшись у тому, що певний варіант найбільш технологічний, економічний, екологічний, відповідає вимогам дизайну, найбільш задовольняє вимоги школи, сім'ї чи ринку, розпочати його виготовлення.

До творчої діяльності учні залучаються поступово. Для цього їм необхідно ознайомитися з додатковою літературою з обраної теми, знайти варіанти вирішення, розробити план виконання поставленого завдання. Основним принципом навчання за проектною методикою є особистісна орієнтація навчального процесу на інтереси й цілі учнів. Завдання вчителя полягає в тому, щоб допомогти школярам засвоїти інформацію, виразити своє ставлення до світу, подій.

Конкретизуємо детальніше зміст спільної роботи вчителя і учнів (таблиця 2.2.1) на уроках трудового навчання у процесі проектно-технологічної діяльності на всіх етапах її виконання. Ця діяльність має відповідати правильній та логічній послідовності організації роботи учня і вчителя за попередньо визначеним і обгрунтованим планом.

Таблиця 2.2.1.

**Зміст діяльності вчителя і учнів
у процесі проектно-технологічної діяльності**

№ з/п	Стадія виконання проекту	Зміст діяльності вчителя і учня
Організаційно-підготовчий етап		
1.	Пошук проблеми	<i>Учні</i> уважно слухають вчителя і аналізують запропоновані ним проблеми. <i>Вчитель</i> пропонує учням ряд проблем, орієнтовний перелік об'єктів проектування, розповідає їм про вимоги, що висуваються до проектів, про необхідну технологію, якої потрібно дотримуватись під час виконання проектів і критерії їх оцінювання.

2.	Усвідомлення проблемної сфери	<i>Учні</i> вибирають із запропонованих вчителем проблем ту, яка їм найбільш подобається і є актуальною. <i>Вчитель</i> надає поради, консультації, допомагає учневі в усвідомленні проблеми.
3.	Вироблення ідей та варіантів	<i>Учні</i> , спираючись на знання та потребу у відповідних виробках, формують ряд ідей, а згодом і варіанти конструкцій проекту. <i>Вчитель</i> спостерігає, надає консультації, допомагає точніше сформулювати тему проекту, надає поради щодо допоміжної літератури.
4.	Формування основних параметрів і граничних вимог	<i>Учні</i> визначаються з основними параметрами проекту (розмір, функції і т.п.) та граничними вимогами, які висувуються до майбутнього виробу. <i>Вчитель</i> здійснює уточнення, надає поради та консультації.
5.	Вибір оптимального варіанту та обґрунтування проекту	<i>Учні</i> конструюють найвдаліший, варіант конструкції, вибираючи із попередньо запропонованих найсильніші сторони. <i>Вчитель</i> здійснює контроль, надає консультації уточнює, доповнює.
6.	Прогнозування майбутніх результатів	<i>Учні</i> узагальнюють ескіз та оформлення проекту (дизайн, витрати матеріалу, визначаються з часом, необхідним для виготовлення виробу). <i>Вчитель</i> слухає учнів, надає поради, консультації.
Конструкторський етап		
7.	Складання ескізу	<i>Учні</i> розробляють робочий ескіз виробу з описом. <i>Вчитель</i> контролює, уточнює, допомагає порадами.
8.	Добір матеріалів	<i>Учні</i> визначають та записують декілька найменувань матеріалів, і вибирають той, який їм найбільш підходить. <i>Вчитель</i> надає поради.
9.	Вибір інструментів, обладнання	<i>Учні</i> визначають і записують перелік необхідних інструментів і обладнання. <i>Вчитель</i> надає поради.
10.	Вибір технології обробки деталей виробу, їх з'єднання, оздоблення	<i>Учні</i> вибирають, аналізують і визначають: раціональну технологію, за якою будуть обробляти деталі виробу, вид з'єднання деталей, оздоблення готового виробу. <i>Вчитель</i> спостерігає, здійснює контроль, надає поради та консультації.

11.	Економічне та екологічне обґрунтування	<i>Учні</i> розраховують собівартість виробу, проводять екологічну експертизу майбутнього виробу. <i>Вчитель</i> надає допомогу, контролює.
12.	Міні-маркетингові дослідження	<i>Учні</i> вивчають попит та пропозиції на спроектовану продукцію, розробляють власний товарний знак, здійснюють пошук пропозицій і можливостей реалізації сконструйованого об'єкту проектування. <i>Вчитель</i> надає поради, консультує.
13.	Організація робочого місця	<i>Учні</i> підбирають і розташовують на робочому місці матеріали, інструменти, звертають увагу на освітлення, дотримання норм і правил поведінки. <i>Вчитель</i> надає допомогу.
Технологічний етап		
14.	Виконання технологічних операцій	<i>Учні</i> виконують операції з виготовлення деталей виробу, коректують послідовність операцій, режими обробки, послідовність складання виробу. <i>Вчитель</i> спостерігає, контролює, консультує, надає допомогу, слідкує за дотриманням правил техніки безпеки під час виконання технологічних операцій.
15.	Самоконтроль своєї діяльності	<i>Учні</i> здійснюють контроль якості обробки деталей конструкції під час виготовлення та складання виробу. <i>Вчитель</i> спостерігає, контролює.
16.	Дотримання технологічної та трудової дисципліни, культури праці	<i>Учні</i> слідкують за дотриманням дисципліни під час уроку, самовиховуються. <i>Вчитель</i> спостерігає та здійснює контроль за поведінкою учнів.
17.	Оцінка якості	<i>Учні</i> оцінюють якість сконструйованого виробу, порівняно з відомим та теоретичним. <i>Вчитель</i> спостерігає, перевіряє, обговорює.
Заключний етап		
18.	Корегування виконаного виробу	<i>Учні</i> порівнюють виконаний проект із запланованим, усувають недоліки та несправності. <i>Вчитель</i> аналізує, допомагає, надає поради.
19.	Випробування проекту	<i>Учні</i> здійснюють випробування готового виробу. <i>Вчитель</i> спостерігає, консультує.
20.	Самооцінка проекту	<i>Учні</i> здійснюють самоаналіз вартості, самооцінку досягнутих результатів. <i>Вчитель</i> спостерігає, консультує.
21.	Аналіз підсумків	<i>Учні</i> аналізують проведену роботу, підводять підсумки. <i>Вчитель</i> спостерігає.

22.	Оформлення	<i>Учні оформляють проект згідно встановлених вимог. Вчитель надає допомогу, консультації, поради.</i>
23.	Захист проекту	<i>Учні перед однолітками та групою експертів виконують демонстрації, відповідають на запитання. Вчитель здійснює контроль, слухає, приймає участь в оцінці проекту.</i>

У процесі проектно-технологічної діяльності важливо, аби учні усвідомили, що на всіх її етапах діяльність має бути не репродуктивною (чітке і послідовне дотримання стадій та елементів етапів взагалі). Важливо щоб вони оволоділи алгоритмом організації, сформуvalи елементи технологічної культури, розвинули здатність до генерації ідей, їх аналізу, самостійного ухвалення рішення, формулювання власної думки, позиції, взаємодії і діалогу в процесі розв'язання спільних задач, розробки й виготовлення проектів.

3. Конструювання як основа проектної діяльності.

Створення нових машин, приладів, механізмів та інших пристроїв, а також їх моделей є досить тривалим і складним процесом, в якому можна виділити наступні етапи: технічне прогнозування, аналітичне проектування, технічне конструювання, виробництво і випробування.

Технічне (інженерне) прогнозування включає формулювання технічного завдання (ТЗ) в загальному вигляді і збір науково-технічної інформації, що дозволяє обґрунтувати можливість рішення поставленої технічної задачі. Часто на цьому етапі виконуються науково-дослідні роботи (НДР) задля отримання інформації, якої бракує, для обґрунтування принципової можливості створення задуманого технічного пристрою. На цьому етапі іноді створюють *масштабні натурні моделі* з метою прогнозування властивостей технічного пристрою, що розробляється.

Аналітичне проектування включає розробку математичної моделі (математичного опису) створюваного технічного об'єкту і подальше його дослідження за допомогою розробленої моделі. Зачасти з цією метою використовують ЕОМ. Математичні моделі дозволяють отримувати розрахункові технічні характеристики і параметри створюваного об'єкту за необхідних навантажень і передбачуваних умов експлуатації, навіть не маючи прототипу створюваного технічного об'єкту.

Конструювання – це розробка графічної моделі технічного пристрою, за якою можлива матеріалізація створюваного пристрою, шляхом виготовлення його у виробничих умовах.

Слово «конструювання» походить від латинського слова *construire* – будувати, створювати, споруджувати. Воно означає процес створення нового пристрою у вигляді матеріального предмету, придатного для практичного використання.

Конструювання технічного пристрою проходить декілька стадій:

- 1) розробка детальнішого ТЗ;
- 2) розробка ескізного проекту;

- 3) розробка технічного проекту;
- 4) розробка робочого проекту.

Перераховані стадії оформляються у вигляді технічних документів, що є комплектом *конструкторської документації* (КД), який включає текстові документи й креслення.

Технічне завдання (ТЗ) є технічним документом, в якому описується створюваний пристрій і наводяться його основні технічні характеристики: вказується назва проектного пристрою, його призначення, його основні функції (робочі процеси), основні технічні параметри, а також характеристики. Технічні параметри і характеристики є кількісним виразом основних властивостей проектного об'єкту. В ТЗ вказуються також умови експлуатації, масово-габаритні характеристики, експлуатаційні і художньо-естетичні вимоги.

Ескізний проект включає схемні рішення (електричні, кінематичні, гідравлічні й ін.), ескізи загального вигляду проектного виробу та основних його частин, необхідні конструкторські розрахунки і короткий опис пристрою та його роботи. Ескізний проект може містити (і часто містить) декілька варіантів реалізації створюваного технічного пристрою, один з яких (кращий за якимось критеріями) розробляється як технічний проект.

В *технічному проекті* розробляються креслення загального вигляду створюваного пристрою, складальні креслення основних вузлів і робочі креслення основних деталей. На стадії розробки технічного проекту виявляються технічні суперечності, які не дозволяють вирішити поставлені задачі й отримати необхідні параметри та характеристики (повне виконання технічних умов). Наприклад, зменшення габаритів пристрою призводить до зниження міцності й жорсткості деталей, підвищення точності виготовлення розмірів – до різкого зростання вартості, підвищення тепло- і вібростійкої – до застосування дефіцитніших і, отже, дорожчих матеріалів.

Пошук технічних рішень, які врегульовують такі суперечності, призводить, як вже наголошувалося раніше, до винаходів, а іноді й відкриттів. Одночасно з розробкою креслень розробляються й інші документи, наприклад, *технічні умови* (ТУ) і *технологічний проект* (ТП) на виготовлення розробленого пристрою. В ТУ вказують назву пристрою, його призначення, умови експлуатації, основні технічні параметри та характеристики, а також методи випробувань і умови, згідно яких приймаються виготовлені пристрої. ТП містить опис процесу виготовлення пристрою у вигляді технологічних документів (технологічні карти відповідних операцій ТП, устаткування й інструменти, які використовуються для цього, режими обробки, розрахунки витрат часу на виготовлення й іншу необхідну інформацію, без якої процес виготовлення неможливий).

Конструкторська документація оформляється відповідно стандартів єдиної системи конструкторської документації (ЕСКД), а технологічна – єдиної системи технологічної документації (ЕСТД).

При розробці *робочого проекту* виконуються остаточні креслення загального вигляду пристрою, складальне креслення пристрою в цілому,

складальні креслення всіх його вузлів, робочі креслення всіх деталей і складальних одиниць. На цій стадії розробляються *пояснювальна записка (ПЗ), технічний опис (ТО)* та інші текстові документи, що доповнюють конструкторську і технологічну документацію.

Комплект креслень разом з ПЗ, ТО і ТУ складають *комплект конструкторсько-технологічної документації (ККТД)*, необхідний для проведення *дослідно-конструкторських робіт (ДКР)* з виготовлення дослідних зразків пристрою. Контроль за ходом ДКР здійснюється саме за ККТД. Під час проведення ДКР проводять необхідні зміни щодо конструкції пристрою або ТП його виготовлення з обов'язковим внесенням всіх змін до ККТД. Остаточним підсумком ДКР є випробування пристрою за передбачуваних умов експлуатації і визначення ступеню відповідності його реальних технічних характеристик раніше заданим. Після цього робиться висновок про можливість виготовлення цього пристрою в умовах серійного чи масового виробництва.

4. Принципи і правила проектування й моделювання.

Проектуючи технічний пристрій, конструктор прагне отримати найбільший економічний ефект, який характеризується відношенням отриманого результату від застосування пристрою до витрат на його створення, включаючи експлуатаційні витрати за весь період роботи. Робота технічного пристрою визначається його корисною віддачею, тобто вартістю продукції або корисної роботи, яка виконується за одиницю часу, та залежить від його продуктивності (об'єму виробленої продукції або роботи, виконаної за одиницю часу) і вартості операцій. Основними способами підвищення продуктивності, наприклад, технологічної лінії є збільшення кількості одночасно здійснюваних операцій або одночасно оброблюваних виробів, скорочення тривалості технологічного циклу, автоматизація технологічного процесу. Економічний ефект багато в чому залежить від надійності.

Надійність технічного пристрою полягає в його здатності виконувати задані функції, зберігаючи свої основні характеристики (за певних умов експлуатації). Надійність охоплює такі поняття, як **безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність і збережуваність**. Показники надійності – безвідмовна робота, робота на відмову, технічний ресурс, термін служби та ін.

Довговічність – це властивість технічного пристрою зберігати працездатність протягом певного часу або впродовж виконання певного об'єму роботи. Основним шляхом підвищення надійності є збільшення міцності і жорсткості конструкції. **Міцність** можна підвищити без збільшення маси завдяки застосуванню вигідних профілів і форм, максимальному використанню властивостей матеріалу і рівномірному навантаженню всіх елементів конструкції. **Жорсткість** підвищують вибором раціональних схем навантаження, розстановкою опор і т.п.

Розглянемо основні принципи, якими керується конструктор, проектуючи машину, – **принцип уніфікації і принцип технологічності конструкцій**. **Уніфікація** – раціональне зменшення числа об'єктів однакового функціонального призначення, що виражається в багатократному використанні в

конструкції тих самих елементів. Це сприяє зменшенню числа типів деталей одного призначення та вартості виготовлення, спрощенню експлуатації і ремонту технічних пристроїв. Так, вантажні автомобілі й інші транспортні і універсальні машини Білоруського автомобільного заводу (БелАЗ-540, БелАЗ-548 та ін.) вантажопідйомністю 27, 40, 65, 110 і 160 т створені з уніфікованих деталей і вузлів на базі двох двигунів, які відрізняються лише кількістю циліндрів та потужністю. Розрізняють уніфікацію конструктивну і технологічну, уніфікацію марок і типорозмірів матеріалів. Уніфікація при конструюванні і технічному моделюванні в навчальному закладі призводить на практиці до зменшення кількості різнотипних деталей. Вона створює умови для забезпечення взаємозамінності та багатократного використання уніфікованих деталей і складальних одиниць: рушійних установок, редукторів, підшипників кочення, джерел живлення, кріпильних деталей, пружин і т.п. Проектуючи нову модель або технічний пристрій, використовують вже наявне технологічне устаткування, уніфіковані деталі і складальні одиниці. На основі уніфікації та застосовуючи різні методи конструювання, створюють похідні машини.

Технологічність конструкції – це її виробнича і експлуатаційна характеристика, яка включає комплекс техніко-економічних вимог. Забезпечення технологічності починається ще в процесі проектування. Так, при розробці принципової кінематичної схеми машини, прагнуть скоротити загальну кількість ланок, що входять в машину, об'єднати робочі органи. Це зменшує розміри і вагу машини, витрату матеріалу й трудові витрати при її виготовленні, сприяє спрощенню її експлуатації і ремонту. Створюючи нову машину, конструктор повинен передбачити все, що може полегшити і здешевити як її складання і розбирання, так і її експлуатацію та ремонт. Деталі і складальні одиниці, придатність яких необхідно систематично контролювати, повинні бути взаємозамінними і зручно розташовуватись в машині, легко зніматись і кріпитись на місце. Тому й прагнуть раціонально розчленовувати машину на окремі складальні одиниці. Розрізняють конструктивне розчленовування (на окремі легко замінювані складальні одиниці) і технологічне розчленовування машини (на зручні для виготовлення частини, що потім поєднуються в закінчені одиниці). Чим більшою є кількість окремих частин розчленованої машини, тим об'ємнішою є робота зі складання, коротшим виробничий цикл, простіше організувати поточне виробництво. З іншого боку, із збільшенням числа роз'ємів зростає число оброблюваних поверхонь деталей, механічна обробка і складання стиків стають ще більш трудомісткими.

Для забезпечення технологічності важливим є вибір матеріалу. Вибираючи матеріал деталі, враховують технічні вимоги, характер і величину навантажень. Сьогодні асортимент матеріалів дуже широкий. Варто мати на увазі, що дешевий матеріал зачасти вимагає додаткових витрат на його зміцнення й інші операції, пов'язані з покращенням якості, тому при виборі слід керуватися не дешевизною матеріалу, а мінімальною собівартістю готової деталі. Необхідно враховувати також ефективність машини, складальної одиниці, деталі в експлуатації, порівнювати витрати на їх виробництво з

економією, яка може бути отримана від збільшення терміну безвідмовної роботи машини, подовження її міжремонтного періоду.

В підвищенні технологічності важливу роль відіграє взаємозамінність деталей. Слід зазначити, що технологічність не може слугувати визначальним початком в конструюванні. Головним напрямом конструювання є підвищення якості машин, їх надійності, економічного ефекту, а технологія всіма засобами повинна забезпечувати рішення цих задач, але не диктувати напрям конструювання.

В більшості випадків при рішенні нових задач конструктор прагне використовувати ті методи, за допомогою яких раніше вже розв'язувалися подібні задачі, і якщо ці методи не дають бажаного результату – шукає нові. В практиці створення техніки застосовувалася безліч методів і прийомів рішення задач. Ось деякі.

Метод аналогії – використання при конструюванні відомих конструкцій, форм, процесів, матеріалів і т. п., які вже існують в близьких областях техніки, науки або в природі. Аналогія є основою моделювання. Найвідповідальнішим етапом при цьому є пошук аналога. Використання аналогів найчастіше здійснюють за допомогою наступних прийомів: *імітації*, *псевдоморфизації*, *масштабної зміни розмірів* і ін.

Імітація – додавання новому технічному об'єкту форми, кольору чи зовнішнього вигляду за аналогією з будь-яким іншим вже відомим об'єктом. До речі, новий об'єкт може відрізнятися від аналога за хімічним складом, структурою та іншими властивостями.

Псевдоморфизація – виконання технічного об'єкту у формі іншого, зовсім іншого за призначенням об'єкту (наприклад, кулькову ручку роблять у вигляді мисливської рушниці, відбійного молотка і т. д.).

Масштабна зміна розмірів – збільшення (гіперболізація) або зменшення розмірів відомих технічних об'єктів задля отримання нового ефекту (наприклад, в однотипних машинах з різною продуктивністю змінюють лінійні розміри, найчастіше – довжину, зберігаючи при цьому форму і розміри поперечного перетину). Зазвичай, таким чином конструюють роторні машини, продуктивність яких пропорційна довжині ротора (наприклад, шестерінчасті і лопатеві насоси, вальцюві машини, мішалки і ін.).

Метод об'єднання дозволяє при створенні нової конструкції застосувати складальні одиниці або їх групи запозичені з інших, вже відомих конструкцій. Можливо декілька варіантів об'єднання.

Інтеграція – отримання нового об'єкту шляхом об'єднання двох або більше конструктивних елементів самостійного призначення таким чином, аби вони повністю чи частково доповнювали один одного. Наприклад, об'єднуючи насос і форсунку можна отримати агрегат для подачі нормованої кількості пального в циліндр двигуна внутрішнього згоряння.

Аглютинація – приєднання до основного технічного об'єкту іншого, який, можливо, й не матиме самостійного призначення.

Агрегування – створення певної конструкції на основі геометричної та

функційної взаємозамінності окремих агрегатів і складальних одиниць, які відокремлено монтуються на одній загальній базовій деталі: корпусі, рамі, станині і т.п. Це дає можливість паралельно проектувати окремі складальні одиниці машини спеціалізованим групам конструкторів. Саме так виготовляються редуктори, гальма, гідро- і пневмоапаратура та інші складальні одиниці, які входять до машин різного призначення. В умовах швидкої зміни моделей агрегатування є найпрогресивнішим методом конструювання. Різновидом агрегатування є використання базового агрегату і модульних елементів. Наприклад, при створенні самохідних кранів, дорожніх машин, навантажувачів, укладальників та ряду сільськогосподарських машин базовим агрегатом слугує автомобільне або тракторне шасі, яке випускається серійно. Монтуючи на ньому додаткове устаткування, отримують серію машин різного призначення. Модульні елементи широко використовують при конструюванні апаратури в електронній промисловості. Мікромодулі – найпростіші складальні одиниці радіоелектронних виробів, які виготовлені з діелектричних пластинок з укріпленими на них мікросхемами. Застосовують модульні елементи також в будівництві та при створенні роботів.

Резервування – збільшення кількості ненадійних однотипних складальних одиниць і елементів в об'єкті задля підвищення його надійності. Наприклад, на теплових електростанціях, в котельнях ставлять резервні насоси, які починають працювати в разі зупинки або виходу з ладу основних насосів.

Компактування – паралельне з'єднання машин чи агрегатів з метою збільшення загальної потужності або продуктивності устаткування. Машини, які з'єднують, встановлюють або поряд як незалежні агрегати (двигуни на літаках і судах), або пов'язують один з одним синхронізуючими, транспортними та іншими пристроями (паралельна установка машин групами в автоматичних лініях, робочі кліти в прокатних станах і ін.).

Мультиплікація робочих органів і робочих позицій дозволяє збільшити кількість одночасно оброблюваних деталей, поверхонь і т.п.

Метод секціонування – дроблення технічного об'єкту на секції, осередки, блоки, ланки з метою отримання нових об'єктів набором різної кількості цих секцій і т.п., забезпечення взаємозамінності, зручної експлуатації та ремонту. Так отримують підйомні транспортні пристрої (транспортери) різних видів, пластинчаті теплообмінники, гідравлічні насоси. Набором секцій можна отримати, наприклад, ряд багатоступінчатих насосів різного тиску, уніфікованих за основними робочими органами.

Метод модифікації – це перебудова машини з метою пристосування її до інших умов роботи, або до випуску нової продукції без зміни основної конструкції. Наприклад, модифікація машини для роботи в різних кліматичних умовах зводиться, переважно, до заміни матеріалів машини: яка працює в жаркому і вологому кліматі, застосовують корозійностійкі сплави, в арктичному – морозостійкі матеріали і т.п.

Уніфіковані ряди служать для утворення ряду вихідних машин різної потужності або продуктивності шляхом зміни кількості головних робочих

органів і застосування їх в різних комбінаціях. Такі ряди називають сімейством, гаммою або серією машин. Прикладом є створення рядів чотиритактних двигунів внутрішнього згоряння на базі уніфікованої циліндрової групи та частково уніфікованої шатунно-поршневої групи. Іншим прикладом можуть бути роторні машини-знаряддя. Продуктивність роторних машин пропорційна числу операційних блоків, встановлених на них. Блоки можна міняти, пристосовувавши машину до виконання різних операцій. Варто зазначити, що винахідники і раціоналізатори при рішенні технічних задач широко використовують методи трансформації (механічної, гідравлічної, пневматичної) і комбінування. Комбінування дозволяє переставляти деталі, складальні одиниці або механізми з одного місця на інше в межах одного технічного об'єкту або переносити певний елемент з одного технічного об'єкту на інший. Наприклад, сервомеханізм, призначений для регулювання гідротурбін, встановлюють на тракторах, автомобілях та інших транспортних машинах для полегшення керування. Створюючи технічні моделі застосовують методи копіювання, прототипів і оптимального проектування.

Метод копіювання припускає виготовлення нової моделі за вже існуючою або детально розробленою документацією. Цей метод застосовується для створення моделей-копій, коли терміни створення моделі обмежені. Моделі для спортивних змагань методом копіювання не виготовляють, оскільки він обмежує творчий пошук кращих рішень.

Метод прототипів, або статистичний, дозволяє отримати параметри нового зразка моделі шляхом порівняння їх із статистичними даними побудованих моделей того ж класу. Використовуючи цей метод, прагнуть створити модель з кращими характеристиками. Метод прототипів є ефективним, якщо мають багато зразків моделей, вже що проявили себе на змаганнях.

Метод оптимального проектування моделей припускає пошук найвигідніших параметрів моделі за допомогою інженерних розрахунків.

5. Основні показники, які в першу чергу враховуються при проектуванні технічних об'єктів.

При проектуванні технічних об'єктів необхідно:

- віддавати перевагу простим циліндричним формам порівняно з конічними і сферичними; знімаючи фаски та роблячи скруглення уникаючи гострих кутів; виконувати плавні переходи від однієї поверхні до іншої;
- передбачати однакову й рівномірну товщину стінок виробів; робити приливи, бобишки з метою посилення слабких місць;
- на одній висоті розташовувати поверхні обробки; для полегшення ремонту поверхні тертя виконувати на окремих, легко замінюваних деталях, а не на корпусах;
- замінити, де це можливо, механізми з прямолінійним поступально-поворотним рухом вигіднішими механізмами з обертальним рухом;
- уникати відкритих механізмів і передач, вкладаючи їх у корпуси;
- зменшувати об'єм механічної обробки або замінити її продуктивнішими способами обробки без знімання стружки;

- розробляти спочатку окремі деталі, що входять в складальні одиниці, а потім корпусні деталі;
- економити дорогі й дефіцитні матеріали, використовуючи їх повноцінні замітники;
- дотримуватись вимог технічної естетики, надаючи машинам чіткі архітектурні форми, покращувати зовнішню обробку машини.

Як відомо, в основі проекту лежить певна проблема, щоб її вирішити, людина повинна мати знання з різних галузей науки, а також володіти певними вміннями: інтелектуальними (робота з інформацією, її аналіз, узагальнення і висновки), творчими (вироблення ідеї, варіантів вирішення проблеми, прогнозування результатів), комунікативними (ведення дискусії, уміння слухати й чути співбесідника, обстоювати свою точку зору, висловлювати власну думку). Реалізуючи проекти, варто пам'ятати, що кожен виріб, послугу можна виконати різними способами – варіантів вирішення кожного завдання є безліч. Тому, перш ніж розпочати виконання проекту, потрібно переконатись у тому, що обраний варіант найбільш технологічний, економічний, екологічний, відповідає вимогам дизайну, найбільше задовольняє вимоги школи, сім'ї чи ринку.

Основні поняття: художнє конструювання, стадії та аналіз художнього конструювання. Дизайн як наукова дисципліна вивчає комплекс проблем, що виникають при аналізі зв'язків і відносин системи «людина – виріб – середовище». Результатом їхніх досліджень є розуміння сутності проектування функціонально доцільних, технічно зроблених, економічно виправданих і естетично виразних виробів, що складають у сукупності оптимальне предметне середовище для життєдіяльності людини. Особливо важливим стає вивчення тих властивостей промислових виробів, що виявляються в процесі експлуатації. Сукупність таких властивостей виступає як кінцева мета створення виробу і відповідає критеріям оцінки споживачем його якості. До найважливіших споживчих властивостей промислових виробів відносяться: суспільна доцільність, відповідність призначенню, зручність експлуатації і ремонту, естетична значущість. Вироби, що створюються за допомогою художнього конструювання повинні відповідати сучасним вимогам, які пред'являє до них штучне предметне середовище, що безперервно змінюється та удосконалюється. Аналіз споживчих властивостей, а також облік сформованого в суспільстві розуміння можливих засобів задоволення людських потреб, дозволяють сформулювати визначені вимоги, щодо оцінки якості проектування і виробництва промислової продукції, як вимоги дизайну. Вони являють собою систему принципів і закономірностей, що відображають усю складність взаємин людини з предметним світом. Комплекс вимог дизайну і сукупність споживчих властивостей виробів можна умовно розділити на чотири групи: 1) соціальні; 2) утилітарно-функціональні; 3) ергономічні; 4) естетичні.

Для того щоб оцінити сукупність суспільно корисних властивостей виробу-речі, необхідно врахувати групу вимог, пов'язаних з матеріальними витратами: одноразовими – на виробництво виробів і тривалими – на його споживання і ремонт. Кінцевий критерій оцінки відповідності промислових

виробів вимогам дизайну – це результат порівняння величини корисного ефекту споживання речі і сумарних матеріальних витрат.

Художнє конструювання – новий метод проектування виробів промислового виробництва, впровадження якого повинне забезпечувати високу якість продукції. Основною метою художнього конструювання є активне вдосконалювання навколишнього середовища, естетизація матеріальної сфери праці і побуту людини. Треба відзначити, що зміст та стадії художнього конструювання визначаються напрямками, за якими розвивається дизайн сьогодні. У сфері діяльності дизайнера існують різні напрями (спеціалізації), з яких найпоширеніші наступні: приладо- і машинобудування, засоби транспорту, вироби легкої промисловості, інструменти, промислова графіка тощо. Останнім часом спостерігається інтенсивний розвиток традиційних видів проектування – архітектурного, містобудівного, промислового і нового виду дизайнерського проектування – системотехнічного, організаційно-управлінського (АСУ), соціального тощо.

Основні принципи художнього конструювання виробів промислового виробництва:

- 1) комплексне, одночасне вирішення утилітарно-функціональних, конструктивно-технологічних, економічних, соціальних і естетичних питань;
- 2) врахування особливостей навколишнього середовища та конкретних умов;
- 3) Єдність форми і змісту.

У художньому конструюванні найвагомішим є вирішення утилітарно-функціональних питань. Будь-який виріб, зроблений людиною, має визначене призначення і виконує відповідну функцію. У процесі проектування як форми виробу в цілому, так і окремих частин, у першу чергу необхідно прагнути до того, щоб форма виробу максимально відповідала його утилітарно-функціональному призначенню. В сучасній практиці проектування сутність першого принципу можна відобразити лаконічною формулою: користь + зручність + краса. Кожний елемент цієї формули являє собою сукупність наступних факторів: «користь» – техніко-економічних; «зручність» – ергономічних; «краса» – естетичних. Тому у процесі художнього конструювання повноцінний результат оптимального рішення форми виробу є наслідком використання цієї формули. Не можна нехтувати окремими складовими формули на користь інших (наприклад, менше уваги приділяти питанням зручності та функціональності майбутнього виробу, і за рахунок цього спрощувати його конструкцію, технологію виготовлення тощо). Виріб, як об'єкт проектування повинен відповідати оточуючому середовищу і конкретним умовам. Розглянемо декілька прикладів:

1. Планування та конструкція автобусів, які призначені для внутрішнього міського та міжміського транспортування (рейсові поїздки на великі відстані), повинні бути зовсім різні. У першому випадку, у конструкції автобуса необхідно забезпечити більш вільні проходи та більшу кількість дверей. У другому випадку, навпаки, необхідно максимальне використання площі під місця для сидіння, та наявність одного виходу та одного входу.

2. Транспортні засоби пересування в умовах півночі та півдня, тобто різних кліматичних умов, повинні мати суттєві конструктивні відмінності, технічні та експлуатаційні характеристики. Тому, на стадії визначення конструкції автобусу та матеріалу для його виготовлення, мають бути враховані температурний режим, кліматичні особливості регіону, в якому буде відбуватись його експлуатація.

3. Питання, що пов'язані з визначенням кольору для фарбування промислових приміщень та обладнання неможливо розв'язати у загальному вигляді, без урахування конкретних умов. Відомо, що визначення кольору інтер'єру залежить від багатьох аспектів, наприклад, характеру промислового процесу, розмірів та завантаженості промислової площі, освітленості приміщень тощо.

Таким чином, жоден об'єкт проектування не можливо розглядати без урахування умов навколишнього середовища та конкретних умов експлуатації.

Єдність форми та змісту (образність). Цей принцип, з точок зору художньо-естетичних та соціальних вимог до об'єкту проектування є найбільш складним і відповідальним в художньому конструюванні. Наприклад, відомо, що протягом століть формується архітектура різних будинків і споруджень, поєднуючись з їхнім змістом. В історичному процесі розвитку архітектурні форми змінювалися разом із прогресивним розвитком науки, техніки, мистецтва і соціальних умов життя людей. Ці зміни форм і зразків в утилітарних мистецтвах склалися головним чином з появою нових матеріалів і конструкцій, нових соціально-економічних і побутових умов, під час розвитку продуктивних сил суспільства. Найбільш широко принцип єдності форми та змісту використовується у галузі автомобілебудування. Образ різних типів об'єктів дизайну формується в складному творчому процесі з урахуванням основних принципів, у тому числі і принципу єдності форми і змісту.

Методика художньо-конструкторського аналізу. Поняття аналізу та інших способів розумової діяльності конструктора ми розглядали у попередніх параграфах, тому зараз окреслимо лише особливості художньо-конструкторського, функціонального та композиційного аналізу. Художньо-конструкторський аналіз – це комплексний, цілісний і різнобічний процес, у ході якого послідовно розглядають та оцінюють досконалість виробу, і зокрема: функціональність, конструктивність, технологічну доцільність, експлуатаційну практичність, економічність, вимоги ергономіки, раціональність композиції й естетичність. Розрізняють таку послідовність художньо-конструкторського аналізу об'єктів проектування:

- збір інформації з різних джерел – патентних матеріалів, каталогів і проспектів, що відносяться до аналогів заданого для проектування виробу;
- підбір діючих аналогів виробу, що проектується;
- аналіз функціональних вимог з визначенням зв'язку «людина-машина», «предмет-середовище» і безпеки експлуатації;
- виявлення відповідності форми конструктивній основі, логіці і тектонічності форми;

■ аналіз відповідності матеріалів у функціональному, конструктивному і декоративному відношеннях;

■ аналіз технологічності виробу як в окремих елементах, вузлах і деталях, так і в цілому;

■ аналіз композиційного рішення цілісності форми, єдності характеру всіх елементів і відповідності форми стильової спрямованості;

■ загальний висновок по виробу.

Із завдання на проект дизайнер довідується про призначення об'єкту, його принципіальну будову, технологічні можливості його виготовлення, зв'язок з предметним середовищем тощо. Дизайнеру треба багато чого знати: як діє машина або прилад, в яких умовах вона буде працювати, які існують можливі типові варіанти конструкції даного об'єкту; вимоги до нього тощо. Як правило, об'єкт має прототипи, тому їх необхідно враховувати у процесі проектування. Прототипи – це вироби, що виготовлялися раніше і мають аналогічну функцію та умови експлуатації, що й об'єкт проектування. Якщо проектується зовсім новий виріб, який не має прямого прототипу, дизайнери вивчають аналогічні машини або речі. Аналоги – це вироби, які мають подібні чи близькі за змістом функції до об'єкту проектування.

Під час художньо-конструкторського аналізу виробу особливу увагу звертають на функціональні вимоги до нього. Функцію виробу необхідно розуміти дуже широко, обов'язково у зв'язку з діяльністю людини. Призначення виробу – це його основна функція. Комплекс функціональних вимог розподіляється за чотирма основними групами виробів:

1) вироби, що безпосередньо обслуговують людину (предмети побуту, одяг, взуття, меблі й ін.);

2) вироби, що безпосередньо обслуговують людину і виконують технічну функцію (побутові прилади, електроарматура тощо);

3) промислові вироби, які виконують робочу функцію і частково обслуговують людину (верстати, прилади, машини, засоби транспорту);

4) промислові вироби, які виконують тільки робочу функцію (автоматизовані системи, вузли механізмів машини, автоматичні лінії).

До першої групи виробів ставляться дві умови: по-перше, вироби, якими безпосереднє користується людина, повинні володіти такою формою, яка б відповідала анатомії та фізіології людини; по-друге, вони повинні володіти такими властивостями та якостями, які б робили їх дійсно необхідними для людини. Кожна річ, яка призначена для безпосереднього споживання, повинна оцінюватися за власними корисними властивостями. Вироби, що відносяться до другої групи, мають більш складну функціональну структуру, вони обслуговують людину, об'єднуючи в собі технічну та споживчі функції. До третьої групи відносяться знаряддя праці, що вимагають від людини відповідних фізичних зусиль. Ці знаряддя праці повинні мати гарну форму, що відповідає трудовим рухам людини, а також володіти необхідними робочими властивостями. Знаряддя праці, які самостійно виконують робочі функції, без безпосередньої участі людини але під його контролем, відносяться до четвертої

групи. Вироби даної групи мають складні комплекси керування, які поєднуються або просторово відокремлюються від них. Однак слід мати на увазі, що дана класифікація вимог спрощена. Багато виробів, що оточують людину мають складні і різноманітні функції, які потребують комбінованого використання. В залежності від того, до якої з груп відноситься об'єкт проектування, визначається відповідний комплекс функціональних вимог, що пред'являє дизайн до певного виробу.

Функціональний аналіз. Аналіз функціональних вимог – це визначення соціального значення виробу, тобто облік та оцінювання усіх якостей, що характеризують зв'язок «людина – виріб». Не менш важливим у функціональному аналізі є виявлення зв'язку «виріб – середовище». Потрібно звернути увагу на те, наскільки форма виробу за своїм характером та стильовим спрямуванням відповідає іншим елементам, які у процесі використання складають комплекс виробів (наприклад, комплекс елементів з яких складається інтер'єр приміщень різного призначення). Таким чином, функціональність – це зручність, раціональність, відповідність та досконалість.

Композиційний аналіз. Поняття композиція виробу, предмета чи виробу пов'язано з поняттям їх образності та художньої виразності. Композиційна якість – кінцева фаза, до якої приходять лише після ретельного і всебічного аналізу всіх утилітарних і функціональних вимог, пропонованих щодо виробу. Вироби повинні мати оригінальну композицію і цілісність форми, але це не головне, тому що конструкції всіх виробів обов'язково повинні відповідати їх функціональним вимогам.

Завдання і запитання для закріплення та засвоєння навчального матеріалу

1. Що розуміють під “проектом” та “проектуванням”?
2. Які види проектування виділяють за їх змістом?
3. Що розуміють під проектно-технологічною діяльністю та з яких етапів вона складається?
4. На які стадії розбиваються етапи виконання проекту учнями загальноосвітньої школи?
5. В чому полягає зміст діяльності вчителя та учнів у процесі виконання всіх стадій проектування?
6. На які етапи поділяється процес створення нових технічних об'єктів?
7. Які стадії включає процес конструювання технічного пристрою?
8. На основі яких принципів і правил проводиться проектування і моделювання технічних пристроїв?
9. Які методи використовує конструктор при створенні технічних об'єктів?
10. Які показники враховуються в першу чергу при проектуванні технічних об'єктів?

Тема 3. Моделювання і моделі.

План

1. Суть і характеристика моделювання і моделей.
2. Види і методи моделювання.
3. Класифікація моделей технічних об'єктів і пристроїв.
4. Використання моделювання в проектній діяльності.
5. Основні етапи створення технічних моделей.

Література: 1, 2, 3, 6, 11, 20, 21, 27, 28, 29, 30, 45, 60, 87, 92.

1. Суть і характеристика моделювання і моделей.

В техніці і технології *модель* – це створений людиною штучний об'єкт або явище, що відображає основні властивості реального об'єкту або явища. Досліджуючи властивості моделі, людина отримує нові знання про реальний технічний об'єкт або явище. Слово «модель» (від лат. *modulus* – міра, зразок) має декілька смислових відтінків і використовується в багатьох галузях науки, техніки, виробництва, навчання. В широкому значенні – це умовний образ (зображення, схема, опис і т. п.) будь-якого об'єкту (або системи об'єктів), процесу або явища.

В наукових дослідженнях під моделлю розуміють таку подумки уявлену або матеріально реалізовану систему, яка, відображаючи або відтворюючи об'єкт дослідження, здатна замішати його так, що її вивчення дає нам нову інформацію про цей об'єкт.

У навчанні модель використовується як засіб наочності для отримання знань про реальний об'єкт або явище, наприклад, моделі майбутніх споруд, архітектурних ансамблів, механізмів, приладів і процесів. У будівництві зачасти використовуються архітектурні моделі-макети, виконані в певному масштабі. Такі моделі використовувалися з прадавніх часів і до цього часу.

В автомобіле- і літакобудуванні та у космонавтиці моделі ще важливіші. Загальновідомо, що спочатку майбутні автомобіль чи літак ретельно виготовляють у зменшеному масштабі (тобто роблять його модель), зберігаючи при цьому середнє значення об'ємної ваги. Потім цю модель випробовують в аеродинамічній трубі (задля інформації щодо властивостей пересування) і за отриманими даними роблять висновок про доцільність проведення подальших робіт, що значно економить матеріальні й інтелектуальні засоби. В космонавтиці невагомість часто моделюють за допомогою спеціального рідкого середовища або ж за контрольованого падіння літака. Так само можна штучно змінити і вагу людини, моделюючи умови її життя на інших планетах.

Моделі різних споруд людство почало будувати надзвичайно давно. Але, на великий жаль, зачасти вони враховували лише геометричне співвідношення окремих частин моделі і реального об'єкту, не беручи до уваги різні фізичні явища, пов'язані, наприклад, з використанням неоднакових матеріалів для їх споруд. Це стало причиною багатьох невдач, катастроф. Поступово зусиллями багатьох вчених була створена *теорія подібності*, яка

розглядає подібність фізичних явищ. Одним з перших цю теорію застосував російський винахідник І.П. Кулібін при моделюванні арочного моста. Він встановив, що зміна масштабу деталей непропорційно міняє умови їх роботи. Наприклад, при зміні лінійних розмірів моделі в k раз власна вага її змінюється в k^3 раз, а площа поперечних перетинів елементів – в k^2 раз; моделі в $1/k$ натуральної величини мають напруження від власної ваги в k раз менше, ніж напруження в оригіналах. Теорія подібності застосовується при моделюванні технічних пристроїв та інженерних споруд. При цьому модель випробовується в умовах, наближених до умов, у яких працюватиме спроектований об'єкт. Отримані результати використовуються при створенні об'єкту. Такий підхід у техніці отримав широке розповсюдження і став називатися **моделюванням**. Майстерно робили моделі вітчизняні винахідники І.П. Кулібін, А.Н. Крилов, Д.І. Журавський, В.А. Дехтярьов і багато інших творців техніки.

Моделювання є метод дослідження складних технічних пристроїв, споруд або процесів на їх моделях однакової або різної фізичної природи із застосуванням теорії подібності при постановці експерименту і обробці його результатів.

2. Види і методи моделювання.

Потреба в моделюванні виникає тоді, коли безпосереднє дослідження самого об'єкту утруднене, дороге або вимагає великих витрат часу. Залежно від характеру процесу або об'єкту, що заміщається, розрізняють *пряме моделювання* і *метод аналогії*.

Пряме моделювання засновано на заміщенні фізичного процесу, що вивчається, подібним йому процесом тієї ж фізичної природи і застосовується при вивченні порівняно простих систем, наприклад, гідравлічних, теплових у випадку руху однофазних середовищ і т.п. Всі великі гідроелектричні станції (Асуанська, Братська, Волгоградська, Саяно-Шушенська, Нурекська та ін.) при проектуванні досліджувалися в штучно створених руслах і водоймах на їх моделях.

Метод аналогії використовують при вивченні складніших систем, наприклад, електричних, живих організмів і інших, а також виробничих і технологічних процесів. При цьому заміщають фізичні, хімічні, психологічні та інші процеси, які вивчаються, подібними їм процесами іншої природи. Дослідження проводять за допомогою спеціальних моделей, побудованих на ідентичності математичного опису оригіналу (об'єкту) і моделі.

Слід зазначити, що теорія подібності і засноване на ній моделювання не відображають цілком повно всі сторони і деталі явищ, що вивчаються.

На практиці застосовують три способи моделювання: *повне, неповне і наближене*. При *повному моделюванні* процеси, які характеризують явища, що вивчаються, змінюються подібно і в часі, і в просторі. При *неповному моделюванні* процеси, що характеризують явище, яке вивчається, подібні лише частково. В *наближеному моделюванні* між деякими параметрами систем або деякими параметрами їх режимів співвідношень подібності не існує.

З точки зору фізичної природи подібних явищ розрізняють два види подібності: *фізичне і математичне*. *Фізична подібність* існує за умови

однакової фізичної природи подібних явищ. Це означає, що механічним процесам в прототипі повинні відповідати механічні процеси в подібній йому моделі, електричним процесам – електричні і т.д. *Математична подібність* припускає лише відповідність параметрів технічного пристрою і моделі.

В технічних задачах виділяють ще й окремі види фізичної подібності. Так, про подібність руху тіл говорять як про *кінематичну подібність*, подібність мас окремих частин пристрою називається *матеріальною подібністю*, а подібність сил – *динамічною*. Технічні пристрої, подібні *кінематично, матеріально і динамічно* називають *механічно подібними*.

3. Класифікація моделей технічних об'єктів і пристроїв.

Класифікатор процесів моделювання і видів моделей має складну, ієрархічну структуру. Проте з навчальною метою його можна подати у спрощеному вигляді, наприклад, як це показано на рис. 3.3.1. З нього видно, що моделі можна розділити на дві великі групи: логічні і матеріальні.

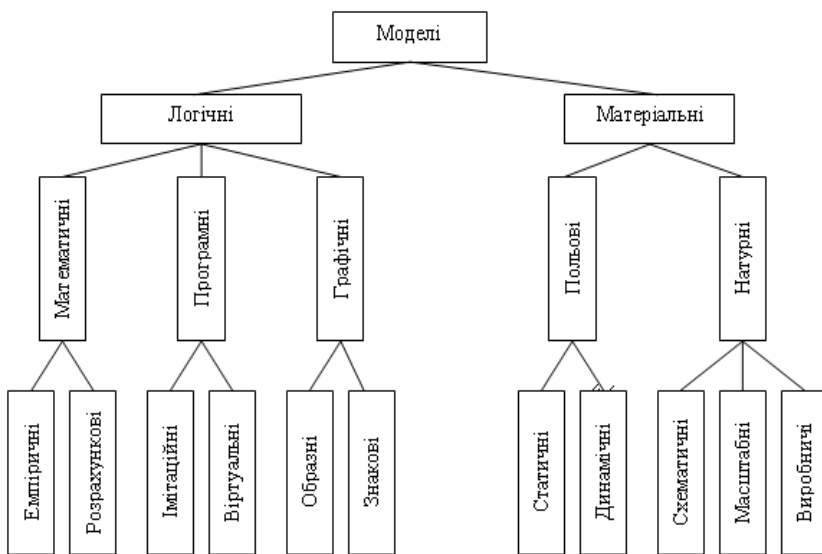


Рис. 3.3.1. Спрощений класифікатор видів моделей

Логічні моделі – моделі отримані шляхом зробленого висновку. До них, зокрема, відносяться математичні, інформаційні та графічні моделі.

Математичні моделі – описують процес або явище з допомогою емпіричних (дослідних) даних, з допомогою елементарних безперервних функцій, або (коли це не можливо) чисельними методами (розрахункові моделі).

З розвитком мікропроцесорної техніки, появою персональних комп'ютерів і засобів інформаційних технологій з'явився новий вид моделей – *інформаційні*. До них входять імітаційні та віртуальні моделі.

Імітаційні моделі отримують за допомогою засобів програмування і задля

моделювання найрізноманітніших процесів. Наприклад, за допомогою спеціальної комп'ютерної програми можна змоделювати будь-яку електричну схему і визначити, задаючись певними параметрами елементів, її вихідні характеристики. Таке моделювання відкидає необхідність складання схеми з реальних елементів і застосування спеціальної, іноді дороговартісної, вимірювальної апаратури, але точність визначення вихідних характеристик при цьому не погіршується.

Віртуальні моделі також створюються за допомогою засобів програмування, тобто, створюється віртуальне середовище в якому моделюється поведінка головного об'єкту. Це є найважливішою відмінністю віртуальних моделей від імітаційних.

Графічні моделі дають або предметне уявлення про об'єкт, або уявлення про відповідність будь-якого графічного символу певній дії чи стану. Графічні моделі поділяються на образні і знакові. Вони можуть бути як монохромними, так і кольоровими.

До *образних моделей* відносяться, наприклад, ескізи, схеми і креслення майбутніх пристроїв, а також креслення та ілюстрації об'єктів техніки і будівництва. До них також відносять продукти образотворчої діяльності (живопис, графіка, плакати, фотографії), виконані у двовірному чи тривірному просторі. Голографічні зображення також можуть бути віднесені до образних графічних моделей.

До *знакових моделей* відносяться зображення цифр, букв та ієрогліфів, різні умовні графічні зображення (дорожні знаки, різні покажчики і т.п.) і шифри.

Матеріальні моделі можна поділити на польові і натурні.

Польові моделі – тип аналогових моделей, тобто, в них природні процеси заміщаються іншими, наприклад, процесами в гравітаційних, електромагнітних або електричних полях. Їх можна поділити на моделі в статичному (незмінному) та динамічному (змінному) полях.

Натурні моделі – матеріальні моделі, тобто, виготовлені з натуральних або штучних матеріалів. Їх, у свою чергу, можна поділити на схематичні, масштабні і виробничі. *Схематичні моделі* повторюють основні функції прототипу, а *масштабні* – точні копії прототипу, виготовлені в певному масштабі. Прикладом *виробничих моделей* можуть бути воскові або дерев'яні моделі майбутніх металевих відливків, швейні моделі, архітектурні макети, промислові зразки різних товарів і т.п.

Просторово подібні моделі характеризуються геометричною подібністю щодо об'єкту, який вивчається (макети будинків, забудови селищ і міст, інструментів і пристосувань, географічні макети; біологічні муляжі; моделі кристалів, молекул і т. п.; компоновки (розташування устаткування в кабінетах, майстерних, цехах)).

Фізично подібні моделі – моделі дамб, кораблів, літаків, ракет, механізмів і вузлів машин і т. п.; моделі, що заміщають один вид живих організмів іншим, поширеним в біологічних дослідженнях, і ін.

Математичні подібні моделі відрізняються від об'єкту, що вивчається, фізичною природою, а відношення між об'єктом і моделлю, що вивчається, виражається аналогією. Це *аналогові моделі* – аналогові обчислювальні машини (АОМ), електричні моделі механічних, теплових, біологічних процесів і т. п.; цифрові обчислювальні машини ЦОМ), різні кібернетичні пристрої. Особливу групу матеріальних моделей складають *тренажери*. Їх застосовують для формування навичок керування складними об'єктами і машинами. Тут фізична модель поєднується з реальними приладами. Дія на ці прилади перетворюється в імпульси, що моделюють поведінку керованого об'єкту. Так, тренажери для пілотів, які керують вертольотами, відтворюють у курсанта всі фізичні відчуття, пов'язані з польотом в будь-якому напрямі, підйомом і спуском вертольоту.

Термін «моделювання», який широко застосовується в позакласній роботі з техніки, до моделювання, як методу наукового пізнання, жодним чином не стосується. Виготовлення моделей на заняттях є одним з найпоширеніших видів залучення учнів різних вікових груп до творчої діяльності в галузі техніки. Адже для багатьох така діяльність є прикладним технічним видом спорту. Моделі технічних об'єктів, які учні виготовляють на уроках технічної праці, позакласних заняттях або удома, називаються технічними. За призначенням вони діляться на моделі – *наочні посібники* і *спортивно-технічні*. Створюючи моделі – *наочні посібники* основну увагу звертають на принцип дії прототипу. При цьому не так важливо досягти зовнішньої схожості, як відтворити внутрішню будову. Наприклад, модель автомобіля повинна мати двигун, зчеплення, коробку передач, кермо і т.п. При побудові *спортивних* моделей прагнуть, щоб вони: або розвивали максимальну швидкість, або переміщалися на велику відстань, або піднімали чи переміщали певний вантаж на задану відстань і т.п. Спортивні моделі можуть бути кордовими (авіа-, судно-), стендовими (авто- і судно-), з дистанційним керуванням і такими, які вільно переміщуються.

Технічні моделі залежно від того, як вони відображають об'єкт, можна поділити на *моделі-копії* і *узагальнені моделі*.

Моделі-копії відображають або геометричну подібність прототипу (зразка), або його фізичну сутність. Вони зовнішні схожі (форма, колір) з прототипом, мають більшість вузлів, органи керування, рушійну установку з джерелом живлення і можуть переміщатися.

Узагальнені моделі не обов'язково повинні зовні бути схожими на прототип. Вони відображають основні ознаки й властивості всього класу машин, які вони представляють, механізмів, складальних одиниць (вузлів) і т.п. (наприклад, моделі гвинтової передачі, диференціалу і ін.).

Моделі можуть бути *динамічними* (діючими) і *статичними* (не діючими, або макети).

Учні будують моделі за наявними кресленнями або за прототипом, використовуючи при цьому пряме моделювання та ґрунтуючись на неповній чи наближеній подібності. Задавши масштабний коефіцієнт λ , за формулою розраховують параметри прототипу на модель. Наприклад, лінійні розміри моделі в порівнянні з прототипом зменшують в λ разів, тобто $L_m = L_n / \lambda$

де: L_m - лінійний розмір деталі моделі або моделі в цілому;

L_p - лінійний розмір аналогічної деталі або прототипу.

Такі параметри моделі, як швидкість руху, потужність двигуна моделі, площа конкретної деталі і т.п., визначають за іншими формулами.

4. Використання моделювання в проектній діяльності.

Моделювання в проектній діяльності - це використання програмного забезпечення для створення комп'ютерних моделей майбутніх виробів, для їх аналізу та отримання важливої інформації.

Цей метод являє собою цінний інструмент, який використовується інженерами при оцінці впливу капітальних вкладень в обладнання і фізичні засоби обслуговування, такі як промислові та інші підприємства, склади і розподільні центри. Симуляція може використовуватися для прогнозування ефективності існуючої або планованої системи і для порівняння альтернативних рішень для конкретної проблеми проектування.

На етапі проектного пошуку створюються початкові творчі ідеї у вигляді ескізних і графічних форм, або в об'ємному вигляді – макети. Графічна частина розробляється на основі технічного завдання й відповідних нормативних документів (ДЕСТів, нормалей). Створення ескізів промислових виробів починається з розробки принципової схеми, і завершується графічною розробкою окремих деталей. Наступний крок – створення виробу в цілому. На цьому етапі ескізи (певної кількості) можуть відображати ідею проекту загалом, зображувати окремі вузли із прорисовуванням окремих фрагментів деталей виробу, мати вигляд конструвальних схем. Початково ескізи виконуються без дотримання масштабу, оскільки цей етап є перевірочним щодо різних напрямків вибору форми і конструкції майбутнього виробу, які пізніше уточнюються через креслення з дотриманням масштабу та вимог ЕСКД (Єдиної системи конструкторської документації).

Ескізи конструктивних елементів виробів розробляють із врахуванням вимог щодо міцності, стійкості та жорсткості конструкції, зважаючи на максимальні габаритні відхилення під час експлуатації. Наприклад, для меблевого виробництва такими габаритними відхиленнями вважають перекидання стола чи шафи під час висування ящиків або відкривання дверцят тощо.

Також на цьому етапі інженери та дизайнери іноді використовують клаузуру (хоча її більше застосовують з навчальною метою). Клаузура може виконуватись на папері з використанням різноманітних зображувальних засобів. Клаузура – графічне зображення можливих варіантів майбутнього виробу як в загальному вигляді, так і з прорисовкою окремих частин чи деталей. Клаузура повинна мати завершену композицію щодо виробу чи проекту в цілому (рис. 3.4.1., 3.4.2.).

Особливе місце на цьому етапі має метод макетування майбутнього виробу (рис. 3.4.3., 3.4.4.). В умовах виробництва дедалі більше використовують інформаційні технології. Макетування за допомогою комп'ютерних технологій використовують для того, аби остаточно визначити конструкторські варіанти,

з'ясувати об'ємно-просторові пропорції тощо (рис. 3.4.5.). Однак більшість сучасних підприємств, окрім віртуального макетування, використовують традиційне виготовлення матеріальних макетів задля максимально реального відтворення об'єкту проектування, особливо стосовно кольорового вирішення. Виготовлення макету дозволяє з'ясувати дійсні співвідношення розмірів дослідного зразка та розмірів людини, або речей, з якими буде взаємодіяти (функціонувати) виріб.

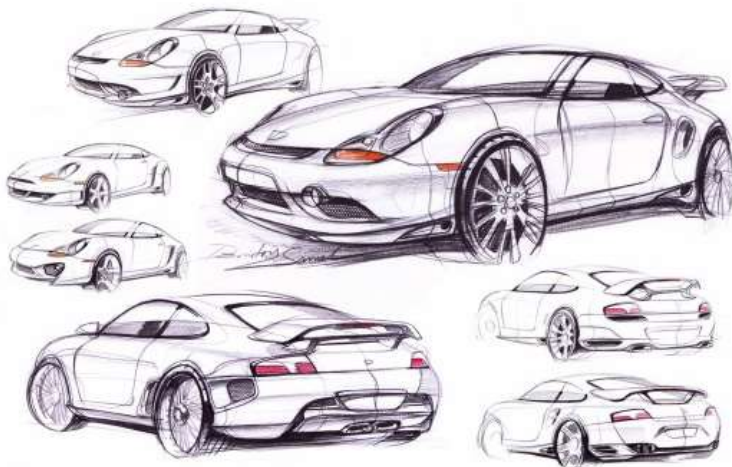


Рис. 3.4.1. Клуазура автомобіля (Samal Design)



Рис. 3.4.2. Клуазура жіночого взуття (Samal Design)



Рис. 3.4.3. Процес макетування авто (Samal Design)



Рис. 3.4.4. Готовий макет моделі (Samal Design)

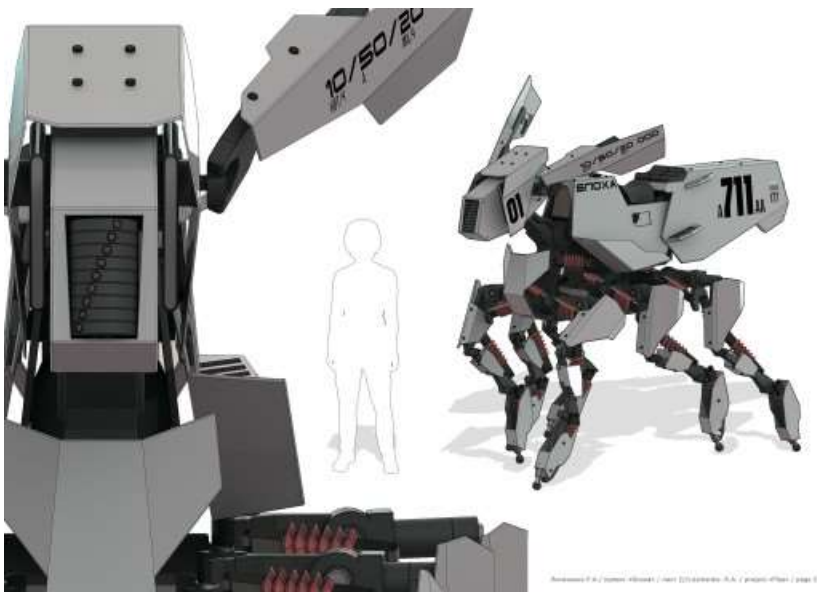


Рис. 3.4.5. Комп'ютерна модель «Роботизований транспортний засіб «Блоха»»
(Роман Лісіченко)

Отже, виготовлення чи реконструкція будь-якого виробу починається зі створення проектної документації. Щоб наочно уявити майбутній виріб у цілому, детально промалювати окремі його деталі й таким чином візуально зв'язати цю модель з технологічною схемою, рекомендується створити 3D-модель.

При розгляді пропозиції, що включає 3D-модель, можна побачити не знеособлений список деталей, а наочний образ майбутнього виробу. Щоб створити повноцінний 3D-образ майбутнього виробу, необхідно візуалізувати тривимірну графічну модель: додати текстуру до кожного об'єкта, вибрати точку спостереження і виставити світло, додати елементи навколишнього середовища і ландшафту.

Після цього можна отримати знімки візуалізації з різних ракурсів і відеоролик огляду повного виробу. Така віртуальна екскурсія допомагає виявити помилки чи додати елементи, які в майбутньому підвищать ефективність виробу, – наприклад, додати деталі чи змінити їх розміри тощо. Маючи 3D-модель, можна її модифікувати під нові вимоги: змінити розміри виробу, додати або прибрати деталі тощо.

Зміни одних елементів приведуть до зміни інших: збільшення розміру тягне за собою автоматичну зміну (перебудовування) розташування окремих деталей тощо. Таким чином з окремих частин виробу формується комплекс у цілому. Одна з важливих опцій застосування 3D-технології – створення проекту виробу. Завдяки 3D-моделюванню робота над різними розділами проекту буде

виконана швидше та якісніше. Маючи модель виробу з достатньою деталізацією всіх його деталей, можна отримати чимало переваг. Наприклад, будь-які види, розрізи для створення 2D-креслень робочої документації виходять майже миттєво. Доробок креслення вручну не уникнути, але це все одно приводить до значної економії часу.

Ще один плюс – створення різних специфікацій і відомостей: зміна у процесі проектування якогось вузла чи деталі буде миттєво відображатися завдяки наскрізному зв'язку між моделлю і створюваним документом. Серед переваг – можливість перевірки моделі на «колізії», інакше кажучи, пошук внутрішніх неузгоджень засобами програмного комплексу.

Виявлення таких неузгоджень у моделі, а не в процесі виготовлення дозволяє отримати значну економію. Також для деяких складних вузлів ізометричне 3D-креслення є набагато більш наочним варіантом подачі інформації. 3D-модель дає можливість детальніше опрацювати з'єднання різних деталей і менше віддавати на відкуп виробнику для доопрацювання на місці. Виконати різні розрахунки – наприклад, основи виробу або розрахунок на міцність металоконструкцій, можна за допомогою спеціальних модулів або окремих програмних комплексів. Не для кожного потенційного комплексу необхідне створення 3D-моделі. Іноді це буває зайвим: наприклад, коли у замовника є чітке бачення майбутнього виробу або досвід його експлуатації. Або ж якщо обсяги майбутнього виробу відносно невеликі та всі учасники і без 3D чітко уявляють його компонування. Ще одна популярна у світі технологія, яка розвивається в Україні, – Building Information Modeling (BIM), або інформаційне моделювання будівлі. Це набір взаємопов'язаних технологій і процесів, завдяки застосуванню яких вдається поліпшити результати на різних етапах життєвого циклу об'єкта будівництва.

Уся інформація BIM об'єднується в базу даних, що дозволяє в будь-який час отримувати актуальну проектну документацію та візуалізації, а також аналізувати їх. Підхід у проектуванні, коли об'єкт не тільки розглядається як геометрична модель, але і враховує план-графік будівництва, часто називають 4D, а 4D плюс інформацію про витрати прийнято позначати вже 5D. 3D-модель дозволяє замовнику побачити майбутній виріб у найдрібніших деталях, не виходячи зі свого кабінету.

5. Основні етапи створення технічних моделей.

В професійному і навчальному конструюванні є і спільні риси, і відмінності. Спільні риси – і конструктор і учень вирішують конструктивні задачі та проблемні ситуації, причому результатом цієї діяльності не завжди буде об'єктивно новий результат (як, наприклад, задачі, які вирішує винахідник).

Виконання конструкторських завдань висуває до виконавця ряд вимог. Перш за все потрібен певний рівень технічних знань і деякий досвід спостереження за роботою технічних пристроїв або практичне знайомство з ними. У цьому питанні конструктор-професіонал, звичайно, більш підготовлений, ніж учні. Проте, як показують дані ряду досліджень, ця вимога не завжди є найголовнішою в досягненні успіху при рішенні творчої задачі.

Можна навести багато прикладів, коли людина, котра не має великого практичного досвіду і запасу технічних знань, виконує завдання на досить високому рівні. Конструювання в навчальному процесі передбачає, перш за все, розвиток творчих здібностей учнів в галузі техніки.

Доведено, що творчість учнів має однакову з дорослими психофізіологічну основу: стадії протікання, активність і напруга розумових процесів в творчій діяльності дітей подібні відповідним моментам в творчості дорослих. Для з'ясування педагогічного аспекту технічної творчості в процесі конструювання вдаються до уточнення поняття **новизни**, яка може бути об'єктивною або суб'єктивною. В навчальній діяльності важливо, щоб результат творчого рішення був новим для учня. Отримуючи продукт праці, який володіє навіть суб'єктивною новизною, учень розвиває свою здатність до творчої діяльності в галузі техніки.

Процес навчання конструюванню в початковій школі завжди пов'язаний з виготовленням певних об'єктів, робота ж конструктора часто закінчується розробкою технічної документації, а виготовлення дослідного зразка передається в інші руки. Існування продукту праці лише подумки чи у вигляді креслення не може задовольнити підлітка або юнака. Для нього сконструювати – значить не тільки зробити креслення, але й виготовити технічний пристрій. Конкретний технічний об'єкт, розроблений і виготовлений учнем, слугує не лише критерієм правильності ідей, розумових і практичних дій з їх реалізації, але й джерелом нових ідей. Відомо, що технічне мислення і здібності найуспішніше розвиваються в діяльності, яка поєднує творчі і виконавські (практичні) елементи.

Вибір об'єктів конструювання ґрунтується на технічних, психологічних і дидактичних вимогах:

- наявності варіативності щодо конструкторських рішень об'єкту;
- доступності (для даного періоду навчання) вираження знайденого рішення графічно;
- посиленості виготовлення і наявності відповідного устаткування та інструменту;
- політехнічної значущості об'єкту;
- технологічності;
- суспільно-корисної спрямованості конструювання.

У навчальній діяльності, як і в професійній, процес конструювання умовно ділиться на етапи, що дає можливість визначити зміст та послідовність роботи учнів при конструюванні й виготовленні технічного пристрою або його моделі. Послідовність (етапи) моделювання і конструювання:

- вивчення завдання;
- вибір шляху і засобів рішення;
- складання схеми;
- розробка конструкції (моделі) в графічній формі;
- підготовка до виготовлення об'єкту;
- виготовлення об'єкту;

- випробування об'єкту;
- корегування технічної документації;
- оздоблення виробу;
- орієнтовна економічна оцінка.

Наведена послідовність конструювання та виготовлення об'єктів техніки відображає процес навчання учнів моделюванню і конструюванню незалежно від специфіки об'єктів, які виготовляються.

Перш ніж розпочати процес моделювання і конструювання, необхідно вивчити теоретичні питання: принцип роботи пристрою, технічну характеристику об'єкту, конструкційні й обробні матеріали, а при створенні технічних моделей – їх класифікацію й уніфіковані деталі для виготовлення.

Створення технічних моделей безпосередньо відбувається за наступним планом:

1. *Підготовка ілюстративного матеріалу до роботи.* Іноді в роботі моделістів трапляється ситуація, коли креслення майбутніх моделей запозичено з літератури. Але в літературі ці креслення подано довільно, зачасти у зменшеному масштабі, а їх необхідно привести до робочого вигляду, бажано у масштабі 1:1, тобто до натуральних розмірів. Саме такий масштаб найкраще сприймають школярі. Існують декілька способів збільшення зображення. Розглянемо два з них.

Збільшення розмірів зображення по клітинках. Цей прийом часто використовується в моделюванні, оскільки він не вимагає ніяких технічних засобів, найпростіший і доступний у будь-якому віці, проте вимагає особливої старанності при виконанні. Суть прийому полягає в тому, що збільшуване зображення розташовується в полі сітки з величиною осередку b , а переноситься це зображення в сітчасте поле з розміром осередку B . Отже, відношенню розміру B до розміру b і буде масштабом збільшення.

Збільшення зображення за допомогою комп'ютера. Для такого збільшення необхідні комп'ютер з монітором, сканер і принтер. Доцільно використовувати програми AVTOCAD, CorelDraw або КОМПАС, оскільки вони найкраще відповідають нашим вимогам – однаково добре працюють як з векторними, так і з растровими зображеннями. Крім того, за допомогою цих програм можна створювати прості і складні фігури з наперед заданими розмірами.

2. *Заготівельні операції.* Найчастіше в моделюванні, при підготовці до виготовлення деталей використовуються різноманітні матеріали, з яких готують заготовки, це: дерево, метали, тканини, папір, картон, пластмаси (пінопласт, пінополістирол, полістирол, органічне скло, вініпласт), комбінаційні матеріали та ін.

3. *Виготовлення деталей з різних матеріалів.* В процесі виготовлення різних моделей з'являється необхідність виготовлення тих чи інших деталей з використанням різних технологій: слюсарні, столярні, токарні, фрезерні, гіпсування, склеювання, зварювання, паяння тощо.

4. *Технологічні операції складання виробу.* Застосовують різні типи з'єднань:

роз'ємні і нероз'ємні. До першого типу відносять з'єднання, які дозволяють розібрати виріб після складання без пошкодження деталей, які до нього входять. Це різьбові з'єднання, шпонкові, шліцьові, штифтові, шплінтові. До нероз'ємних з'єднань відносяться клейові, зварні, з'єднання заклепками і паянням. Нероз'ємні з'єднання не дозволяють розібрати виріб, не пошкодивши з'єднані елементи.

5. *Оздоблення моделей.* Оздоблення моделей складається з наступних операцій: шпаклювання, шліфування, ґрунтування, фарбування і лакування (за потреби).

Для підвищення ефективності процесу створення технічних моделей розробляють систему заходів, реалізація яких скорочує час моделювання і підвищує якість розробки моделі. До таких заходів можна віднести вдосконалення процесу вирішення завдань моделювання, кодування, зберігання і пошук інформації, використання ЕОМ і персональних комп'ютерів тощо.

Завдання і запитання для закріплення та засвоєння навчального матеріалу

1. Що розуміють під “моделлю” та “моделюванням”?
2. На які види поділяють моделювання?
3. Які способи (методи) застосовують в процесі моделювання?
4. Розкрийте спрощену класифікацію моделей технічних об'єктів і пристроїв.
5. Яке призначення моделей в проектній діяльності?
6. За якими вимогами проводять відбір об'єктів конструювання?
7. В якій послідовності здійснюється моделювання і конструювання технічних пристроїв?
8. Розкрийте план безпосереднього створення технічних моделей.
9. Які спеціальні пристрої використовуються в технічному моделюванні?

Тема 4. Методи проектування і моделювання.

План

1. Класифікація методів проектування і моделювання.
2. Евристичні методи генерації нових ідей: «мозкова атака», контрольні евристичні питання, інверсії, емпатії (особистої аналогії), синектики, асоціації, фокальних об'єктів та інші.
3. Раціональні методи вирішення творчих технічних задач: морфологічний аналіз систем, метод поелементного аналізу, метод десяткових матриць, функціонально-вартісний аналіз.
4. Основи теорії рішення винахідницьких задач: суть, послідовність реалізації.
5. Прийоми технічного проектування і моделювання та їх застосування.

Література: 3, 4, 5, 6, 13, 18, 19, 23, 25, 29, 30, 35, 40, 45, 54, 55, 60, 68, 79, 87, 90, 91, 92, 97, 102, 106, 108.

1. Класифікація методів проектування і моделювання

Існує декілька підходів до класифікації методів проектування і моделювання технічних об'єктів. Їх поділяють за цілями, змістом, проблематичністю тощо. Але, як правило, їх об'єднують у наступні групи: 1) *евристичні методи генерації нових ідей*: «мозкова атака», контрольні евристичні питання, інверсії, емпатії (особистої аналогії), синектики, асоціації, фокальних об'єктів та інші; 2) *раціональні методи вирішення творчих технічних задач*: морфологічний аналіз систем, метод поелементного аналізу, метод десятичних матриць, функціонально-вартісний аналіз; 3) методи і алгоритм вирішення винахідницьких задач; 4) прийоми технічного проектування і моделювання. Розглянемо їх детально.

2. Евристичні методи генерації нових ідей: «мозкова атака», контрольні евристичні питання, інверсії, емпатії (особистої аналогії), синектики, асоціації, фокальних об'єктів та інші.

На думку доктора педагогічних наук В.І. Андреева «евристичні методи – це система евристичних правил діяльності педагога (методи викладання) і діяльності учня (методи навчання), розроблені з урахуванням закономірностей і принципів педагогічного управління і самоврядування з метою розвитку інтуїтивних процедур діяльності учнів у рішенні творчих задач». Із врахуванням цього зауваження розглянемо евристичні методи рішення творчо-конструкторських задач і можливості їх застосування у навчально-творчій діяльності учнів.

Метод «мозкової атаки». Метод і термін «мозкова атака» або «мозковий штурм» запропонований американським вченим А.Ф. Осборном. Евристичний діалог «мозкової атаки» базується на ряді психологічних і педагогічних закономірностей, але перш ніж їх сформулювати, слід стисло зупинитися на тих теоретичних передумовах, якими керувалися творці цього методу.

Творчими людьми було відзначено, що колективно генерувати ідеї

ефективніше, ніж індивідуально. І це зрозуміло, адже творча активність людини найчастіше потенційно стримується, як енергія води за допомогою «шлюзу». Тому потрібно відкрити «шлюз», щоб її вивільнити. Жорсткий стиль керівництва, боязнь помилок і критики, суто професійне та надзвичайно відповідальне ставлення до справи, тиск авторитету здібніших товаришів, традиції і звички, відсутність позитивних емоцій – все це виконує роль «шлюзу». Діалог в умовах «мозкової атаки» виступає в ролі засобу, який дозволяє прибрати «шлюз», вивільнити творчу енергію учасників групи.

Для ефективного використання цього методу необхідно дотримуватись наступних правил:

1. До групи «генераторів ідей» залучають людей різних спеціальностей. Для отримання найкращих результатів рекомендовано, щоб члени групи не були особисто зацікавлені у задачі, яку розглядають, та не були надто глибоко пов'язані один з одним. Вони повинні мати загальне уявлення про задачу, але не зобов'язані бути спеціалістами з цього питання.

2. Вільно та без доведень висловлюються будь-які ідеї, в тому числі й помилкові, жартівливі та навіть фантастичні. Чим неочікуванішою видається ідея, тим краще. Потрібно, щоб потік ідей був нестримним і неперервним – ідеї мають надходити одна за одною, тоді ймовірність наштовхнутися на гарну ідею значно зростає. Регламент висловлювань – хвилина. Ідеї протоколюються або фіксуються на інформаційних носіях.

3. Під час генерування ідей забороняється будь-яка критика; стосунки між учасниками «мозкового штурму» мають бути вільні та доброзичливі. Прийнято, щоб думка, висловлена одним учасником штурму, підхоплювалась та розвивалась іншими.

Групу «генераторів ідей» зазвичай складає 6-10 осіб. Штурм відбувається не більше 20-40 хвилин. Перед групою «штурмовиків» ставиться питання, на яке можна і потрібно дати багато відповідей. Питання формулюється просто, зрозуміло, у вигляді, зручному для обговорення.

Зібравши відомості від учасників «мозкової атаки», керівник передає їх для висновку спеціалістам.

«Мозковий штурм» можна розглядати як надзвичайно швидкий спосіб генерування ідей, які можуть слугувати основою для пошуку рішення.

З психологічної точки зору «мозковий штурм» є цілком виправданим. Група людей володіє більшими сумарними знаннями та уявою, ніж окремі з її членів. До того ж, змагання у групі зазвичай стимулює народження нових ідей. Кожен член групи може розвивати ідеї, запропоновані іншими. Взаємні похвала та схвалення слугують додатковим стимулом для кожного з учасників. На думку Т.В. Кудрявцева, мозкову атаку можна використовувати для вирішення проблем, котрі на початку важко сформулювати, і головне – визначити шляхи їх рішення. До того ж, у методі мозкового штурму цікавою і корисною для педагога є думка про те, що кожна людина може виявляти себе як творча особистість, але невпевненість у собі, страх критики перешкоджають цьому та не дають можливості людині розпочати вирішення багатьох задач, котрі об'єктивно і

суб'єктивно їй до снаги. «Мозковий штурм» дещо руйнує зайву прив'язаність винахідника або вченого до рішень за інерцією.

На сьогодні вироблено декілька модифікацій методу «мозкової атаки».

Пряма колективна «мозкова атака». Мета цього методу полягає в зборі якомога більшої кількості ідей, звільнення від мислення за інерцією, подолання звичного ходу думки щодо рішення творчої задачі. Основний принцип і правило цього методу – повна заборона критики запропонованих учасниками ідей, а також заохочення всіх можливих реплік, жартів. Успіх застосування методу багато в чому залежить від керівника дискусії (або, як його зазвичай називають, керівника сесії). Керівник сесії повинен вміло направляти хід дискусії, вдало ставити стимулюючі питання, здійснювати підказки, використовувати жарти, репліки. Кількість учасників сесії звичайно складає від 4 до 15 чоловік. Найоптимальнішою вважається група від 7 до 13 чоловік. Бажано, щоб учасники сесії були різного рівня освіти, різних спеціальностей, проте бажано дотримуватись балансу між учасниками різного рівня активності, характеру і темпераменту. Тривалість «мозкової атаки» варіює від 15 хвилин до 1-ї години. Відбір ідей проводять фахівці-експерти, які здійснюють їх оцінку в два етапи: спочатку із загальної кількості відбирають найоригінальніші раціональні ідеї, а потім відбирається найоптимальніша.

Масова «мозкова атака», запропонована Дж. Дональдсом Філіпсом (США), дозволяє істотно збільшити ефективність генерації нових ідей у великій аудиторії (число учасників варіюється від 20 до 60 чоловік). Особливість цієї модифікації методу полягає в тому, що присутніх ділять на малі групи чисельністю 5-6 чоловік. Керівник кожної групи є одночасно керівником всієї сесії. Після поділу аудиторії на малі групи останні проводять самостійну сесію прямої мозкової атаки. Тривалість роботи малих груп може бути різною або визначеною, наприклад, 15 хвилин. Після генерації ідей в малих групах проводиться їх оцінка. Потім вибирають найоригінальнішу.

Метод «зворотної мозкової атаки». Цей метод був запропонований радянським дослідником Є.О. Олександровим і модифікований Г.Я. Бушем. Цей метод іноді називають «мозковим штурмом» – діалогом з деструктивною віднесеною оцінкою. Сутність діалогу полягає в активізації творчого потенціалу винахідників в ситуації колективної генерації ідей з подальшим формулюванням контрідей.

Передбачається поетапне виконання наступних процедур:

- 1 етап – формування малих груп, з оптимальною чисельністю та психологічною сумісністю;
- 2 етап – створення групи аналізу проблемної ситуації, формування початкової задачі винахідництва в загальному вигляді, повідомлення задачі разом з описом деструктивної віднесеної оцінки всім учасникам діалогу;
- 3 етап – генерація ідей за правилами прямої колективної «мозкової атаки» (особлива увага звертається на створення творчої, невимушеної обстановки);
- 4 етап – систематизація і класифікація ідей. Вивчаються ознаки, за якими можна об'єднати комплексні ідеї, і, згідно цих ознак, ідеї класифікуються в

групи. Складається перелік груп ідей, що виражають загальні принципи, підходи до рішення творчої задачі;

- 5 етап – деформування ідей, тобто оцінка ідей на реалізованість в процесі «мозкової атаки». «Мозкова атака» на цьому етапі направлена тільки на всебічний розгляд можливих перешкод на шляху до реалізації висунутих ідей;
- 6 етап – оцінка критичних зауважень, висловлених під час попереднього етапу, і складання остаточного списку ідей, що практично використовуються. До списку вносяться тільки ті ідеї, якими не знехтували через критичні зауваження, а також висунуті контрідії.

Найефективніші результати досягаються у випадках, коли всі учасники мозкової атаки раціонально розподіляються на наступні групи: 1) групу генерації ідей; 2) групу аналізу проблемної ситуації і оцінки ідей; 3) групу генерації контрідій.

Метод **колективного пошуку** оригінальних ідей ґрунтується на таких педагогічних закономірностях і відповідних їм принципах: 1) принцип співтворчості (співпраці) педагога і учнів. Педагог, спираючись на демократичний стиль спілкування, заохочуючи фантазію і несподівані асоціації, стимулює зародження оригінальних ідей і виступає як їх співавтор. І чим розвинутіші здібності педагога до співпраці (до співтворчості), тим ефективніші, за інших умов, способи вирішення творчих задач його учнями; 2) принцип довіри творчим силам і здібностям учнів. Всі учні виступають на рівних: жартом, вдалою реплікою вчитель заохочує найменшу творчу ініціативу своїх учнів; 3) використання оптимального поєднання інтуїтивного і логічного. В умовах генерації ідей оптимальним є ослаблення активності логічного мислення і усіляке заохочення інтуїції. Цьому неабиякою мірою сприяють і такі правила – заборона критики, відстрочений логічний і критичний аналіз ідей, що генеруються. У чому полягає позитивна якість методу колективного пошуку оригінальних ідей? До безперечних переваг цього методу слід віднести те, що він зрівнює всіх членів групи, оскільки авторитарність педагогічного керівництва в процесі його застосування є неприпустимою. Лінь, рутинне мислення, раціоналізм, відсутність емоційного «вогника» в умовах застосування цього методу мовби автоматично знімаються. Доброзичливий педагогічний мікроклімат створює умови для розкутості, активізує інтуїцію і уяву. Метод не гарантує ретельної розробки ідеї. Він також не застосовується або має обмеження в застосуванні, коли творча задача вимагає великих попередніх розрахунків, обчислень.

Застосування методу колективного пошуку оригінальних ідей вимагає порівняно високої педагогічної майстерності, здібностей імпровізації, почуття гумору. Його застосування іноді створює ілюзію деякого найімовірнішого засобу, прийому, підходу до вирішення творчої задачі. Логіка мислення групи зачасти спрямовується саме в цьому напрямку, але цей найочевидніший підхід є іноді й помилковим.

До недоліків “мозкового штурму” можна віднести: відсутність виражених елементів керування пошуком технічних рішень (хоча сучасна наука ставить на

меті навчитися керувати процесом творчості); отримані варіанти вирішення є надзвичайно громіздкими та потребують суттєвої обробки; групове генерування ідей може пригнічувати творчу ініціативу деяких учасників; переоцінено роль інтуїтивно-несвідомих явищ психіки.

Метод *контрольних евристичних питань*. Ще стародавній мислитель Сократ застосовував цей метод в навчанні своїх учнів. На поставлені питання він відповідав контрпитаннями, але задавав їх таким чином, щоб учень, відповідаючи вчителю на легші контрпитання, самостійно знаходив рішення своєї задачі. Суть методу полягає в пошуку рішення задачі за допомогою спеціально підготовленого переліку (списку) допоміжних питань. Розраховують на те, що відповідаючи на поставлені питання настане «освянення», яке приведе до потрібної ідеї рішення задачі. Метод може застосовуватися або у формі монологу інженера, що звертається до самого себе, або діалогу, наприклад у вигляді питань, що задаються керівником «мозкового штурму» членам групи «генераторів ідей».

Існує надзвичайно багато списків контрольних питань. Проте, частіше за інші використовуються універсальні запитувальники, складені А. Осборном і Т. Ейлоартом. Список контрольних питань за А. Осборном містить 9 груп питань, серед яких:

- яке нове застосування технічному об'єкту ви можете запропонувати?
- чи можливе рішення задачі винахідництва шляхом пристосування, спрощення, скорочення?
- які модифікації технічного об'єкту можливі? що можна збільшити в технічному об'єкті? і ін.

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

Метод евристичних питань ґрунтується на наступних закономірностях і відповідних їм принципах:

- 1) проблемності і оптимальності (шляхом майстерно поставлених питань проблема задачі знижується до оптимального рівня);
- 2) дроблення інформації (евристичні питання дозволяють здійснити розбиття задачі на підзадачі);
- 3) цілепокладання (кожне нове евристичне питання формує нову стратегію – ціль діяльності).

Евристичні питання, що стимулюють рішення творчих задач (складені В.І. Андрєєвим на основі рекомендацій Д. Пойя):

1. Потрібно чітко зрозуміти запропоновану задачу, а для цього – поставити перед собою питання: Що невідомо? Що дано? В чому полягає умова? Чи можливо задовольнити умові? Чи достатньо умов для визначення невідомого? Чи недостатньо? Чи надмірно? Чи суперечливо? Зробіть креслення. Введіть відповідне позначення. Розділіть умову на частини. Спробуйте записати їх.

2. Пошук ідей рішення і складання плану рішення. Як знайти зв'язок між даними і невідомими? Чи невідома вам будь-яка родинна задача? Чи не можна нею скористатися? Чи не можна використати метод її рішення? Чи не слід ввести який-небудь допоміжний елемент, щоб скористатися колишньою задачею? Чи не можна сформулювати задачу інакше, простіше? Чи не можна придумати доступнішу задачу? Загальнішу? Частковішу? Аналогічну? Чи не можна вирішити частину задачі, задовольнити частину умов? Чи не можна витягнути щось корисне з даних? Чи всі дані і умови вами використані? Чи взяті до уваги всі поняття, що містяться в задачі?

3. Здійснення плану. Здійснюючи план рішення, контролюйте кожний свій крок: чи зрозуміло вам, що зроблений вами крок правильний? Чи зумієте довести, що він правильний?

4. Контроль і самоконтроль отриманого рішення. Чи можна перевірити результат? Чи можна перевірити хід рішення? Чи можна отримати той же результат інакше? Чи можна перевірити правдоподібність, розмірність отриманого результату? Чи можна в будь-якій іншій задачі використати отриманий результат? Чи можна вирішити задачу, зворотну цій?

Переваги методу евристичних питань полягають в його простоті і ефективності щодо вирішення будь-яких задач. Евристичні питання особливо розвивають інтуїцію мислення, загальну логічну схему рішення творчих задач. Недоліки і обмеження цього методу полягають в тому, що він не дає особливо оригінальних ідей і рішень, і, як інші евристичні методи, не гарантує повного успіху у рішенні творчих задач.

Метод ***інверсії***. Метод інверсії є одним з евристичних методів навчально-творчої діяльності, орієнтований на пошук ідей рішення творчої задачі в нових, несподіваних напрямках, найчастіше протилежних традиційним поглядам і переконанням, які диктуються формальною логікою і здоровим глуздом. Винахідники давно звернули увагу на те, що часто в ситуаціях, коли стереотипні прийоми і процедури мислення виявляються безплідними та заходять в глухий кут, природно припустити, що оптимальним є принципово протилежне альтернативне рішення. Наприклад, ведеться пошук ідей щодо збільшення міцності виробу, для чого збільшують його вагу, конструкцію роблять суцільнометалевою, тоді як кращих результатів вдалося б досягти шляхом вирішення задачі в протилежному напрямі, наприклад, зробивши її порожнинною, щоб зменшити вагу конструкції. Інший приклад. Об'єкт досліджується ззовні. Це традиційний підхід, який вичерпав себе і не дає нових оригінальних рішень. За цих умов доцільно розглянути цей же об'єкт з середини. Метод інверсії базується на закономірності і, відповідно, принципі дуалізму, тобто, діалектичній єдності і оптимальному використанні протиставлених

(прямих і зворотних) процедур творчого мислення (аналізу і синтезу, дивергентного і конвергентного мислення). Також він базується на розповсюдженні діалектичного підходу до аналізу об'єктів дослідження (вивчення зовнішнього і внутрішнього, інтенсифікації й уповільнення, об'єднання та поділу елементів системи і т.д.).

Безперечними перевагами методу інверсії є те, що він дозволяє розвивати діалектику мислення учнів, знаходити вихід із, здавалося б, безвихідної ситуації, знаходити оригінальні, іноді вкрай несподівані рішення творчих задач різного рівня важкості та проблемності. Але поряд із перевагами існують недоліки та обмеження, тобто, цей метод вимагає від учнів досить високого рівня творчих здібностей, базових знань, вмінь і досвіду навчально-творчої діяльності. Наголошують також на педагогічних труднощах щодо підбору і конструювання творчих задач, рішення яких вимагало б застосування методу інверсії.

Метод **емпатії** (метод особистої аналогії). Метод аналогій завжди був важливим евристичним методом рішення творчих задач. Процес застосування аналогії є ніби проміжною ланкою між інтуїтивними та дедуктивними процедурами мислення. При рішенні творчих задач використовують різні аналогії: конкретні (матеріальні) і абстрактні: ведуть пошук аналогії живої природи з неживою, наприклад, в галузі техніки. В цих останніх аналогіях можуть бути, у свою чергу, встановлені аналогії за формою і структурою, за функціями, процесом і т.д. В разі уявної побудови аналога іноді гарні евристичні результати дає прийом гіперболізування, наприклад, суттєве збільшення чи, навпаки, зменшення масштабів технічного об'єкту або його окремих вузлів. Найчастіше “емпатія” означає “ототожнення” особи людини з іншою особою (намагання ніби “поставити” себе на місце іншої людини). Не випадково емпатію, або особисту аналогію, при рішенні творчої задачі розуміють як ототожнення людини з технічним об'єктом, процесом, деякою системою. За умови застосування методу емпатії, об'єкту приписуються відчуття та емоції самої людини: людина ідентифікує цілі, функції, можливості, плюси і мінуси, наприклад, машини чи механізму, зі своїми власними. Отже, в основі методу емпатії (особистої аналогії) лежить принцип заміщення досліджуваного об'єкту чи процесу іншим.

Таким чином, враховуючи всі зауваження, маємо – метод **емпатії** – це один з евристичних методів рішення творчих задач, в основі якого лежить процес ототожнення себе з об'єктом і предметом творчої діяльності, осмислення функцій досліджуваного предмету на основі того, хто «вживається» в образ досліджуваного об'єкту, якому приписуються особисті відчуття, емоції, здатності бачити, чути, міркувати. Метод емпатії можна застосовувати до різних видів творчої діяльності (в разі використанні цього методу учень ніби “зливається” з об'єктом дослідження, що вимагає величезної фантазії та уяви; фантастичні образи і уявлення, які при цьому виникають, знищують бар'єри «здорового глузду» і відшуковують оригінальні ідеї).

Перевагами методу емпатії є величезні, справді невичерпні можливості щодо розвитку фантазії, уяви й отримання оригінальних рішень творчих задач.

До недоліків і обмежень цього методу слід віднести те, що на перших заняттях з його застосування учні доволі часто відволікаються і навіть розважаються. Цей метод не сприймають серйозно, до того ж, він вимагає багато часу. Але найголовніше – цей метод дозволяє отримати, зачасти, лише ідею рішення задачі.

Метод **синектики**. Він є вдосконаленим варіантом методу мозкового штурму. Автором методу синектики вважається У. Дж. Гордон. Сам термін «синектика» означає «об'єднання різнорідних елементів». Творчий процес навіть окремої людини, з погляду Дж. Гордона, є аналогом творчого процесу колективу людей, які на загал мають різнобічну підготовку. Першу групу синектиків, яка була організована в США Дж. Гордоном у 1952 році, складали люди різної кваліфікації і освіти: архітектор, інженер, біолог, психолог, дизайнер. Несподівано для всіх ця група зробила багато винаходів.

В нашій країні метод синектики отримав подальший розвиток і теоретичне обґрунтування в працях Г.Я. Буша. Суть методу синектики полягає в наступному. На перших етапах його застосування йде процес навчання «механізмам творчості». Частина цих механізмів автори методики пропонують розвивати навчанням, розвиток інших механізмів навчання не гарантує. Перші називаються «операційними механізмами» – до них зараховують пряму, особисту символічну аналогію. Такі ж явища, як інтуїція, натхнення, абстрагування, вільне мислення, використання можливостей, що не стосуються справи, застосування несподіваних метафор і елементів гри вважають «неопераційними механізмами», і їх розвиток навчання не гарантує, хоча може позитивно вплинути на їх активізацію.

В умовах застосування методу синектики слід уникати передчасного чіткого формулювання проблеми (творчої задачі), оскільки це затримує подальший пошук її рішення. Обговорення доцільно починати не з самої задачі (проблеми), а з аналізу деяких загальних ознак, які ніби вводять в ситуацію постановки проблеми, неодноразово уточнюючи її значення. Якщо, наприклад, має вирішуватися проблема забезпечення великого міста стоянками автомобілів, дискусію можна розпочати із обговорення питань зберігання запасного обладнання. Обговорення охоплює широкий діапазон загальних ідей, котрі поступово конкретизуються питаннями керівника засідання, і який спрямовує обговорення у потрібному напрямі. Висуваючи ідею не слід зупинятися, навіть якщо здається, що оригінальна ідея вже знайдена і задача вирішена. Якщо творча задача не розв'язується, то доцільно знову повернутися до аналізу ситуації, котра породжує проблему, або подрібнити її на підпроблеми. Застосовуючи метод синектики велику увагу приділяють використанню методу аналогій.

Отримавши завдання, група вивчає проблему у варіанті її подачі. Після ретельного аналізу та уточнення формулюється проблема, як її розуміють. Починається вирішення проблеми – перетворення незвичного у звичне, а звичного у незвичне. Керівник пропонує озвучити рішення, користуючись однією з чотирьох типів аналогій:

- пряма (пристрій, який конструюють (споруда, технологічний процес)

порівнюється з відносно схожими об'єктами з інших галузей техніки, природи і т. д.);

- суб'єктивна (той, хто вирішує технічну задачу, вживається в образ технічного об'єкту, котрий потрібно винайти або покращити, намагаючись потрапити до механізму його роботи);

- символічна (використовуються поетичні метафори, алегорії та порівняння, в яких характеристики одного предмету ототожнюються з характеристиками іншого);

- фантастична (конструктор повинен уявити собі речі такими, якими вони не є насправді, але якими він волів би їх бачити; у задачу вводяться будь-які фантастичні істоти, які виконують те, що вимагає мова задачі, або будь-які фантастичні засоби: килим-літак, чарівне дзеркальце, чоботи-сороходи і т. д.).

Крім керівника, на засіданнях присутні експерт, котрий повинен володіти основами синектики і бути готовим до обговорення тих чи інших проблем. Головне завдання експерта – виявити корисні та конструктивні ідеї шляхом оперативного аналізу висловлювань.

До переваг методу синектики відносяться практично всі переваги, властиві евристичним методам і на базі яких він розроблений. До недоліків можна віднести наступне: метод синектики не дозволяє вирішувати надто спеціальні творчі задачі, а дає можливість відшукати переважно найоригінальніші ідеї рішення. Після застосування методу понад 30-40 хвилин продуктивність генерації нових ідей поступово падає.

Асоціативні методи. Для активізації пошуку нових ідей застосовуються так звані асоціативні методи (каталогу, фокальних об'єктів, гірлянд асоціацій та метафор). Процес пошуку нових ідей з допомогою асоціативних методів здійснюється шляхом пошуку аналогів об'єкту, який удосконалюють, перенесення знань з однієї галузі в іншу, інтерпретації нового за допомогою відомих понять і т. ін. Тому у творчому процесі досить ефективно використовуються такі джерела генерації нових ідей, як асоціація, метафора і аналогія.

Асоціація – це зв'язок між окремими уявленнями, за якого одне уявлення викликає інше. Метафора означає перенесення властивостей одного предмету (явища) на інший об'єкт на підставі спільної для обох ознаки. Аналогія відображає схожість предметів, явищ, процесів щодо будь-яких властивостей. Малюнок моделі одягу, взуття, головного убору – це готовий результат художника-модельєра, тоді як на стадії задуму моделі він втілює свої ідеї словесно, що викликає певні асоціації. Останні поділяють за схожістю, контрастом, суміжністю і значенням.

Алгоритм методу фокальних об'єктів визначає наступний порядок дій:

1. Вибір фокального об'єкту (наприклад, жіночий головний убір).
2. Вибір трьох-чотирьох випадкових об'єктів (їх беруть навмання із словника, каталогу, журналу і ін. Наприклад, літак, сцена, пляж і квітка).
3. Складання для кожного випадкового об'єкту ознак, що характеризують їх (наприклад, літак: реактивний, спортивний, птахокрилий, космічний і т. ін.;

сцена: велика, провінційна, театральна, «мушля», літня і т. ін.).

4. Генерація ідей шляхом приєднання до фокального об'єкту ознак випадкових об'єктів (наприклад, літній головний убір – театральний, спортивний, птахокрилий, космічний, головний убір у формі «мушлі» і т. ін.).

Метод гірлянд асоціацій та метафор (розроблений Г.Я. Бушем).

Метод заснований на свідомому та цілеспрямованому використанні випадковостей під час вирішення винахідницьких задач. Включає низку кроків-операцій. Розглянемо сутність методу на прикладі пошуку нових конструктивних рішень для стільців з метою розширення асортименту меблевої фабрики.

Визначення синонімів об'єкту. Синонімами об'єкту “стілець” є крісло, табурет, пуф. Складають гірлянду синонімів – стілець – крісло – табурет – пуф.

Довільний вибір випадкових об'єктів. Вибирають декілька іменників, котрі можуть означати й нетехнічні об'єкти. Утворюється друга гірлянда випадкових об'єктів, наприклад: електрична лампочка – решітка – карман – кільце – квітка – пляж.

Складання комбінацій з елементів гірлянди синонімів та гірлянди випадкових об'єктів. З'єднують кожний синонім першої гірлянди з випадковим синонімом другої гірлянди. Отримують: стілець з електричною лампочкою, решітчастий стілець, стілець з карманом, пляжний стілець, електричне крісло, табурет для квітів і т. д.

Складання переліку прикмет випадкових об'єктів. Визначають найбільш можливу кількість прикмет випадкових об'єктів впродовж обмеженого часу, наприклад 2-3 хв.

Генерування ідей шляхом почергового приєднання до технічного об'єкту та його синонімів прикмет випадково обраних об'єктів. Наприклад, приєднуючи до гірлянди синонімів стілець – крісло – табурет – пуф гірлянди прикмет електричної лампочки, можна отримати наступні поєднання: скляний стілець, крісло, яке випромінює тепло, колбоподібний пуф, прозоре крісло, стілець з електричними контактами і т. д.

Генерування гірлянд асоціацій. Почергово з прикмет випадкових об'єктів утворюються гірлянди вільних асоціацій. Генерування варто обмежити часом або кількістю елементів гірлянди.

Розглянемо, наприклад, генерування гірлянди асоціацій за першою прикметою випадкового об'єкту “електрична лампочка”. Цією прикметою є епітет “скляна”. Гірлянда асоціацій створюється питанням: що нагадує слово “скляна”? Відповідь може бути, наприклад, такою: скляне волокно. Далі задається питання: що нагадує слово “волокно”? Комуś це може нагадувати плетіння, в'язання. В'язання може нагадати бабусю, яка лікує ревматизм на південних курортах, де від спеки можна сховатися під парасолькою, яка нагадує дах альтанки, під якою відпочивають літнього сонячного дня. Сонце може нагадати еліптичні орбіти, за якими рухаються планети та літають космонавти, яким заздрять діти, і т. д. Гірлянда асоціацій у цьому випадку матиме наступний вигляд: скловолокно – в'язання – бабуся – ревматизм – курорт – південь – спека

– тінь – парасолька – альтанка – сонце – еліпс – планета – космонавт – діти.

Аналогічно створюється гірлянда асоціацій за всіма іншими прикметами електричної лампочки. Потім генеруються гірлянди асоціацій за всіма прикметами інших об'єктів.

Генерування нових ідей. До елементів гірлянди синонімів технічного об'єкту почергово приєднують елементи гірлянд асоціацій. Наприклад, користуючись лише першою гірляндою асоціацій, можна отримати наступні поєднання: скляний стілець, крісло із скловолокна, в'язаний пуф, табурет для бабусі, крісло для лікування ревматизму, курортне крісло, крісло від спеки і т. д.

Оцінка та вибір раціональних варіантів ідей. Відбір варіантів рекомендується проводити у декілька етапів. До списку раціональних рішень включають варіанти, які найкраще відповідають поставленим питанням, цілям та вимогам виробництва.

Відбір найкращого варіанту із раціональних здійснюється різними способами. Найпростішим та найефективнішим є спосіб експертних оцінок. Знайдені ідеї класифікуються за: функційним призначенням об'єктів (крісло для лікування ревматизму, крісло для засмаги і т. д.); конструкцією об'єкту (крісло з парасолькою, крісло із вбудованим радіоприймачем і т. д.); технологією виготовлення (плетене крісло, емальований стілець і т. д.); матеріалом (скляний стілець, пластмасовий стілець і т. д.); формою об'єкту (чашоподібне крісло, еліпсоподібне крісло і т. д.); принципом дії (рухомий стілець, крісло-катапульта і т. д.); зовнішнім виглядом та оформленням (прозоре крісло, різнобарвний пуф і т. д.).

Ідеї, класифіковані таким чином, іноді доцільно комбінувати для створення нового об'єкту. Таким чином можна отримати, наприклад, ідеї для створення чашоподібного перфорованого металічного рухомого крісла, яке випромінює тепло (для лікування ревматизму); еліпсоподібного крісла з парасолькою (для пляжу), із вбудованим годинником та радіоприймачем і т. д. Комбінуючи ідеї варто врахувати, що у деяких випадках доцільно обрати не одне найкраще рішення, а найбільшу кількість (2-3) конкуруючих рішень для попередньої розробки, за результатами якої приймається остаточне рішення.

3. Раціональні методи вирішення творчих технічних задач: морфологічний аналіз систем, метод поелементного аналізу, метод десяткових матриць, функціонально-вартісний аналіз.

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

Основний принцип методу МА полягає в систематизованому аналізі всіх можливих варіантів, які витікають із закономірностей будови (тобто морфології) вдосконалюваної системи. В технічному об'єкті (технічній системі,

технологічному процесі), який розглядається, виділяється декілька характерних йому структурних або функціональних морфологічних ознак (P). Кожна така ознака може характеризувати певний конструктивний режим роботи, тобто параметри або характеристики об'єкту, від яких залежить досягнення основної мети об'єктом, і яка визначається його призначенням. Наприклад, розглядаючи прес для волого-теплової обробки швейних або трикотажних виробів, можна як морфологічні ознаки виділити наступні: P_1 – верхня подушка; P_2 – нижня подушка; P_3 – привод пресу; P_4 – система керування роботою пресу. За кожною виділеною морфологічною ознакою визначають різні конкретні варіанти реалізації технічного вираження. Так, у пресі для волого-теплової обробки верхня подушка може бути з електричним, паровим чи комбінованим обігрівом, мати різну форму і т. ін. Нижня подушка може бути з обігрівом або без нього. Вона може мати камеру для відсмоктування пари і охолодження виробу, мати різні види пружних накладок, бути рухливою чи нерухомою, мати різну форму і т. ін. Привод може бути пневматичний, гідравлічний, електричний, комбінований і т. ін. Система керування може забезпечувати регулювання технологічних параметрів устаткування (температуру верхньої і нижньої подушок пресу, тиск пари, величину механічного тиску в процесі формування виробів, ступінь зволоження, інтенсивність відсмоктування і ін.), керування стадіями процесу волого-теплової обробки за наперед заданою програмою або за інформацією про стан оброблюваного виробу, місцеве або дистанційне, яке реалізує оператор, засобами локальної автоматики чи мікропроцесорної техніки, комбіноване керування і т. ін.

Нижче наведено алгоритм методу морфологічного аналізу.

1. Формулювання задачі (проблеми).
2. Складання списку всіх морфологічних ознак об'єкту задачі, тобто всіх важливих характеристик об'єкту, його параметрів і режимів роботи, від яких залежить реалізація об'єктом своєї головної мети.
3. Розкриття можливих варіантів за кожною морфологічною ознакою і складання морфологічної матриці (рис. 4.3.1).
4. Формулювання конкретних рішень задачі шляхом поєднань варіантів морфологічних ознак.
5. Визначення практичної цінності отриманих варіантів рішення задачі і вибір з них найефективніших.

№	Морфологічні ознаки об'єкта						
вар.	P_1	P_2	P_3	...	P_j	...	P_n
1	P_1^1	P_2^1	P_3^1	...	P_j^1	...	P_n^1
2	P_1^2	P_2^2	P_3^2	...	P_j^2	...	P_n^2
3	P_1^3	P_2^3	P_3^3	...	P_j^3	...	P_n^3
4	P_1^4	P_2^4	P_3^4	...	P_j^4	...	P_n^4

Рис. 4.3.1. Морфологічна матриця

Метод десяткових матриць. Метод, на думку Р.П Повилейко, полягає в пошуку нових технічних рішень шляхом аналізу результатів застосування десяти евристичних прийомів E до кожної з десяти груп показників n технічної системи (рис. 4.3.2).

Результатом є збудована, так звана десяткова матриця пошуку (ДМП), в рядках якої записані характеристики системи, а стовпцях – евристичні прийоми. В осередки ДМП записуються ідеї рішення задачі, отримані в результаті застосування евристичних прийомів до показників системи. Таким чином, кожний осередок матриці відповідає певній зміні конкретного, одного з основних параметрів системи. Основними показниками, які можуть охарактеризувати технологічну систему в цьому методі, є наступні:

1) геометричні (довжина, ширина, висота, об'єм, форма і ін.);

	E_1	E_2	E_3	...	E_{10}
n_1					
n_2					
...					
n_{10}					

Рис. 4.3.2. Десяткова матриця пошуку нових технічних рішень

2) фізико-механічні (маса конструкції і окремих її елементів, матеріаломісткість, міцність, корозійна стійкість і т. ін.);

3) енергетичні (вид енергії і потужність, привод, коефіцієнт корисної дії);

4) конструкційно-технологічні (технологічність, складність, транспортабельність і ін.);

5) надійність і довговічність;

6) експлуатаційні (продуктивність, точність і якість роботи технічної системи, стабільність її параметрів, ступінь універсальності і ін.);

7) економічні (собівартість, витрати на виробництво і експлуатацію;

8) стандартизація і уніфікація;

9) зручність обслуговування і безпека (шум, вібрація і т. ін.);

10) художньо-конструкторські.

В методі десяткових матриць використовуються наступні прийоми:

1) *Неологія* (від грецк. *neos* + *logos* – нове слово, новизна) – використання процесів, конструкцій, форм, матеріалів, їх властивостей та ін., нових для даної галузі техніки або нових взагалі. Маємо на увазі, що десь і кимсь зовні даної галузі технічна система, яку розробляють, вже створена і успішно використовується (хоча, можливо, й зовсім з іншою метою) і її потрібно лише відшукати та перевірити в заданих умовах, не міняючи її, доки вона не пристосована до цих умов. Принцип вимагає від інженера загальнонаукової і загальнотехнічної ерудиції, хорошої інформованості. Приклад: в легкій промисловості використовується лазерний пристрій для розкрою текстильних

матеріалів.

2) *Пристосування* (від лат. *adaptare* – пристосовувати) – пристосування відомих процесів, конструкцій, форм, матеріалів і їх властивостей до конкретних умов. Початкова система, залишаючись в цілому такою ж, лише злегка видозмінюється. Деякі прийоми пристосування: змінити традиційні значення параметрів системи, модифікувати, переробити систему так, щоб пристосувати її до інших умов роботи, не зачіпаючи основної конструкційної схеми; захистити систему від впливу навколишнього середовища (наприклад, для роботи в складних кліматичних умовах); пристосувати машину до людини.

3) *Мультиплікація* (від лат. *multiplicatio* – множення) полягає у множенні (збільшенні) функцій і деталей системи, причому, розмножені системи залишаються подібними одна одній, однотипними. До мультиплікації відносять прийоми, пов'язані не лише із збільшенням характеристик (гіперболізування), але й з їх, зменшенням (мініатюризація). Будь-який перехід від моделі до реальної системи і навпаки може бути віднесений до мультиплікації.

4) *Диференціація* (від лат. *differentio* – відмінність) – розділення функцій і елементів системи: слабнуть функційні зв'язки між елементами (зростає ступінь їх свободи, розділяються етапи виробництва, робочі процеси, конструкції в просторі і часі).

5) *Інтеграція* (від лат. *integratio* – заповнення) – об'єднання, поєднання, скорочення і спрощення функцій та форм елементів і системи в цілому: наближення елементів виробництва, робочих процесів конструкції в просторі і в часі. Форми інтеграції можуть бути різними, діапазон прийомів широкий – від найпростішого механічного з'єднання, сплетення, скріплення, змішування, вбудовування, сплавлення до вищих форм з'єднання.

6) *Інверсія* (від лат. *inversio* – перевертання, перестановка) – перетворення функцій, форми і розташування елементів та системи в цілому.

7) *Імпульсація* (від лат. *impulsus* – поштовх, спонукання до чогось, прагнення, збудження) – імпульсна зміна характеристик системи. Імпульс може повторюватися періодично, аперіодично, а також може бути одиничним.

8) *Динамізація* припускає, що характеристики і параметри всієї системи та її елементів (наприклад, маса, розміри, колір і ін.) повинні бути змінюваними і оптимальними на кожному етапі процесу. Зміни повинні відбуватися постійно, плавно і не бути східчастими.

9) *Аналогія* – реалізується відшукуванням і використанням схожості, подібності систем (предметів, явищ), загалом різних. Найбільші різновиди аналогії – технологія, біаналогія і образна аналогія. Завдяки технології відбулося взаємозбагачення різних галузей техніки – рішення переносяться з однієї галузі в іншу. Біаналогія – копіювання та використання в техніці механізмів і принципів живої природи. Образна аналогія передбачає образно-художнє мислення і широку науково-технічну ерудицію.

10) *Ідеалізація* – можливість уявити ідеальне рішення, до якого слід прагнути, шукаючи рішення. За допомогою методу десяткових матриць можна створити галузеву фундацію технічних рішень шляхом індексації і систематизації за ДМП

винаходів на основі загальної патентної фундації та існуючої літератури за галузями промисловості (підручники, монографії, довідники). Аналізуючи вже існуючі винаходи, прикладами та ідеями заповнюють предметні ДМП з різної тематики. Наприклад, у швейній промисловості – швейні машини; пристрої для розкрою текстильних матеріалів; пристрої для формування деталей і виробів і т. ін. ДМП є надзвичайно ефективним інструментом реставрації, відновлення невідомої або обмежено відомої, «втраченої» інформації.

Функційно-вартісний аналіз. Як відомо, до собівартості будь-якої промислової продукції окрім витрат необхідних для виконання виробом заданих функцій, завжди входять додаткові або зайві (невиправдані) витрати. Вони можуть бути викликані недосконалістю конструкції або технології, наприклад, надмірне ускладнення форми, завищення класу точності обробки деталей, параметрів чистоти обробки поверхонь, що не з'єднуються, необґрунтоване застосування дефіцитних матеріалів, зайва міцність, дорогі покриття і т. ін. Функційно-вартісний аналіз (ФВА) є методом удосконалення конструкцій і технологій виробництва виробів, методом пошуку резервів економії сировини, енергії і праці. ФВА – метод універсальний. Його можна використовувати для вирішення найрізноманітніших задач: зниження собівартості продукції, транспортних витрат, підвищення продуктивності праці, скорочення або, взагалі, ліквідації браку.

Основні етапи ФВА:

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

Розглянемо етапи рішення задачі за допомогою ФВА на простому прикладі.

На *першому* (підготовчому) етапі проводиться вибір об'єкту. В даному випадку цим об'єктом є затискаючий брусок із сталі, розмірами 50x25x13 мм з двома наскрізними різьбовими отворами М6, розташованими симетрично відносно бічних поверхонь на відстані 30 мм один від одного (рис. 4.3.3). Річний випуск цієї продукції – 4000 шт.

На *другому* (інформаційному) етапі основними завданнями є збір, систематизація і всебічне вивчення інформації про об'єкт і його аналоги. Розглядаються, зокрема, і відхилені з певної причини, раніше запропоновані технічні рішення.

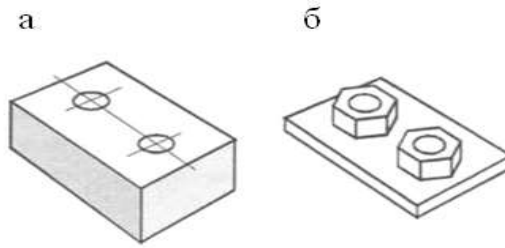


Рис. 4.3.3. Сталевий затискаючий брусок (а) і його конструкторський аналог (б), розроблений за допомогою ФВА.

Детальніше вивчення об'єкту відбувається на *третьому* (аналітичному) етапі, де розкриваються потенційні можливості (резерви) досліджуваного об'єкту. Пошук зайвих витрат починається з виявлення і формулювання функцій об'єкту та його елементів. На аналітичному етапі для складних об'єктів (після виявлення всіх функцій і поділу їх на основні, допоміжні, непотрібні й шкідливі) будується функційна модель і визначається значущість кожної функції.

Для випадку, який ми розглядаємо, можна відразу перейти до визначення витрат, пов'язаних з реалізацією функцій. Нехай економічні розрахунки показали, що брусок (рис. 4.3.3, а) коштує в 10 разів дорожче, ніж дві гайки з відповідними різьбовими отворами. Це означає, що допоміжні функції будуть у 9 разів дорожчі за основну. Це суттєво конкретизує задачу із вдосконалення об'єкту (бруска). Отже, задачу можна сформулювати приблизно так: знайти спосіб закріплення двох гайок нерухомо одна відносно іншої.

Тепер настає найцікавіший етап – *творчий*. Можуть бути найрізноманітніші пропозиції, наприклад:

- склеїти гайки гранями;
- приварити гайки до шматка дроту;
- приварити гайки до підставки з листового металу і т. ін.

Зрозуміло, що найприйнятнішим є третій варіант (рис. 4.3.3, б), за якого вартість вузлів стає в чотири рази меншою від вартості затискаючого бруска.

На наступних етапах ФВА (рекомендаційному і впровадження) послідовно відбираються і впроваджуються найефективніші рішення. Закінчуються роботи з ФВА остаточною оцінкою економічної ефективності внесених конструкторських або технологічних пропозицій. Вибираються ті варіанти (альтернативи) реалізації функцій, які в принципі нас влаштовують, хоча й мають свої переваги і недоліки. Наступним є вартісний аналіз, тобто вибір варіанту, за якого вартість реалізації функцій буде найменшою (або він найнадійніший).

Ієрархічна послідовність проведення ФВА наступна: *вибір (конструкція, принцип роботи) – частини виробу (деталі) – матеріали (напівфабрикати) – технологія виробництва – організація виробництва*. Сьогодні ФВА є складною системою, яка включає організаційні заходи і спеціалізоване інформаційне забезпечення. Ця система має в собі всі новітні досягнення галузі виробництва

ідей і рішень. Вона спрямована на досягнення позитивних результатів з високою економічною ефективністю.

4. Основи теорії рішення винахідницьких задач: суть, послідовність реалізації.

З кінця 40-х років в деяких країнах почалася розробка теорії науково-технічної творчості, або, як її інакше називають, теорії рішення винахідницьких задач (ТРВЗ). Її складовою частиною, основним робочим інструментом є АРВЗ – алгоритм рішення винахідницьких задач. Термін «алгоритм» у вузькому розумінні означає набір правил, розпоряджень, які дозволяють вирішувати конкретні задачі з деякого класу однотипних задач. В широкому значенні АРВЗ – це комплексна програма, заснована на законах розвитку технічних систем і яка дозволяє проаналізувати початкову задачу, побудувати її модель, з'ясувати протиріччя, які заважають отримати бажаний результат звичайними (відомими) шляхами і знайти найефективніший прийом розв'язання цих протиріч. Сутність АРВЗ описано у ряді книг Г.С. Альтшуллера. Суть процесу рішення винахідницької задачі полягає в тому, щоб шляхом порівняння ідеального і реального з'ясувати технічне протиріччя або його причину (фізичне протиріччя) та усунути його, обробивши відносно невелику кількість варіантів.

Під час рішення задачі АРВЗ передбачено шість стадій: вибір задачі, уточнення її умов, аналіз, попередня оцінка знайденої ідеї, оперативна стадія, синтез. Запропонована послідовність операцій забезпечує з'ясування, уточнення та вирішення технічних протиріч (наприклад, між невеликою масою та значними розмірами, високою швидкістю та великою потужністю, низькими витратами енергії та високим коефіцієнтом корисної дії технічних пристроїв різного призначення). АРВЗ має список із 40 евристичних прийомів, які дозволяють вирішувати типові технічні протиріччя.

На **першій** стадії конструктор з'ясовує, яку (які) характеристики об'єкту потрібно змінити або заново створити, якою є економічна мета задачі і т. д.; визначає кількісні показники, котрих необхідно досягти (швидкість, продуктивність, точність, габарити і т. д.).

На **другій** стадії уточнюються основні показники шуканого технічного рішення, вимоги, які висуваються до нього із врахуванням умов та масштабів використання. Задля цього використовують оператор РЧВ (розміри, час, вартість), який передбачає зміну подумки розмірів і вартості об'єкту, часу протікання процесу (або швидкості руху об'єкту) від заданої величини до нуля, а потім до нескінченості та можливе рішення за цих умов. Мета використання цього оператора – ліквідувати або знизити психологічну інерцію перед вирішенням.

Третя стадія починається із визначення ідеального кінцевого результату. При цьому не варто завчасно обдумувати можливо чи неможливо досягти ідеального результату та якими саме шляхами. Формулюючи ідеальний кінцевий результат слід враховувати, що, як, коли та за яких обставин робить об'єкт проектування, який було обрано на попередньому етапі. На цій стадії здійснюється перехід від загальної і невизначеної задачі до з'ясування питання –

за яких умов знімається причина технічного протиріччя, яке створило цю задачу; визначаються схема пристрою та можливий спосіб її реалізації.

Четверта стадія передбачає попередню оцінку знайденого рішення. З'ясовується, що покращується, а що погіршується при використанні передбаченого пристрою і технологічного способу його створення.

Пошук досконалішого рішення задачі (**п'ята** стадія) здійснюється з допомогою таблиці усунення технічних протиріч, яка має в собі 40 евристичних прийомів. Робота об'єкту, котрий конструюється, розглядається в різних граничних умовах (за часом, дією і т. д.), використовуються аналогії з живої та неживої природи, розглядаються підсистеми і надсистеми цього об'єкту. Однак, цією стадією слід скористатися лише в тому випадку, коли чотири попередні стадії алгоритму не дали позитивного результату.

На **шостій** стадії з'ясовуються додаткові зміни у сконструйованому об'єкті.

АРВЗ, починаючи з 50-х років, постійно вдосконалюється і розвивається. На рис. 4.4.1 наведено один з останніх варіантів алгоритму АРВЗ в дещо спрощеному вигляді. Алгоритм включає дев'ять блоків.

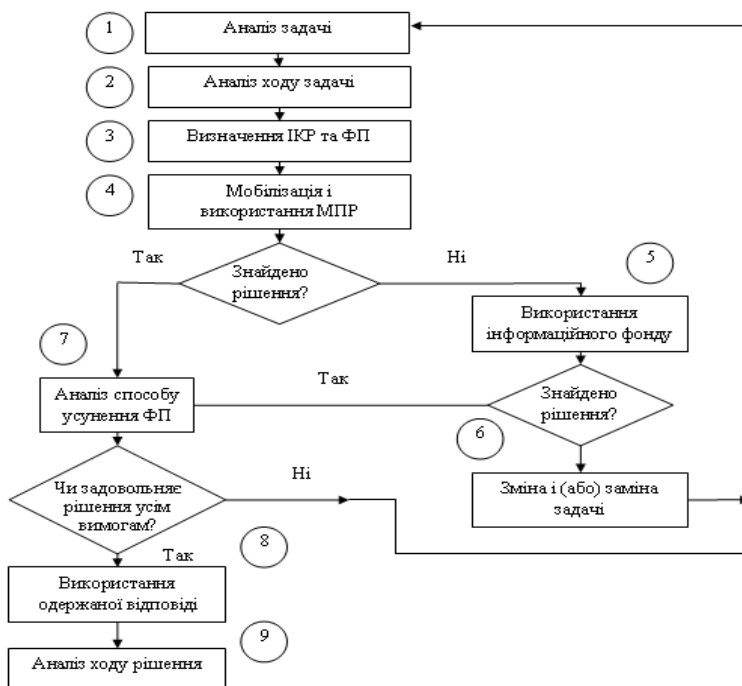


Рис. 4.4.1. Блок-схема алгоритму АРВЗ.

Примітка. Ікс-елемент не обов'язково має бути будь-якою новою речовинною частиною системи. Ікс-елемент – ця зміна в системі. Він може характеризувати, наприклад, зміну температури або агрегатного стану певної частини системи або зовнішнього середовища.

Аналіз задачі. Здійснюється перехід від ситуації винахідництва до моделі задачі.

1. Записати умови задачі (без спеціальних термінів!) за наступною формою: технічна система для (вказати призначення) включає (перерахувати основні частини системи). Технічне протиріччя 1 (вказати). Технічне протиріччя 2 (вказати). Необхідно за мінімальних змін в системі (вказати результат, який має бути отриманий). Задачу одержують, виходячи з ситуації винахідництва і вводячи обмеження: «Все залишається без змін або спрощується, але при цьому з'являється необхідна дія (властивість), або зникає шкідлива дія (властивість)». Записуючи п. 1.1 слід вказати не лише технічні частини системи, але й природні, які взаємодіють з технічними. Технічними протиріччями (ТС) називають взаємодії в системі, які полягають, наприклад, в тому, що корисна дія викликає одночасно шкідливе або введення (посилення) корисної дії або усунення (послаблення) шкідливого, викликає погіршення (зокрема, неприпустиме ускладнення) однієї з частин системи або всієї системи в цілому.

2. Виділити і записати конфліктуючу пару елементів: виріб – інструмент.

3. Скласти графічні схеми технічних протиріччя ТС-1 і ТС-2.

4. Вибрати з двох схем конфлікту ту, яка забезпечує якнайкраще здійснення головного виробничого процесу (основної функції технічної системи, вказаної в умовах задачі). Вказати головний виробничий процес.

5. Посилити конфлікт, вказавши граничний екстремальний стан (дію) елементів.

Правило: більша частина задач містить конфлікт типу «багато елементів» («сильний елемент» – «слабкий елемент» і т. ін.).

Конфлікт типу «мало елементів» при посиленні необхідно приводити до одного вигляду – «нуль елементів» («відсутній елемент»).

6. Записати формулювання моделі задачі, вказавши конфліктуючу пару; посилене формулювання конфлікту; що повинен зробити для вирішення задачі ікс-елемент, який вводиться (що він має зберегти і що має усунути, поліпшити, забезпечити і т. д.).

Аналіз моделі задачі. Забезпечує облік наявних ресурсів, які можна використовувати при рішенні задачі: ресурсів простору, часу, речовин і полів.

1. Визначити оперативну зону, що є простором, в межах якого виникає конфлікт, вказаний в моделі задачі.

2. Визначити оперативний час, тобто наявні ресурси часу: конфліктний і час до конфлікту.

3. Визначити матеріально-польові ресурси системи, що розглядається, зовнішнього середовища, виробу і скласти їх список.

Матеріально-польові ресурси (МПР) – це речовини і поля, які вже є або можуть бути легко отримані за умов задачі. Аналіз МПР на етапі 3 є попереднім.

Визначення ідеального кінцевого результату і фізичного протиріччя.

Формулюється ідеальне рішення (ІКР) і визначається фізичне протиріччя (ФП), що заважає досягненню ІКР (рис. 4.4.2.).

1. Записати формулювання ІКР-1: ікс-елемент, зовсім не ускладнюючи

системи і не викликаючи шкідливих явищ, усуває шкідливу дію (вказати яку) впродовж оперативного часу в межах оперативної зони, зберігаючи здатність інструменту виконувати корисну дію (вказати яку).

2. Посилити формулювання ІКР-1 додатковою вимогою: в систему не можна вводити нові речовини і поля, необхідно використовувати матеріально-польові ресурси

3. Записати формулювання фізичного протиріччя на макрорівні: оперативна зона впродовж оперативного часу повинна мати фізичний макростан (вказати який, наприклад «бути гарячішою»), щоб виконувати одну з конфліктуючих дій (вказати яку), і повинна мати протилежний фізичний макростан (вказати який, наприклад «бути холодною»), щоб виконувати іншу конфліктуючу дію або вимогу (вказати яку). Фізичним протиріччям називають протилежні вимоги до фізичного стану оперативної зони.

4. Записати формулювання фізичного протиріччя на мікрорівні: в оперативній зоні повинні бути частинки речовини (вказати їх фізичний стан або дію), щоб забезпечити макростан (вказати те, що вимагає поз. 3), і не повинно бути таких частинок (або повинні бути частинки з протилежним станом або дією), щоб забезпечити інший макростан (вказати те, що вимагає поз. 3).

Увага. Три перші блоки АРВЗ істотно перебудовують початкову задачу. Підсумок цієї перебудови підводить поз. 5. Складаючи формулювання ІКР-2, одночасно отримуємо нову задачу – фізичну. Надалі потрібно вирішувати саме цю задачу.

5. Записати формулювання ідеального кінцевого результату ІКР-2: оперативна зона (вказати) впродовж оперативного часу (вказати) повинна сама забезпечувати протилежні фізичні макро- або мікростани (вказати).



Рис. 4.4.2. Схема з'ясування та усунення технічного протиріччя в АРВЗ.

Мобілізація і застосування матеріально-польових ресурсів.

Здійснюються планомірні операції із збільшення ресурсів: розглядаються похідні МПР, які отримуються майже безкоштовно шляхом мінімальних змін наявних ресурсів.

1. Метод моделювання «маленькими чоловічками» (ММЧ).

Метод ММЧ полягає в тому, що конфліктуючі вимоги схематично подають у вигляді умовного рисунка, на якому діє велике число «маленьких чоловічків». Зображати у вигляді «маленьких чоловічків» слід лише змінні частини моделі задачі (інструмент, ікс-елемент):

- а) використовуючи метод ММЧ побудувати схему конфлікту;
- б) змінити цю схему так, щоб «маленькі чоловічки» діяли, не викликаючи конфлікту;
- в) перейти до технічної схеми.

2. Визначити, чи вирішиться задача шляхом використання поєднання ресурсних речовин.

3. Визначити, чи вирішиться задача шляхом заміни наявних ресурсних речовин, порожниною або поєднанням ресурсних речовин з порожниною.

4. Визначити, чи вирішиться задача шляхом застосуванням речовин похідних від ресурсних (або застосуванням поєднання цих похідних речовин з «порожниною»). Похідні ресурси речовини отримують, наприклад, зміною агрегатного стану наявних ресурсних речовин (якщо ресурсна речовина вода, то до похідних належать лід і пара). Похідними вважаються і продукти розкладання ресурсних речовин. Так, для води похідними будуть водень і кисень. Для багатокомпонентних речовин похідні – їх компоненти.

5. Визначити, чи вирішиться задача шляхом введення замість речовини електричного поля або шляхом взаємодії двох електричних полів.

6. Визначити, чи вирішиться задача шляхом застосуванням пари “поле – добавка речовини”, що реагує на поле (наприклад, магнітне поле – фероматеріал, ультрафіолетове поле – люмінофор, теплове поле – метал з пам'яттю форми і т. ін.).

Рішення задачі буде тим ідеальнішим, чим менше буде витрати МПР. Проте не кожна задача розв'язується за малих витрат МПР. Іноді доводиться вводити «сторонні» речовини і поля. Робити це треба лише за умови крайньої необхідності, якщо ніяк не обійтись наявними МПР.

Застосування інформаційного фонду.

У багатьох випадках блок 4 АРВЗ приводить до вирішення задачі. В таких випадках можна переходити до блоку 7. Якщо ж після п. 6 відповіді немає, треба перейти до блоку 5, який забезпечує використання досвіду, сконцентрованому в інформаційному фонді ТРВЗ.

1. Розглянути можливість вирішення задачі (у формулюванні ІКР-2 і з врахуванням МПР, уточнених в блоці 4) за аналогією з ще нестандартними задачами, раніше вирішеними за АРВЗ.

2. Розглянути можливість усунення фізичного протиріччя за допомогою типових прийомів вирішення фізичних протиріччя.

3. Використання «Покажчика застосування фізичних ефектів і явищ». Розглянути можливість усунення фізичних протиріч з його допомогою.

Розділи «Покажчик використання фізичних ефектів та явищ» опубліковано в журналі «Техніка і наука» (№ 1-9, 1981 и № 3-8, 1982), а також в роботі «Покажчик фізичних явищ та ефектів для вирішення винахідницьких задач» / Г.В. Бородастов [и др.]. – М.: ЦНИИАтоминформ, 1979.

Зміна і (або) заміна задачі.

Прості задачі розв'язуються шляхом безпосереднього подолання ФС, наприклад поділом суперечливих властивостей в часі або в просторі. Рішення складних задач зазвичай пов'язане із зміною значення задачі – зняттям початкових обмежень, обумовлених психологічною інерцією, і до рішення уявних явищами. Для правильного розуміння задачі необхідно її спочатку вирішити: винахідницькі задачі не можна відразу поставити точно – процес рішення, як такий, є процесом корегування задачі.

1. Якщо задача вирішена, перейти від фізичної відповіді до технічної: сформулювати спосіб і дати принципову схему пристрою, що реалізує цей спосіб.

2. Якщо відповіді немає, перевірити, чи не є формулювання поз. 1. поєднанням декількох різних задач. В цьому випадку слід змінити поз. 1., виділивши окремі задачі для почергового вирішення (зазвичай досить вирішити одну головну задачу).

3. Якщо відповіді немає, змінити задачу, вибравши інше технічне протиріччя.

Усунення фізичного протиріччя.

Здійснюється перевірка якості одержуваної відповіді. Фізичне протиріччя має бути усунене майже ідеально. Краще витратити додатковий час на отримання нової, сильнішої, відповіді, ніж потім довго боротися за погано впроваджувану слабку ідею.

1. Контроль відповіді. Розглянути поля і речовини, які вводяться. Чи можна не вводити нові речовини і поля, використавши МПР – наявні і похідні? Ввести відповідні поправки до технічної відповіді.

2. Провести попередню оцінку отриманого рішення, відповівши на наступні запитання:

а) чи забезпечує отримане рішення виконання головної вимоги ІКР-1 («Елемент сам ...»)?

б) яка фізичне протиріччя усунене (і чи усунене) отриманим рішенням?

в) чи містить отримана система хоча б один добре керований елемент? який саме? як здійснювати керування?

г) чи є придатним рішення, знайдене для «одноциклової» моделі задачі в реальних умовах з багатьма циклами?

Якщо отримане рішення не задовольняє хоча б одне з контрольних питань, повернутися до поз. 5.1.

3. Перевірити (за патентними даними) формальну новизну отриманого рішення.

Записати можливі підзадачі – винахідницькі, конструкторські,

розрахункові, організаційні.

Застосування отриманої відповіді.

Забезпечується максимальне використання ресурсів знайденої ідеї, оскільки хороша ідея не тільки вирішує конкретну задачу, але й дає універсальний ключ до багатьох інших аналогічних задач.

1. Визначити, яка над система, в яку входить змінена система, має бути змінена.

2. Перевірити, чи може змінена система (або надсистема) застосовуватися по-новому.

3. Використати отриману відповідь при рішенні інших технічних задач:

а) сформулювати в узагальненому вигляді отриманий принцип рішення;

б) розглянути можливість прямого застосування отриманого принципу при рішенні інших задач;

в) розглянути можливість використання принципу, зворотного отриманому;

г) побудувати морфологічну таблицю, наприклад типу «розташування частин – агрегатні стани виробу» – або «використані поля – агрегатні стани зовнішнього середовища» і розглянути можливі перебудови відповіді за позиціями цих таблиць;

д) розглянути зміну знайденого принципу за умов зміни розмірів системи (або головних її частин): розміри прямують до нуля, розміри прямують до нескінченності.

Аналіз ходу рішення.

Забезпечує підвищення творчого потенціалу інженера.

1. Порівняти дійсний хід рішення даної задачі з теоретичним (за АРВЗ). Якщо є відхилення, записати.

2. Порівняти отриману відповідь з даними інформаційного фонду ТРВЗ (стандарти, прийоми, фізичні ефекти). Якщо в інформаційному фонді немає подібного принципу, записати його в попередній накопичувач.

Аналогічну перевірку знайденого технічного рішення можна здійснити за допомогою стандартів або фізичних ефектів.

Опис нового технічного рішення.

Важливо не лише знайти рішення, але й правильно його описати.

Основними документами, що відображають сутність нового технічного рішення, є опис винаходу з формулою винаходу, а також відповідні графічні матеріали (креслення, схеми і ін.).

Опис винаходу включає наступні розділи:

– назва винаходу і клас Міжнародної класифікації винаходів (МКВ), до якого воно належить; галузь техніки, до якої відноситься винахід, і галузь, яка здебільшого використовує винахід; характеристика аналогів винаходу; характеристика вибраного прототипу;

– критика прототипу; мета винаходу; сутність винаходу і його відмітні (від прототипу) ознаки; перелік фігур графічних зображень;

– приклади конкретного виконання; техніко-економічна або інша ефективність; формула винаходу.

Назва винаходу. Назва винаходу повинна бути точною, короткою і конкретною, містити не більше 8-10 значущих слів, відповідати певній рубриці МКВ і конкретно вказувати, до якого роду об'єкту (пристрій, спосіб або речовина) відноситься пропоноване технічне рішення.

Галузь техніки, до якої відноситься винахід, і галузь, яка здебільшого використовує винахід. Цю частину опису зазвичай починають словами: «Винахід відноситься до . . . ». Наприклад, «Винахід відноситься до зберігання і вивантаження сипких матеріалів з бункерів» (а.с. 1159839).

Характеристика аналогів винаходу. Приводять характеристики відомих раніше аналогічних рішень цієї ж задачі.

Характеристика вибраного прототипу. Приводиться характеристика конкретного відомого пристрою, способу або речовини, найближчих за технічною суттю і досягнутим позитивним ефектом до пропонованого технічного рішення.

Критика прототипу. Описуються лише ті недоліки прототипу, які частково або повністю усуваються пропонованим новим технічним рішенням. Описуючи недоліки прототипу, слід, за можливості, вказати причини, наслідком яких ці недоліки є.

Мета винаходу. Об'єктивно й обґрунтовано, без тверджень рекламного характеру висловлюється мета. Об'єктивність мети визначається необхідністю задоволення будь-якої суспільної потреби. Вказується очікуваний позитивний ефект від використання пропонованого технічного рішення, який має бути причинно пов'язаний з ознаками об'єкту винаходу, що забезпечують його досягнення. Наприклад, метою винаходу (а. с. 1159839) є підвищення надійності споруд і зменшення витрат стисненого повітря.

Сутність винаходу і його відмінні (від прототипу) ознаки. Приводиться короткий виклад винаходу з вказівкою всіх істотних ознак. Спеціально виділяють ознаки, які відрізняють пропоноване технічне рішення від прототипу і обумовлюють його новизну. Цей етап повинен довести відповідність технічного рішення критерію «істотні відмінності». Технічне рішення задачі визнається як таке, що має істотні відмінності, якщо в порівнянні з рішеннями, відомими в науці і техніці, воно володіє новим поєднанням ознак, які дозволяють отримати позитивний ефект.

Таким чином, в цьому розділі вказується причинно-наслідковий зв'язок між позитивним ефектом, якого досягають, та поєднанням істотних ознак пропонованого технічного рішення.

Перелік фігур графічних зображень. Приводиться перелік всіх фігур графічних зображень з короткою вказівкою, що зображено на кожній з них.

Приклади конкретного виконання. Описуються приклади, які підтверджують можливість практичного здійснення фахівцем даної галузі технічного рішення з отриманням позитивного ефекту при використанні всієї сукупності істотних ознак винаходу, вказаних в його формулі. Цей розділ відрізняється залежно від того, що описується – пристрій, спосіб або речовина, або застосування відомого пристрою, способу чи речовини за новим

призначенням.

Опис пристрою починають з опису його конструкції в статичному стані: вказуються всі вузли, блоки і деталі, що складають цю конструкцію, а також зв'язки між ними; приводяться їх креслення і схеми з цифровими позначеннями в порядку зростання. Потім описується робота пристрою або спосіб його використання з обов'язковим посиланням на позиції креслень і схем. Опис способу починають з переліку прийомів та операцій, які треба здійснити для досягнення мети винаходу. Далі вказуються дійсні параметри режимів (температура, вологість, тиск і т. д.) реалізації способу і вживані при цьому пристосування й речовини. Кількість конкретних прикладів виконання способу залежить від характеристики та кількості відмінних ознак, вказаних у формулі винаходу.

Техніко-економічна або інша ефективність. Приводяться показники винаходу порівняно з показниками подібних технічних рішень, має бути оцінений початковий технічний і повторний економічний ефект, якого можна досягти за умови використання пропонованого технічного рішення. Якщо економічну ефективність визначити неможливо, слід вказати, які соціальні або інші задачі може вирішувати винахід (наприклад, поліпшення умов праці, техніки безпеки і т. д.).

Формула винаходу. Ця формула складена за певними правилами словесної характеристики, і виражає технічну сутність самого винаходу. Характеристика винаходу зазвичай виражається ознаками об'єкту винаходу. Існують деякі особливості складання формули винаходу на різні види об'єктів. Так, наприклад, у формулі винаходу пристрій повинен характеризуватися конструктивними ознаками, тобто наявністю нових для даного об'єкту вузлів, деталей і механізмів, взаємним їх розташуванням, новим взаємозв'язком або новою формою відомих деталей, вузлів і механізмів, матеріалом, з якого виконана деталь, вузол або сам об'єкт і ін. При цьому формула винаходу повинна характеризувати пристрій в статичному стані, а не в роботі. У формулі винаходу, що характеризує спосіб, в певній послідовності вказується виконання ряду взаємозв'язаних дій над матеріальним об'єктом і за допомогою матеріальних об'єктів, зокрема використання нових операцій або прийомів, новий порядок чергування відомих прийомів або операцій, новий температурний, електричний, часовий або інший режим, використання певних матеріалів, пристосувань та інструментів, необхідних для виконання прийомів або операцій і ін., з яких складається спосіб.

5. Прийоми технічного проектування і моделювання та їх застосування.

В процесі рішення задачі кожна людина використовує свої знання, досвід, отримані ним в процесі навчання і практичної діяльності. Накопичені знання є набором правил, які дозволяють знаходити нові рішення або поліпшувати вже відомі. Наведемо приклади. Є такий прийом – «зайва ланка». З його допомогою можна натрапити на ідею знайти зайву ланку в технологічній послідовності виготовлення виробу та усунути її. Пригадаємо, що технологія спочатку створювалася методом проб і помилок. Задля раціоналізації трудового процесу,

технологічну операцію представляють поєднанням елементарних прийомів (рухів), а потім аналізують послідовність їх виконання з метою з'ясування зайвих рухів. Ліквідація нерациональних рухів (зайвої ланки) знижує витрати часу на виконання операції.

Застосування принципів дії живих систем і використання біологічних процесів для вирішення творчо-конструкторських і винахідницьких задач дозволяє копіювати властивості біологічних об'єктів і переносити їх на техніку або технологію. Наприклад, широкої популярності набув новий тип застібки, що самоутримується, в якій використовується так званий "принцип реп'яха". В смужку тканини шириною до 15 мм закладено велике число дрібних пластмасових гачків, які дотикаючись до ворсистій тканини міцно чіпляються за волоски, але за певного зусилля легко, не ушкоджуючи тканини, відчіплюються. Так з'явилася всім відома «липучка».

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

Приклади прийомів подолання технічних протиріч. Нижче наводяться прийоми подолання технічних протиріч, які систематизовані Г.С. Альтшуллером та «ілюстровані» прикладами з галузі техніки й технології. Кожен з прийомів досить універсальний і відображає найефективніші принципи перетворення об'єкту. Таких принципів близько 40, але ми розглянемо лише основні.

1. *Принцип дрібнення* передбачає поділ об'єкту на незалежні частини, виконання об'єктів розбірними, збільшення ступеню дрібнення об'єкту (наприклад, трюми кораблів робляться з чисельними відсіками, ізольованими один від одного, аби вода з пробойни в одному з них не потрапила в сусідні).

2. *Принцип винесення* полягає у відділенні від об'єкту однієї його частини (властивості) або, навпаки, у виділенні єдиної потрібної частини (властивості) (наприклад, в радіокерованих моделях з електричними двигунами для зменшення радіоперешкод, які створює колектор двигуна, його корпус вкладають в оболонку, зроблену з тонкої маловуглецевої сталі).

3. *Принцип місцевої якості* полягає в переході від однорідної структури об'єкту (процесу) до неоднорідної. Різні частини об'єкту повинні мати різні функції і характеристики, що найкраще відповідають їх роботі (наприклад, загальновідомо, що спрацювання деталей механізмів машин відбувається по контактній поверхні, тому немає потреби збільшувати твердість всього об'єму деталі – достатньо збільшити твердість лише шару металу, який знаходиться на контактній поверхні. Тому стали застосовувати поверхневе гартування, вуглецювання поверхневого шару і т. ін.).

4. *Принцип асиметрії* передбачає перехід від симетрії до асиметрії. Традиційно, але зачасти і чисто інтуїтивно, люди прагнуть виготовляти вироби симетричними. Але іноді саме відхід від звичних симетричних форм дозволяє ефективно вирішувати поставлені задачі (наприклад, при оздобленні різних моделей транспортної техніки застосовують різне асиметричне забарвлення, що

робить моделі різноманітнішими на вигляд; щоб у темний час доби не засліпити зустрічних водіїв, ліва фара автомобіля повинна освітлювати дорогу на відстані до 25 м, а права – значно далі).

5. *Принцип об'єднання* полягає в з'єднанні (об'єднанні) в просторі або часі однорідних або суміжних операцій (об'єктів) (наприклад, в токарній обробці принцип об'єднання реалізується при застосуванні багаторізцевих установок, в яких закріплюються не один, а відразу декілька ріжучих інструментів, кожен з яких за один прохід обробляє свою поверхню).

6. *Принцип універсальності* – об'єкт виконує функції інших об'єктів, тобто тих, в яких саме зараз є потреба (наприклад, електричний дріль може бути використаний не лише для свердління отворів, але і як викрутка; шліфувальна машинка – використовуючи спеціальне пристосування працює як привод настільного токарного верстата. Це стало можливим завдяки спеціальному пристрою, що регулює число обертів дреля, та стандартній за розміром циліндричній частині на корпусі дреля, на якій його встановлюють в новому пристосуванні. Як, поєднуючи функції, можна зменшити вагу мотоцикла? Наприклад, для зменшення ваги бензобаку, частину пального можна зберігати в інших вузлах мотоцикла. Основна умова – ці частини мають бути порожнистими. Рама – порожниста, на ній кріпиться двигун, тому проблем з подачею палива не виникне).

7. *Принцип «матрьошки»* – один об'єкт розташований всередині іншого, проходить крізь порожнину в іншому. Корпуси сучасних побутових універсальних кухонних комбайнів виготовляються порожнистими для того, щоб в порожнині можна було зберігати змінні насадки. Кухонні банки для зберігання сипучих продуктів виготовляються різних розмірів, аби при продажу їх можна було помістити одна в одну і таким чином значно зменшити місце їх збереження. Цей принцип реалізований також в конструкції телескопічних антен, які складаються з декількох трубок різного діаметру: зовнішній діаметр передньої трубки дорівнює внутрішньому діаметру наступної трубки. Такий принцип конструювання дозволяє висувати антену для роботи і, навпаки, складати для зберігання та транспортування.

8. *Принцип антиваги* полягає в компенсації маси (ваги) об'єкту через з'єднання його з іншими об'єктами, які володіють підйомною силою, або взаємодії з середовищем (за рахунок аерогідродинамічних й інших сил). Для того, щоб сучасні автомобілі були стійкими при високих швидкостях, їм надають спеціальної форми, за якої потік зустрічного повітря притискає машину до дороги. Потік повітря необхідно спрямувати так, щоб він притиснув машину до землі або створив зусилля, яке її притискає. Для цього під чи над машиною встановлюють зворотне крило (антикрило). Крило із зворотним кутом атаки не піднімає, а, навпаки, притискатиме з'єднане з ним тіло до землі.

9. *Принцип попереднього напруження* підказує, що необхідно наперед додати об'єкту деформації (напруження), протилежних небажаним. Задля зменшення амплітуди коливання телевізійної башти в Останкіно (м. Москва) при виготовленні її корпусу використовувався метод, за якого всередині опалубки

спочатку натягували високонапружені канати, потім в опалубку заливали бетон. Після застигання бетону навантаження з металевих канатів знімали, а бетонна стіна залишалася напруженою. Такий напружений бетон дозволяє башті (висотою понад 500 м) витримувати величезні навантаження, які викликають штормові вітри.

10. *Принцип попереднього виконання* полягає в тому, щоб наперед виконати необхідну зміну об'єкту (повністю чи частково), розташувати об'єкти так, аби вони змогли діяти з мінімальними витратами часу на їх транспортування (наприклад, при складанні автомобілів на конвеєр постачаються вже зібрані та обкатані двигуни).

11. *Принцип «наперед підкладеної подушки»* полягає в компенсації невисокої надійності об'єкту наперед підготовленими аварійними засобами (наприклад, в разі автомобільної аварії використання подушок безпеки, які миттєво реагують на зіткнення, що значно знижує смертність на автошляхах).

12. *Принцип «навпаки»* полягає в тому, що замість дії, яку диктують умови, здійснюють зворотну дію – рухому частину механізму знерухоплюють, а нерухому – роблять рухомою (наприклад, при випробуванні створених літаків їх моделі підвішують в порожнині аеродинамічної труби і модель обдувають повітряним потоком від вентиляторів. При роботі прототипу все відбувається навпаки: літак сам створює потік повітря і рухається в повітряному середовищі).

13. *Принцип копіювання* вказує на те, що замість дороговартісного, незручного чи надто великого об'єкту можна використовувати його спрощені і дешеві моделі (наприклад, відомо, що оцінюючи польотні якості нової конструкції літака, в аеродинамічній трубі продувають його зменшену масштабну копію; для визначення об'єму штабеля круглих дерев'яних колод однієї довжини, їх торці фотографують, визначають масштаб зменшення, за фотографією визначають загальну площу круглих торців і потім визначають об'єм заготовленої деревини).

14. *Принцип заміни «дорогої довговічності» на «дешеву недовговічність»* – замінити дорогий об'єкт набором дешевих об'єктів та поступитись при цьому деякими якостями (довговічністю) (наприклад, використання одноразових предметів: пелюшок, посуду, одягу, постільної білизни дозволяє робити їх не зовсім гарної якості. Такі вироби дешеві і після використання відразу утилізуються).

15. *Принцип однорідності* – об'єкти, які взаємодіють з даними об'єктами, повинні бути зроблені з однакових матеріалів (або із наблизеними до них властивостями) (наприклад, при склеюванні двох деталей властивості клею повинні бути близькими до властивостей деталей, що з'єднуються. В цьому випадку клейове з'єднання буде довговічнішим і забезпечить високі експлуатаційні якості виробу; муруючи піч, необхідно використовувати глину, з якої виготовляють цеглу для печей. В цьому випадку коефіцієнти об'ємного теплового розширення будуть однакові і піч при експлуатації не буде розтріскуватись).

Завдання і запитання для закріплення та засвоєння навчального матеріалу

1. Розкрийте загальну класифікацію методів моделювання і проектування.
2. Які методи проектування відносять до евристичних методів генерації нових ідей?
3. Охарактеризуйте суть і послідовність використання методу “мозкової атаки”.
4. Що розуміють під методом колективного пошуку оригінальних ідей?
5. Розкрийте суть і послідовність використання методу контрольних евристичних питань.
6. Що розуміють під методами інверсії та емпатії та в чому їх відмінність?
7. Наведіть характеристику методу синектики і проектуванні.
8. Дайте характеристику асоціативним методам проектування.
9. Які методи проектування відносять до раціональних методів вирішення творчих технічних задач?
10. Розкрийте суть і алгоритм використання методу морфологічного аналізу.
11. Які прийоми використовуються в методі десятичних матриць?
12. Яка послідовність використання функціонально-вартісного аналізу об’єктів проектування?
13. Розкрийте суть і послідовність реалізації основ теорії вирішення винахідницьких задач.
14. Які прийоми технічного проектування і моделювання використовуються в предметно-перетворювальній діяльності?
15. На основі яких принципів проводиться подолання технічних суперечностей в процесі проектування?

Тема 5. Інформаційне забезпечення проектування і моделювання.

План

1. Загальні відомості про інформацію.
2. Пошук та оцінка інформації.
3. Науково-технічна і патентна інформація.
4. Різновиди патентного пошуку. Інформаційно-пошукові системи, їх різновиди. Ручний та автоматизований патентний пошук.
5. Основні поняття інформації та інтелектуальної власності: відкриття, винаходи, раціоналізаторські пропозиції, корисні моделі, промислові знаки, товарні знаки.
6. Способи захисту інформації та інтелектуальної власності.

Література: 6, 9, 14, 21, 25, 29, 30, 41, 45, 56, 60, 62, 72, 73, 87, 92, 93.

1. Загальні відомості про інформацію.

Загальновідомо, яку важливу роль відіграє інформація у творчо-конструкторській діяльності, взагалі, і в технічній творчості, зокрема, починаючи з етапу висунення ідеї та закінчуючи оцінкою отриманих результатів.

Інформація – це відомості, що є об'єктом збереження, перетворення та розповсюдження в системі наукових комунікацій.

Слово *інформація* (від лат. *informatio* – роз'яснення, виклад). Спочатку цей термін відносився до відомостей, які передаються людьми усно, письмово або іншим чином (з допомогою умовних сигналів, технічних засобів і т. д.). Проте з середини XX століття інформація – це загальнонаукове поняття, що включає, зокрема, обмін відомостями між людьми, людиною і машиною, між різними машинами. З визначення інформації випливає, що не всі відомості, які ми отримуємо, можна віднести до розряду інформації.

Основні ознаки інформації XXI століття:

- завжди знаходиться (або закріплена) на матеріальному носії;
- в цілому не володіє властивостями адитивності, комутативності й асоціативності (до елементів наукового повідомлення не можна застосувати прості правила алгебри);
- володіє цінністю для одержувача (ця цінність пов'язана з метою, якої одержувач хоче досягти за допомогою інформації або яку ця інформація знову ставить);
- має суспільну природу;
- має семантичний характер: вона пов'язана з поняттями, сенсом, значенням (це означає, що наукова інформація є мовним зв'язком лише для людей);
- має мовну природу (вона отримує значення, семантичний зміст лише як результат абстрактно-логічного мислення, яке неможливе зовні природної мови);
- незалежна щодо свого змісту від мови, якою вона виражена, та виду фізичного носія, на якому вона закріплена;

- володіє властивістю дискретності, яка походить від дискретності мовних знаків, за допомогою яких вона утворена, а також від «перервності» часових моментів, в які відбувається відчуження «квантів» інформації;
- володіє властивістю кумулятивності (кожен науковець може і повинен добудовувати сучасну науку, зведену зусиллями попередніх поколінь);
- незалежна від її творців (цим наукова інформація відрізняється від інформації естетичної);
- старіє специфічним чином (мова йде про наукову інформацію);
- розсіюється у наукових виданнях і творах (ця її властивість тісно пов'язана з процесами диференціації й інтеграції в науці).

Цей перелік не є повним. Проте кожен може зробити з нього ряд важливих для себе висновків. Зокрема, з того, що інформація не володіє властивостями адитивності, комутативності і асоціативності, витікає, що інформація, на перший погляд не стосуючись питання, яке вивчається, може дати поштовх до оригінального вирішення проблеми.

Остання властивість інформації створює головну перешкоду до її використання: у всі часи збір необхідної інформації був одним з найважчих етапів творчої діяльності.

Аналіз всієї кількості інформації на перший погляд є проблемою, яка не має рішення. Проте, існують методи збору інформації, що дозволяють дещо спростити її пошук.

Теоретичною основою інформації є *інформатика* – наука про загальні властивості та закономірності інформації, а також методи її пошуку, передачі, збереження, обробки й використання в різних сферах діяльності людини. Як наука, інформатика сформувалася з появою ЕОМ та включає теорію кодування інформації, розробку методів і мов програмування, математичну теорію процесів передачі й обробки інформації.

2. Пошук і оцінка інформації.

2.1. Пошук інформації.

Розроблено багато різних варіантів пошукових систем для знаходження потрібної інформації.

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

Приклади найпростіших елементів інформаційно-пошукової системи – бібліотечний каталог і особистий каталог літератури. Але існують елементи вищого рівня. Ось деякі з них.

На сьогодні всі великі бібліотеки мають у своєму розпорядженні серії періодичних видань, названих реферативними збірниками («*Abstracts*») і покажчиками статей («*Indexes*»).

Реферати – це короткі описи авторських статей з повідомленням про те, хто їх написав, коли і де вони були опубліковані. Подібні реферати надзвичайно

корисні тим, що користувач відразу розуміє, чи треба йому проглянути цю статтю чи досить ознайомитися з її реферативним викладом. Показчики повідомляють прізвище та ім'я автора, назву статті, видання і дату публікації. Проте опису змісту статті тут немає. Тому не так просто вирішити, наскільки корисною виявиться для вас та чи інша стаття.

Реферативні збірники і показчики існують за всіма галузями знань. В цьому сенсі вони нагадують енциклопедичні словники та енциклопедії з різних предметів. Вони призначені для економії часу. Оскільки ці видання завжди мають іменні та предметні показчики, то не є важливим, чи знаєте ви прізвище автора і назву статті чи ні. Для більшості дослідників важливою є тема, а не прізвище автора статті.

З кожної галузі знань публікується декілька реферативних видань і показчиків статті. Реферативні збірники і показчики статей виходять або раз на місяць, або раз на квартал (а то й рідше). Тому реферативний опис чи повідомлення може з'явитися не раніше, ніж через 1-3 місяці після їх публікації.

Для повнішої інформації необхідно проглянути перед початком роботи останні номери відомих журналів з тієї спеціальності, в якій ви хочете щось зробити, оскільки інформацію і описи статті з них ще не встигнуть опублікувати в реферативних виданнях.

Загальновідому інформацію можна знайти в різній довідковій літературі. Проте найпоширенішими довідковими виданнями є енциклопедії та енциклопедичні словники. Мало знайдеться людей, які б не користувалися ними хоча б час від часу. Проте слід мати на увазі, що видавці зачасти плутають ці два терміни. Тому, загляньте в книгу самі, аби переконатися чим є конкретне видання – енциклопедичним словником чи енциклопедією. Різниця – в об'ємі інформації. Словники, зазвичай, однотомні, невеликі за об'ємом, статті в них – один або два рядки.

Енциклопедії, як правило, багатотомні. Окремі статті в них можуть налічувати десятки сторінок. Багато статей енциклопедії є вичерпним вступом до будь-якої проблеми або науки.

Енциклопедії бувають двох типів:

- містять всі накопичені людством знання, розташовані в алфавітному порядку; кожному поняттю в них відводиться не менше абзацу; або довга ґрунтовна стаття, написана відомим вченим;

- галузеві енциклопедії, присвячені одній певній галузі знань і містять доволі ґрунтовну (і зачасти спеціалізовану) інформацію, наприклад «Енциклопедія техніки». Якщо ви вже щось знаєте про предмет, який вас цікавить, то подібна енциклопедія допоможе вам розширити свої знання або з'ясувати спеціальні питання.

Але найдокладнішу інформацію з теми, що цікавить, можна почерпнути із спеціальної літератури, присвяченої цій проблемі. Знайти потрібну інформацію в бібліотеці допоможуть спеціальні каталоги, що використовують перевірені часом системи класифікації наукової і документальної літератури [39].

Найпоширенішою системою класифікації на сьогодні є десяткова система

американця Мелвіна Д'юї, про яку він у 1876 р. опублікував книгу «Класифікація і предметний каталог для каталогізації та розстановки книг і брошур у бібліотеці». Основоположна ідея системи, яку він пропонував в цій книзі, надзвичайно проста: кожна велика галузь знань повинна отримати свої номери, наприклад, від 000 до 999, при цьому номери, що позначають десятки, також можуть мати своє призначення. За такого підходу, як вважав Д'юї, – будь-хто, вміючи рахувати, може легко навчитися користуватися цією системою. Зараз вона називається “Універсальною десятковою класифікацією” або стисло – УДК.

Відповідно класифікації Д'юї шифри галузей знань зведені в табл. 5.2.1.

Таблиця 5.2.1

Класифікатор Д'юї

Шифр галузі знань	Назва галузі знань
000 – 099	Книги про знання, накопичені людством: енциклопедії, довідники і книги з бібліотекознавства.
100 – 199	Філософія.
200 – 299	Релігія.
300 – 399	Соціологія та економіка (тут же навчальна література).
400 – 499	Мови.
500 – 599	Природничі науки.
600 – 699	Прикладні науки.
700 – 799	Мистецтво, промисли, спорт.
800 – 899	Література (багато бібліотек поміщають в цьому діапазоні не самі художні твори, а книги про письменників і поетів, критичні роботи, поезію та драму).
900 – 999	Історія та географія.

Кожна галузь знань, у свою чергу, розділена на підрозділи. Нижче наведений приклад розподілу розділу «Природничі науки».

500 – Наука (загальні питання).

510 – Математика.

520 – Астрономія.

530 – Фізика.

540 – Хімія і т.д.

Іншими словами, всі книги, шифр яких починається з цифри 54 – про хімію. Чим довшим є шифр, тим більше спеціалізованою за змістом є книга.

Для прикладу розглянемо, як виглядатиме шифр підручника «Технічна творчість учнів». Технічна творчість згідно класифікатора Д'юї відноситься до галузі «Прикладні науки» тобто шифр повинен починатися з групи цифр від 600 до 699. Шифр 08 в цьому ряді відповідає технічній творчості та винахідництву. Отже, відома перша тризначна цифра – 608. Тепер необхідно визначитися з шифром підрозділу. Шифр підрозділу проставляється після шифру розділу.

Розділяються вони крапкою. Зрозуміло, що книга відноситься до підрозділу «Загальні питання», тому після крапки згідно класифікатора необхідно поставити шифр 1. Таким чином, шифр нашої книги виглядатиме таким чином – УДК 608.1.

Усюди в бібліотеках на полицях ми бачимо шифри Д'юї. Навіть сама незвичайна або спеціалізована тема обов'язково має шифр. Іноді книгу можна віднести до двох галузей або підгалузей знань. Наприклад, шифр книги «Основи технічного моделювання і конструювання» виглядатиме так: УДК 620.1.57: 620.1.66 (за класифікатором 620 – техніка і технічна творчість в прикладних науках, цифра 1 після крапки – також, як і у попередньому випадку – «Загальні питання»). Такий подвійний шифр книги є цілком допустимим, оскільки 57 – це шифр підрозділу «Конструювання», а 66 – «Моделювання». В таких випадках бібліотекарі намагаються передбачити, де книгу шукатиме читач, і ставлять її на відповідне місце.

Необхідну інформацію для роботи можна знайти не лише в бібліотеках. Її зачасти можна зібрати відвідуючи музеї, виставки, різні змагання, знайти на відео- і мультимедіа носіях. Можна отримати консультацію визнаних фахівців у своїй галузі або в будинках технічної творчості. Не варто думати про музеї як про сховища з скляними вітринами, в яких виставлені допотопні технічні апарати, які вже не мають ніякої цінності. Адже це не так. Експонати музеїв бережуть значну інформацію щодо історії техніки. Технічні музеї не тільки демонструють зібрані колекції, але й допомагають відвідувачам зрозуміти їх. Саме історія техніки в найширшому значенні представлена, наприклад, в Лондонському музеї науки (*Science Museum*) або Політехнічному музеї в Москві: вони повні діючих експонатів, моделей.

Електронні засоби інформації.

Сьогодні величезні масиви інформації розміщені на різних серверах в системі Інтернет. Студенти і школярі все частіше використовують її для підготовки доповідей, рефератів, курсових та інших робіт. На жаль, надто часто ці матеріали є анонімними, не мають посилань на авторів запозичених текстів і містять помилкові висновки або неперевірену інформацію. Це відбувається тому, що всі ці Інтернет-матеріали не проходять попереднього рецензування фахівців. Серйозні наукові журнали обов'язково посилають всі отримані матеріали на рецензування визнаним фахівцям, які виявляють та повертають на доопрацювання неякісні роботи.

Все більшого поширення в системі електронних комунікацій набувають телеконференції *Usenet*. Телеконференції (інші терміни: конференції, ехи, форуми, «круглі столи»), призначені для отримання останніх новин, знайомства за інтересами, обміну ідеями та думками, отримання необхідних консультацій. В системі Інтернет багато мереж надають користувачам конференції, але найбільшу роль відіграють конференції *Usenet*. Конференцію можна ототожнити з організмом живої людини: якщо є користувачі, котрі потребують тематики даної конференції, вона живе; якщо інтерес користувачів зникає – вона «вмирає». Інформацію *Usenet* можна представити як електронний «паркан», на

який кожний користувач наклеює свій аркуш (повідомлення) і прочитує всі аркуші, наклеєні на «паркан» іншими. Для участі в конференції користувач повинен «підписатися», тобто послати повідомлення на сервер цієї конференції. Від режиму підписки залежить характер отримання користувачами інформації від конференції:

- отримання усіх статей конференції;
- отримання статі за вибором користувача.

Користувач, який підготував повідомлення, статтю або іншу інформацію, направляє кореспонденцію на сервер конференції, яка працює, як правило, цілодобово.

Допомогу щодо оцінки інформації можуть надати різні наукові товариства та об'єднання. Практично в кожній галузі науки існують свої наукові товариства, в роботі секцій яких ви можете прийняти участь.

2.2. Оцінка інформації.

Уявіть собі, що ви сумлінно попрацювали з каталогами і бібліотекар знайшов для вас всю замовлену літературу. Підбираючи літературу, ви, можливо, не чекали побачити такий великий стос книжок і журналів. Якщо читати все підряд, не вистачить тижня. Що ж робити? Ми рекомендуємо вам скористатися порадою, яку дає своїм учням професор Московського енергетичного інституту Л.І. Філіппов. Для зменшення часу пошуку потрібної інформації слід ввести поняття рангу публікації і детально вивчати публікації вищих рангів. Ранг публікації визначається при попередньому поверховому знайомстві з матеріалом або на підставі публікації в реферативному журналі. Для визначення рангу публікації, як правило, достатньо прочитати лише вступ і висновок.

Із загостренням конкурентної боротьби між комерційними компаніями та виникненням неконтрольованих каналів розповсюдження інформації (система Інтернет, «бульварна преса», приватні видавництва і т. ін.) різко зріс об'єм поширюваної помилкової інформації. Розповсюдження такої інформації може переслідувати різну мету. Найчастіше це використовується для маніпуляцій зі свідомістю широких мас населення. Багато фірм використовують дезінформацію для дискредитації конкурентів, інші – поширюють помилкову інформацію про значні науково-технічні досягнення задля примусу конкурентів (зачасти навіть держави) вкласти великі кошти у наперед безперспективні програми.

Деякі видавництва не проводять ретельного редагування текстів, і до них вкрадаються елементарні друкарські помилки. Особливо небезпечно, коли такі помилки зустрічаються у формулах, які можуть бути використані для важливих розрахунків. Навчаючись у школі ви, напевно, не раз зустрічали такі друкарські помилки в підручниках. Проте вони можуть бути й у серйозних наукових виданнях.

Задля зниження ймовірності використання неправдивої інформації, необхідно користуватися літературою авторитетних видань або користуватися послугами фахівців, особливо при прийнятті відповідальних рішень.

3. Науково-технічна і патентна інформація.

Технічна творчість неможлива без знань про те, що раніше було зроблено щодо досліджуваного питання, і щодо нових досягнень в галузі техніки, виробництва. Велику роль тут відіграє нова, остання науково-технічна і патентна інформація.

На сьогодні встановлено, що об'єм знань з основних галузей діяльності людини подвоюється кожні 5 років, а з галузей, які швидко розвиваються (електроніка, технічна кібернетика, комп'ютерні технології) – кожні 2-3 роки.

Науково-технічна інформація відображається, головним чином, в друкарській продукції: журналах за галузями знань, збірниках наукових праць провідних академій наук, найбільших університетів, вищих навчальних закладів. Видається також безліч книг, присвячених окремим науковим проблемам – монографій, збірників наукових праць, підручників, навчальних посібників.

Пошук потрібної інформації в океані знань стає складною справою, тому в усіх країнах проводиться значна роботи не лише з отримання нових знань про навколишній світ, але й щодо питання як передати отримані знання наступним поколінням, як зберігати, обробляти й передавати науково-технічну інформацію людям.

Для вирішення задач зі збору, збереження та розповсюдження науково-технічної інформації в Україні створений *Український інститут науково-технічної і економічної інформації (УкрІНТЕІ)* при міністерстві освіти і науки. Створені обласні *центри науково-технічної інформації*. Всі ці організації видають вторинні джерела інформації, що дозволяють користувачам на місцях швидше знаходити потрібні відомості для своєї діяльності (реферативні журнали, огляди інформації, бюлетені науково-технічної інформації за галузями науки й техніки, експрес-інформація і т.д.). На підприємствах, в організаціях, у навчальних закладах створені свої центри – *бюро технічної інформації*, відділи або групи, які доносять нову інформацію до працівників підприємства.

Оперативність роботи системи науково-технічної інформації забезпечується централізованою класифікацією інформаційних матеріалів за універсальною десятиковою класифікацією (УДК), яка введена в країні з 1963 року і є обов'язковою в галузях точних, природничих і технічних наук.

Найдоступнішими центрами науково-технічної інформації є *технічні бібліотеки*. В них є *систематичні* (за галузями знань) і *алфавітні* (за прізвищами авторів книг і статей) *каталоги*, випускаються *бібліографічні покажчики літератури*, організовуються виставки нової друкарської продукції, тематичні виставки, проводяться консультації.

Зі значним розповсюдженням електронно-обчислювальної техніки з'явилася можливість застосовувати інформаційні технології, які дозволяють істотно скорочувати час пошуку потрібної інформації. Вже не є рідкістю бібліотеки, де пошук потрібних джерел інформації здійснюється за ключовими словами. Чим більше ключових слів, тим вужчим є пошук і більшою ймовірністю знайти потрібну інформацію. Є можливість обміну інформацією у всесвітній інформаційній системі «INTERNET». До того ж існує *Товариство винахідників і*

раціоналізаторів України (ТВРУ), задачами якого є:

- активне сприяння технічному прогресу всіх галузей народного господарства;
- розвиток масового руху новаторів, надання їм допомоги;
- контроль за дотриманням підприємствами законодавства в галузі винахідництва й раціоналізаторства;
- захист прав авторів.

Головною метою ТВРУ є допомога новаторам у їх творчій роботі. Створена розгалужена мережа ТВРУ, наприклад, створені ради ТВРУ в містах, на підприємствах, в організаціях і навчальних закладах. ТВРУ має свій статут і є особою юридичною.

Патентна інформація – це технічна та правова інформація про відкриття, винаходи, промислові зразки і товарні знаки в усіх сферах діяльності людини, що міститься в офіційних періодичних публікаціях відомств інтелектуальної власності, які є в усіх країнах, де законодавством передбачена правова охорона об'єктів права інтелектуальної власності. Майже дві третини технічної інформації, що розкривається в патентній інформації, більш ніде не публікується. Загальна кількість патентних документів у світі сягає нині 40 млн. Як результат, патентна інформація є єдиною всеохопною добіркою систематизованої технічної інформації. Крім цього, патентні документи класифікуються за технічними галузями відповідно до єдиної детально розробленої Міжнародної патентної класифікації, що значно полегшує пошук потрібної інформації.

Відомості про відкриття й винаходи зазвичай зосереджені в патентних фондах великих бібліотек (обласних, міських і ін.), підприємств і організацій, в реферативних журналах, а також в *бюлетенях про відкриття, винаходи, промислові зразки і товарні знаки*, що випускаються чотири рази на місяць. У складі патентних фондів є класифікатори патентів, опис патентів і винаходів, матеріали довідково-пошукового апарату, нормативна та методична література.

Патентні фонди поділяють на державні, територіальні й галузеві. Державний патентний фонд є еталонним і знаходиться в Києві.

Для підприємств патентна інформація корисна передусім тим, що завдяки її оперативності вона може з успіхом використовуватись для стратегічного планування в сфері бізнесу. Вона дає змогу дізнатися про поточні дослідження та інновації раніше, ніж з'явиться на ринку відповідна продукція.

У галузі комерційної стратегії бізнесу патентна інформація допоможе:

- відстежувати передові досягнення у Вашій сфері;
- знайти бізнесових партнерів;
- знайти постачальників і матеріали;
- відстежувати діяльність реальних і потенційних конкурентів;
- знайти відповідні ринки.

Патентну інформацію підприємство може використовувати для того, щоб:

- уникнути можливих проблем з порушенням прав власників охоронних документів на результати науково-технічної діяльності;
- оцінити патентоспроможність власних винаходів;

- заперечувати проти видачі патентів, які знаходяться у протиріччі з патентом, що належить даному підприємству.

Найважливіша частина патентної інформації складається з офіційних публікацій відомств, відповідальних за правову охорону об'єктів промислової власності: винаходів, корисних моделей, промислових зразків, знаків для товарів і послуг у кожній державі (національна патентна документація) та регіональних і міжнародних організацій з охорони інтелектуальної (промислової) власності. Патентна інформація публікується у вигляді повних описів до заявок та виданих охоронних документів, рефератів або формул винаходу та бібліографічних даних (видання патентних відомств та інформаційних центрів).

Публікацію патентної документації та інформації, здійснює понад 120 країн світу і 5 міжнародних та регіональних патентних організацій. Створена регіональними патентними організаціями та національними патентними відомствами документація складає світовий потік патентної інформації.

У залежності від розподілу світового потоку патентної інформації по країнах встановлюється і питома вага патентних документів на тій чи іншій мові (найбільша кількість описів винаходів публікуються на англійській та японській мовах). За своїм якісним складом світовий потік патентної інформації не є однорідним. Патентна документація та інформація, що входять до нього, розрізняється за:

- об'єктами промислової власності (винаходи, корисні моделі, промислові зразки, знаки для товарів і послуг тощо);
- етапами діловодства (реєстрація заявок, видача патентів та свідоцтв тощо),
- повнотою публікацій (бібліографічні дані, реферати, повні описи тощо);
- національною належністю, мовою публікацій та оперативністю публікування;
- видом носія інформації (паперовий, мікрофіші, магнітні стрічки, CD-ROM тощо).

Патентний фонд являє собою упорядковане зібрання патентних документів та довідково-пошукового апарату до нього, патентно-правової, патентно-економічної, патентно-асоційованої літератури, нормативно-методичних матеріалів з питань охорони промислової власності.

Патентна інформація є однією із головних складових елементів системи охорони промислової власності, що забезпечує її безперебійне функціонування.

4. Різновиди патентного пошуку. Інформаційно-пошукові системи, їх різновиди. Ручний та автоматизований патентний пошук.

Ефективність використання патентної інформації здебільшого визначається здатністю забезпечувати оперативний та зручний доступ до неї. Для цього необхідно добре орієнтуватись у масиві патентної інформації: розрізняти інформацію різного призначення та змісту, відбирати найбільш оперативні, повні та зручні для використання повідомлення, що досягається шляхом систематичного аналізу якісних та кількісних характеристик патентних документів, що надходять до країни. Дослідження якісних характеристик

передбачає відстежування зміни порядку публікування інформації в патентних відомствах світу, її змісту та форми, мовного складу, строків публікації та надходження до країни, повноти та оперативності відображення у виданнях та банках даних. Дослідження кількісних характеристик, у свою чергу, пов'язано із збиранням даних стосовно винахідницької активності у країнах світу та визначенням кількості документів по кожній з країн, що публікує документи, із диференціацією за об'єктами, що охороняються, стадіях патентного діловодства, тематиці тощо.

Під *патентним пошуком* розуміють процес знаходження аналогів рішення нової задачі аби не винаходити вже винайдене, а також задля правового захисту свого рішення, яке може скласти предмет винаходу.

Використання патентної інформації, зокрема проведення пошуку її у таких значних масивах, пов'язано з великими труднощами. Жорсткі вимоги щодо повноти патентного пошуку та інформаційних масивів, на базі яких він проводиться, останнім часом викликають сумніви фахівців щодо виправданості зазначених вимог.

Для фахівців з питань патентної інформації давно вже не секрет, що можливість 100%-ї повноти пошуку – це більш бажаний, ніж реально досяжний результат.

Згідно із ст. 15 Договору про патентну кооперацію (РСТ) і Правилем 34 Інструкції до нього при проведенні “міжнародного” пошуку рекомендується використовувати так званий “мінімум документації РСТ”. До нього включаються описи винаходів 10 національних патентних відомств провідних країн світу, Міжнародного бюро ВОІВ, ЄПІВ, АРІПО (Африканської регіональної організації промислової власності) та ОАПІ (Африканської організації інтелектуальної власності), які опубліковані починаючи з 1920 році та пізніше. Причому документи пострадянських країн та Японії включаються до пошукових масивів тільки за умови наявності загальнодоступних англomовних рефератів. Міжнародні вимоги щодо використання патентно-асоційованої літератури при проведенні патентної експертизи обмежуються переліком провідних журналів світу на глибину не менше 5 останніх років, який складається і періодично переглядається ВОІВ і включає від 130 до 240 видань.

Патентна експертиза змушена підлаштовуватись до обмежених можливостей її інформаційного забезпечення. Саме тому більшість патентних відомств, документація яких включена до зазначеного мінімуму РСТ, перейшла на так звану “відкладену експертизу”.

Однак патентні фонди використовуються не тільки в системі охорони промислової власності. Проведені дослідження довели, що 80% відвідувачів патентних бібліотек звертаються туди не з метою патентної експертизи передбачуваних винаходів, а для оцінки сучасного рівня і тенденцій розвитку у конкретній галузі техніки, технічного рівня та конкурентоспроможності продукції, що створюється, умов її просування на ринку. Ця тенденція особливо посилилась останнім часом.

Можливості та рівень інформаційного забезпечення патентної експертизи

об'єктів промислової власності та інших видів патентних досліджень залежить від якісного та кількісного складу інформаційних ресурсів, якими володіє патентне відомство.

Патентні відомства, організації, установи, фірми мають різноманітні можливості формування своїх патентно-інформаційних ресурсів. Це, по-перше, міжнародний обмін, який здійснюється згідно з встановленими правилами. Патентні відомства, які з різних причин не можуть одержувати зарубіжну патентну документацію за обміном (зокрема, відсутність національної патентної документації на CD-ROM), змушені витратити значні кошти, купуючи її безпосередньо у патентних відомств-власників або у фірм-ділерів. Для країн з перехідною економікою однією з можливостей безоплатного одержання зазначеної документації є міжурядові та міжвідомчі угоди або договори, а також міжнародні програми технічної допомоги (наприклад, TACIS). Патентні відомства – члени відповідних Союзів та Договорів BOIB отримують патентну документацію безоплатно (наприклад, документи PCT). Але усі патентні відомства, які планують і надалі формувати свої патентно-інформаційні ресурси зарубіжною патентною документацією, мають враховувати, що згідно з прийнятою у 1995 р. BOIB “Заявою про принципи переходу на електронні носії даних для обміну патентними документами”, починаючи з 2000 року, якщо відомство, що одержує, побажає мати патентні документи на традиційних (в т.ч., паперових) носіях, то відомство, що надає, може вимагати відшкодування вартості виробництва та пересилки таких документів. Тому одним з головних питань, які мають вирішити “молоді” патентні відомства до 2001 року, є випуск національної патентної документації на оптичних дисках з включенням до них рефератів, перекладених широко вживаною в світі, зокрема англійською мовою, з метою забезпечення подальшого обміну. Патентні відомства, впроваджуючи у свою діяльність технологію використання оптичних дисків, отримують можливість підвищення ефективності використання та зберігання патентних фондів. Але при цьому патентні відомства змушені вирішувати ряд пов'язаних з цим проблем, в тому числі технічних. На сьогодні існують декілька проблем, пов'язаних із переходом держав до створення та використання інформаційних продуктів на CD-ROM та інших сучасних носіях.

Для високорозвинених держав – це проблема поступового переходу поточної патентної документації мінімуму PCT на оптичні носії при наявності ретроспективних пошукових фондів на традиційних носіях.

Пошук інформації – це сукупність дій, які забезпечують ідентифікацію (виявлення) і відбір за визначеними критеріями (ознаками) інформації (документів) з інформаційного масиву на будь-яких носіях та виконуються за певними правилами. Пошук здійснюється згідно пошукового запиту, в якому сформульовані умови релевантності – відповідності результатів пошуку певній інформаційній потребі. Відповідно засобів, що використовуються, розрізняють ручний (у фондах на паперовому носії), механізований (із застосуванням перфокарт) та автоматизований (за допомогою ЕОМ) пошук документів або відомостей, що відповідають інформаційному запиту, сформульованому

відповідно до інформаційної потреби. Для автоматизованого пошуку інформації в галузі промислової власності створюються бібліографічні та реферативні бази даних, застосовується спеціальне програмне забезпечення, яке допомагає користувачеві правильно побудувати запит, здійснює пошук, відображає знайдені документи на екрані комп'ютера, роздруковує визначені користувачем документи. За видами пошуку розрізняють предметний (тематичний), іменний, нумераційний, пошук за ключовими словами, пошук у повних текстах.

Патентний пошук – різновид інформаційного пошуку, тобто регламентована процедура відбору з масиву патентної документації відповідних документів або інформації за однією або декількома ознаками (критеріями пошуку). Він виконується, зокрема, під час проведення патентних досліджень, метою яких є визначення патентної ситуації щодо об'єкта, який розроблюється, тобто визначення доцільності та можливості одержання чи надання правової охорони, ситуації щодо використання прав на об'єкти промислової власності в галузі, до якої належить цей об'єкт, попередити можливе порушення прав інших власників чинних охоронних документів та заявників. Розрізняють три основні види патентного пошуку: тематичний, іменний (фірмовий) та нумераційний. В автоматизованих базах даних можливий пошук за бібліографічними даними, індексами класифікації, словами з назв винаходів та ін. Для пошуку у великих за обсягом базах даних на сучасних носіях випускаються спеціальні пошукові носії.

Мета патентного пошуку – встановлення рівня техніки; визначення обсягу прав власника охоронного документа; визначення умов реалізації прав власників охоронних документів.

Звіт про пошук – це звіт про результати пошуку на рівень техніки, що виконується відомством промислової власності або на його замовлення. Звіт містить посилання на документи, які вважаються релевантними для визначення новизни та винахідницького рівня заявленого винаходу. Згідно із стандартом BOIV ST.14 посилання у звіті про пошук подаються відповідно до їх релевантності, ступінь релевантності позначається спеціальними кодами і наводяться пункти формули заявленого винаходу, яких стосуються дані посилання. Деякі відомства, зокрема ЄПВ, BOIV (за заявками РСТ), публікують звіти про пошук разом з описом винаходу або як окремий документ.

Ключове слово – це слово або словосполучення з тексту документа або інформаційного запиту, яке є в даному тексті суттєвим для цілей інформаційного пошуку, тобто повинно використовуватися в пошуковому запиті для того, щоб знайти даний документ. В ролі ключових слів можуть використовуватися слова із заздалегідь складеного для певної галузі обмеженого переліку термінів, призначених для пошуку (тезауруса) або будь-які слова, що, на думку користувача, відображають об'єкт пошуку (вільний текст).

В офіційних публікаціях патентних відомств, в базах даних стосовно об'єктів промислової власності, а також у непатентній літературі деякі елементи інформації індексуються за допомогою *кодів*. Це дозволяє представити ці елементи в скороченій формі та допомагає користувачам інформації швидко ідентифікувати відповідні дані навіть без знання мови публікації та патентного

законодавства. Стандартами BOIV рекомендуються для застосування такі коди:

- двобуквені коди для позначення назв держав світу, інших адміністративних одиниць та міжурядових організацій, які видають охоронні документи або реєструють права на об'єкти промислової власності (ST.3);

- коди INID для ідентифікації елементів бібліографічних даних патентних документів та свідоцтв додаткової охорони (ST.9), документів на промислові зразки (ST. 80), свідоцтв на знаки для товарів і послуг (ST.60);

- коди для ідентифікації видів патентних документів (ST.16);

- коди заголовків повідомлень в офіційних бюлетенях (ST.17).

Відомства промислової власності регулярно друкують переліки кодів, що застосовують, в своїх офіційних бюлетенях.

Коди INID. INID – аббревіатура виразу «узгоджені на міжнародному рівні цифрові коди для ідентифікації бібліографічних даних» (Internationally agreed Numbers for Identification of bibliographic Data). Це цифрові коди елементів бібліографічних даних. Повні переліки та рекомендації щодо їх використання подані в стандартах BOIV. відповідно ST.9 (стосовно винаходів, корисних моделей, свідоцтв додаткової охорони). ST.60 (стосовно знаків для товарів і послуг) та ST.80 (стосовно промислових зразків). Відповідні бібліографічні дані разом із кодами розміщуються на титульному листі патентного документа, застосовуються у публікаціях в офіційних бюлетенях, в охоронних документах на об'єкти промислової власності. Як варіант, коди ІНІД можуть проставлятися не окремо для кожного повідомлення в офіційному бюлетені, а лише в повідомленні, яке подається на початку бюлетеня як зразок розміщення бібліографічних даних.

Види патентного пошуку:

Тематичний патентний пошук – цей вид пошуку ще називають предметним і здійснюється він з метою виявлення об'єктів промислової власності, що стосуються питання, що досліджується (*галузі, що досліджується*). В залежності від тематики та виду об'єкта промислової власності, за допомогою елементів інформаційно-пошукової мови, наприклад індексів рубрик Міжнародної патентної класифікації, визначається пошукова область стосовно патентного фонду кожної країни з урахуванням: переліку патентоспроможних (охороноспроможних) об'єктів: умов надання правової охорони: систем видачі охоронних документів правил розгляду заявок: прийнятого тлумачення принципів єдності винаходу (корисної моделі), правил виявлення прототипу; правил упорядкування та систематизації патентних документів; строків дії охоронних документів.

Тематичний пошук проводиться не тільки за фондами описів винаходів, але й за фондами опублікованих описів до заявок на винаходи, а також за фондами описів корисних моделей та промислових зразків. Пошуковим образом документа може бути як індекс рубрики відповідної класифікації, так і список ключових слів.

Іменний патентний пошук - пошук патентної інформації з використанням довідково-пошукового апарату за відомим найменуванням фірми або іменем

(прізвищем) заявника та/або власника охоронного документа. Цей вид пошуку ще називають фірмовим. Іменний пошук здійснюється з метою контролю діяльності конкурентів, а також, як один з попередніх етапів тематичного пошуку (за найменуванням фірми-власника охоронного документа встановлюються номери виданих патентів (свідоцтв) та класифікаційних індексів). Як пошуковий образ при виконанні іменного пошуку використовується найменування (прізвище) власника охоронного документа, заявника, дійсного автора (авторів, представника заявника (патентного повіреного) тощо. При виконанні іменного пошуку важливо вміти орієнтуватись у фірмових покажчиках та інших кон'юнктурно-комерційних довідниках. При проведенні іменного пошуку необхідно звертати увагу на: правила подання у патентних документах найменувань, імен (прізвищ) заявника або власника охоронного документа; правила написання власних імен (особливо найменувань фірм); абрєвіатури; двобуквені коди для подання країн, правила транслітерації, які застосовуються для подання іншомовних найменувань тощо.

Нумераційний патентний пошук – пошук патентної інформації з використанням довідково-пошукового апарату за номером патентного документа (опублікованої заявки, патенту, свідоцтва). Нумераційний пошук є різновидом фактографічного пошуку, при виконанні якого встановлюється відповідність не тільки між різними номерами, що входять до бібліографічного опису патентного документа, але й іншими абетково-цифровими даними, які легко ідентифікувати за допомогою кодів ІНІД. До абетково-цифрових даних належать: номер акцептованої заявки, номер основного або додаткового охоронного документа, номер-основної, додаткової або попередньої заявки, дата подання заявки, дата акцептації, дата видачі охоронного документа, найменування або код країни пріоритету, дата пріоритету, номер пріоритетної заявки, дата викладки заявки, дата публікації заявки (патенту), дата публікації акцептованої заявки, код виду патентного документа тощо

Усі наведені дані можна поділити на такі групи: номери документів; дати, які стосуються патентного діловодства; коди ІНІД для ідентифікації бібліографічних даних патентного документа.

Нумераційний пошук має на меті встановити ряд обставин, що стосуються конкретного охоронного документа, наприклад, до якої рубрики МПК він належить, правовий статус документа на визначену дату тощо.

Регламент патентного пошуку – це порядок (програма) пошуку патентної інформації в патентному фонді. Включає такі етапи: визначення мети пошуку; формулювання предмету пошуку з визначенням індексів рубрик МПК або національної патентної класифікації, за якими можуть бути знайдені документи, що відповідають інформаційному запиту; встановлення переліку країн, у фондах яких необхідно провести пошук; вибір ретроспективності (глибини) пошуку; визначення переліку джерел, за якими необхідно і достатньо провести пошук.

Повнота пошуку визначається як відношення кількості фактично знайдених релевантних документів до загальної кількості релевантних

документів, наявних у пошуковому масиві.

Патентно-інформаційний пошук виконується, зокрема, під час проведення патентних досліджень, метою яких є визначення патентної ситуації щодо об'єкта, який розробляється, тобто визначення доцільності та можливості одержання чи надання правової охорони. Також метою патентно-інформаційного пошуку є визначення ситуації щодо використання прав на об'єкти промислової власності в галузі, до якої належить досліджуваний об'єкт, щоб попередити можливе порушення прав інших власників чинних охоронних документів та заявників.

Кваліфіковані фахівці Відділення патентно-інформаційних послуг, консультацій та сприяння інноваційній діяльності Державного підприємства «Український інститут інтелектуальної власності» забезпечать проведення патентних досліджень щодо визначення патентної ситуації та порушень прав власників чинних охоронних документів, здійснять інформаційний пошук (тематичний, іменний, нумераційний, пошук патентів-аналогів), за результатами якого на Ваше замовлення здійснять попередню оцінку відповідності об'єктів промислової власності умовам патентоздатності, допоможуть кваліфіковано скласти регламент пошуку, тобто визначити предмет пошуку, джерела інформації, класифікаційні рубрики (МПК, МКПЗ, МКТП).

Співробітники Відділення, володіючи кількома іноземними мовами, здійснюють пошук на сучасних електронних носіях та у віддалених базах даних патентної документації через мережу Інтернет.

До складу Відділення входить Фонд патентної документації громадського користування (ФГК). В Україні це єдиний Фонд, який містить офіційну документацію патентних відомств 65 країн світу та 4 міжнародних і регіональних організацій інтелектуальної власності. Це, насамперед, національна патентна документація (офіційні бюлетені та повні описи до патентів України), бюлетені патентних відомств держав світу, періодичні видання з патентної інформації, нормативна та науково-методична література, тематичні та алфавітні каталоги. Відвідуючи читальні зали ФГК, можна безкоштовно ознайомитись з інформаційними матеріалами ФГК.

Проводячи патентний пошук користуються спеціальними показниками, які мають патентні фонди, а також інформаційно-пошуковими системами.

Інформаційно-пошукові системи (ІПС) – це різновид автоматизованих інформаційних систем, в яких завершальна обробка даних не передбачається. Ці системи призначені для пошуку текстів (документів, їх частин, фактографічних записів) в сховищах (базах даних) за формальними характеристиками. Тому в роботі ІПС можна виділити два основних етапи: перший – збір і зберігання інформації, другий – пошук і видача інформації користувачам.

В економіці ІПС можуть використовуватися для зберігання і пошуку нормативних, планових, бухгалтерських та інших документів, даних для наукових досліджень.

ІПС відрізняються одна від одної за багатьма ознаками, але при вирішенні завдань збору, зберігання і видачі інформації мають такі спільні процедури:

- ☐ аналіз документів і їх добір;
- ☐ створення пошукового образу документів (ПОД);
- ☐ запис документів і їх пошукових образів на прийнятті носії;
- ☐ зберігання документів і ПОД;
- ☐ аналіз запитів;
- ☐ видача документів користувачам.

ІПС можна класифікувати за такими ознаками:

- ☐ родом виконуваних операцій;
- ☐ режимом пошуку;
- ☐ типом інформаційно-пошукової мови (ІПМ);
- ☐ типом критерію відповідності;
- ☐ ступенем автоматизації.

За першою ознакою ІПС діляться на документальні, фактографічні, логічні і комплексні.

Документальні ІПС на інформаційні запити видають адреси зберігання пошукових образів, оригінали чи копії документів з необхідною інформацією.

Фактографічні ІПС у відповідь на введені в них інформаційні запити безпосередньо видають відповідні фактичні дані (структурний склад, формули, характеристики матеріалів і тому подібне).

Логічні ІПС видають на запит не лише введену раніше інформацію, але, якщо необхідно, виконують логічну переробку цієї інформації для одержання нової, що явно в систему не вводилась.

Комплексні ІПС містять сукупність елементів документальних, фактографічних і логічних ІПС.

За режимом пошуку ІПС діляться на системи, що працюють в режимі вибіркового розподілу інформації, тобто за постійними інформаційними запитами в масивах постійно поповнюваних документів, і системи ретроспективного пошуку за разовими змінними запитами абонентів з пошуком документів з даної тематики в масивах.

За типом інформаційно-пошукової мови ІПС класифікуються на системи з природними (людськими) і інформаційними мовами. Інформаційно-пошукові мови – це синтетично створені мови для ідентифікації і пошуку документів за запитом (наприклад, дескрипторна мова).

За критерієм відповідності, тобто сукупністю правил визначення ступеня формальної відповідності між ПОД (ПОД – виражений у термінах мови ІПС основний зміст документа, що займає значно менше машинної пам'яті від повного змісту документа) і пошуковим розпорядженням ПР (ПР – виражений у термінах ІПС пошуковий запит), ІПС поділяються на системи з використанням логічних схем (І, ЧИ, НЕ); з використанням аналітичних функцій (статистичні і векторні критерії); з використанням «вагових» функцій чи коефіцієнтів; з аналізом критерію відповідності на збіг чи часткове входження (пошукового розпорядження в ПОД).

За ступенем автоматизації ІПС класифікуються на системи з автоматичною класифікацією масивів (формування в ПОД породження класів за

мітками, на основі асоціативних зв'язків між термінами в ПОД), системи з автоматичним пошуком для сортування і порівняння ПОД з пошуковим розпорядженням, системи з автоматичним індексуванням для автоматизації процесів згортання при реферуванні, анотуванні, виборі ключових слів і т. ін., системи з автоматичною видачею різновидів інформації (бібліографічних описів, ПОД, копій документів), системи з автоматичним управлінням (при наявності зворотного зв'язку і зміни режимів пошуку в ІПС).

Як уже зазначалося, на основі ІПМ використовують два основних режими чи методи організації пошуку: з вибіркоvim розподілом інформації і з ретроспективним пошуком.

При цьому застосовують різні мовні засоби, залежно від категорії користувачів і можливостей мов. Використовують мови, що забезпечують тільки можливості запитів, тобто виведення даних на екран чи друк в необхідному форматі; комплексні мови запитів-оновлень, що як більш розвинені мови дозволяють формулювати запити, які стосуються декількох взаємозв'язаних записів і дозволяють поновляти дані так же легко, як і формулювати запити; генератори звітів, що дозволяють вибирати необхідні дані і форматовувати їх у вигляді потрібних форм документів; графічні мови, що дозволяють виводити інформацію у вигляді різних графіків і діаграм та інших зображувальних засобів.

При створенні ІПС неминуче виникає потреба у створенні тезаурусу системи, тобто набору спеціальних термінів для кодування понять та зв'язків між ними. Тезаурус дозволяє виражати зміст документів та запитів формалізованою інформаційною мовою.

Найбільш поширеними в сучасних автоматизованих ІПС є тезауруси з використанням мов дескрипторного типу, на відміну від тезаурусів з мовами класифікаційного типу, що використовуються, наприклад, в бібліотечно-бібліографічній класифікації з фіксованим обмеженим списком слів і словосполучень. Дескрипторами можуть бути окремі слова або словосполучення із групи синонімічних чи близьких за значенням слів, що використовуються в системі для контрольованого індексування (кодування) змісту документів і запитів встановленням відповідності між текстом документа і набором ключових дескрипторів.

Тому для здійснення якісного патентного пошуку потрібно використовувати сучасні інформаційно-пошукові системи

5. Основні поняття інформації та інтелектуальної власності: відкриття, винаходи, раціоналізаторські пропозиції, корисні моделі, промислові знаки, товарні знаки.

Інтелектуальна власність – це власність, ціна якої визначається не вартістю матеріальних об'єктів, а цінністю ідей, прихованою вартістю винаходів, відкриттів, знань, досвіду й майстерності творців цієї власності.

В технічній творчості до інтелектуальної власності можна віднести: науково-технічні статті, книги з технічної тематики, звіти з науково-дослідних тем, відкриття, винаходи, раціоналізаторські пропозиції, промислові зразки, товарні знаки.

Відкриття.

Відкриттям визнається встановлення невідомих раніше об'єктивно існуючих закономірностей, властивостей та явищ матеріального світу, котрі суттєво змінюють рівень пізнання. Зазначимо, що географічних, археологічних, палеонтологічних відкриттів й відкриттів корисних копалин зазначене вище «Положення» не стосується.

Прикладів відкриттів можна навести безліч. Це відкриття атома, ланцюгової реакції, нових хімічних елементів, лазерного променя, нова взаємодія елементів в умовах невагомості, зміна функційних можливостей людини в космосі і т. ін.

Отже, *відкриття* – це результат пізнавальної діяльності людини на певному етапі, який встановлює, знаходить і пояснює нові закономірності та явища в природі. Відкриття захищаються спеціальним документом – *патентом на відкриття*, виданим автору (авторам) відкриття. Видача патенту на відкриття не забороняє можливості практичної реалізації нового пізнання.

Винаходи.

Винахід – це нове технічне рішення задачі в будь-якій галузі діяльності людини, яке володіє істотними відмінностями і дає позитивний ефект. Різниця між винаходом і відкриттям полягає в тому, що відкриття – це виявлення та пояснення об'єктивно існуючого зараз, але яке не було відомо раніше, а винахід – це створення чогось нового, що не існувало раніше.

Між винаходами і відкриттями існує діалектичний зв'язок, адже зачасти винаходи ґрунтуються на нових відкриттях, хоч значна їх частина, попри все, ґрунтується на вже існуючих знаннях. У свою чергу, багато відкриттів робляться за допомогою нових винаходів або нових технічних засобів, наприклад, наукових приладів чи експериментальних установок. Такий діалектичний зв'язок сприяє науково-технічному прогресу. *Винаходу надається правова охорона, якщо він є новим, має рівень винахідництва і промислово застосовний.*

Об'єктом винаходу може бути:

- а) новий пристрій (конструкція інструменту, двигун, виріб);
- б) спосіб (спосіб створення синтетичного бензину, спосіб виготовлення маргарину, спосіб лікування хвороб);
- в) речовина (шихта для виготовлення вогнетривів, хімічна речовина);
- г) застосування відомих раніше пристроїв, способів, речовин за новим призначенням.

До винаходів також прирівнюються нові штами мікроорганізмів і культури клітин, а також застосування їх за новим призначенням. Застосування відомих раніше пристроїв, способів, штамів речовин за новим призначенням полягає у використанні їх задля іншої мети при вирішенні задачі, яку не мали на увазі ні автори, ні інші фахівці, коли вони вперше стали застосовуватися. Раніше відомий об'єкт виявляється здатним задовольнити зовсім іншу потребу, і отримує функцію, яка суттєво відрізняється від тієї, яку він вже має. Як приклад, що пояснює цей вид винаходів, можна навести використання турбореактивного двигуна літака, що відпрацював свій ресурс, встановленого на локомотиві, який

чистить залізничні колії від снігу.

Не визнаються як винаходи:

- 1) методи й системи організації та управління господарством (постачання, облік, планування);
- 2) сорти рослин і породи тварин;
- 3) наукові теорії та методи;
- 4) алгоритми і програми для ЕОМ;
- 5) умовні позначення (правила, ігри, розклади, дорожні знаки);
- 6) проекти та схеми планування територій, будівель;
- 7) методи виконання розумових операцій;
- 8) топологія мікросхем;
- 9) рішення, що суперечать моралі, інтересам суспільства, принципам гуманності (універсальна відмичка, замок з вогнепальним пристосуванням).

Рационалізаторські пропозиції.

Рационалізаторська пропозиція – це нове й корисне для конкретного підприємства рішення будь-якої технічної задачі. Воно, як правило, дає значний економічний ефект за малих витрат на його реалізацію. Авторам рационалізаторських пропозицій підприємство видає «Свідоцтво на рационалізаторські пропозиції». Воно ж виплачує винагороду, залежно від отриманого економічного ефекту при впровадженні рационалізаторської пропозиції.

Рационалізаторською пропозицією визнається технічне рішення, яке є новим і корисним для тієї організації, де його подали. Воно передбачає зміну конструкцій виробів, технології виробництва або зміну складу матеріалів. Рекомендують визнавати новою для підприємства (організації, установи) пропозицію, якщо до подачі заяви за встановленою формою це або таке ж рішення:

- 1) не використовувалося на цьому підприємстві (в організації, установі), крім випадків, коли рішення використовувалося за ініціативою автора впродовж 3-х місяців до подачі заяви;
- 2) не було передбачене наказами адміністрації, не було розроблене технічними службами цього підприємства або не було заявлене іншою особою, якій належить першість;
- 3) не було рекомендоване організацією або опубліковане в інформаційних листах з розповсюдження передового досвіду;
- 4) не передбачене обов'язковими для підприємства нормативами.

Окрім того, тепер до рационалізаторських пропозицій можна відносити й інші новаторські та корисні для підприємства пропозиції (фінансові, постачальницькі, організаторські, управлінські). Пропозиція має бути корисною, тобто її використання на підприємстві повинно дати економічний, технічний або інший позитивний ефект. Не слід визнавати рационалізаторськими пропозиції, використання яких може призвести до зниження надійності й довговічності та інших показників якості продукції.

Корисні моделі.

До *корисних моделей* відноситься «конструктивне виконання засобів виробництва і предметів споживання, а також їх складових частин».

Для характеристики корисних моделей використовуються наступні ознаки:

- наявність конструктивного (конструктивних) елементу (елементів);
- наявність зв'язку між елементами;
- взаємне розташування елементів;
- форма виконання елементу (елементів) або пристрою в цілому, зокрема геометрична форма;
- форма виконання зв'язку між елементами;
- параметри та інші характеристики елементу (елементів) і їх взаємозв'язок;
- матеріал, з якого виконаний елемент (елементи) або пристрій в цілому, середовище, що виконує функцію елементу.

Промислові зразки.

До *промислових зразків* відноситься «художньо-конструкторське рішення виробу, що визначає його зовнішній вигляд»

Промисловим зразком (малюнком, моделлю) вважається нове, придатне до виготовлення промисловим способом художнє рішення зовнішнього вигляду промислового виробу, в якому досягається єдність технічних та естетичних якостей. Промисловий зразок може бути об'ємною формою (модель телевізора, фотоапарату), плоским зображенням (малюнок килима) або їх поєднанням, а також окремою частиною виробу (зовнішній вигляд вітрового скла). Приховані вузли та внутрішня будова механізму не можуть бути зареєстрованими, оскільки вони недоступні сприйняттю споживача. Крім того, не можуть бути визнані промисловими зразками об'єкти нестійкої форми з рідких, газоподібних, сипких матеріалів, споруди, друкарська продукція як така.

В процесі розробки корисної моделі або промислового зразка необхідно враховувати національний пріоритет, тобто не розкривати суть новинки до отримання патенту.

Назва промислового зразка повинна бути короткою, зрозумілою та не носити абстрактний характер (мотоцикл, холодильник, літак, гобелен, меблевий гарнітур і т. п.). До якості промислових зразків державою висуваються надзвичайно жорсткі вимоги, адже через невідповідність цим вимогам, зокрема, технічній естетиці виріб може бути заборонений до реалізації.

Товарні знаки.

Товарний знак – це зареєстроване в установленому порядку позначення товару, задля розрізнення товарів різних підприємств. Товарні знаки можуть бути словесними (слова: «Ауді», «Мерседес», «Таврія»); образотворчими (малюнок: вироби хутряної фабрики Москви – соболь; холодильник «Бірюса» – сніжинка); об'ємними (пляшечка для духів, лев на капоті моделі французького автомобіля «Пежо»); комбінованими (поєднання малюнків і слів). Крім того, існують колірні та світлові товарні знаки (наприклад, кіностудія Довженко), а також звукові (сигнал клаксона автомобіля, позивні радіостанції). Товарний знак

повинен мати суто індивідуальні відмінні риси, адже він асоціюється споживачем з певною якісною продукцією на яку підвищується попит, особливо при виході на зовнішній ринок збуту.

Не допускаються до реєстрації як товарні знаки позначення:

- а) схожі на товарні знаки, раніше зареєстровані в країні;
- б) що увійшли у загальний вжиток як позначення товарів відомого бренду, а також загальноприйнятих символів і термінів;
- в) що не володіють відмінними ознаками або носять описовий характер;
- г) що складаються з географічних назв, прапорів, гербів, відзнак, назви свят;
- д) що містять помилкові або здатні ввести в оману відомості щодо товарів;
- е) що за своїм змістом суперечать правопорядку, гуманності та моралі;
- ж) що суперечать міжнародним угодам, учасником яких є Україна;
- з) відомі на всій території України фірмові найменування (або їх частина), що належать іншим особам, які отримали право на ці найменування раніше дати надходження заявки на товарний знак щодо однотипних товарів;
- и) промислові зразки, права на які в Україні належать іншим особам;
- к) назви відомих в Україні творів науки, літератури і мистецтва, персонажі з них або цитати, витвори мистецтва або їх фрагменти без згоди власника авторського права, або його правонаступників;
- л) прізвища, імена, псевдоніми й похідні від них, портрети та факсиміле відомих осіб без згоди таких осіб, їх спадкоємців, відповідного компетентного органу, якщо ці позначення є надбанням історії й культури України.

Можна давати своїй продукції будь-яку назву (товарний знак), але вони мають бути новими, коректними (не типу пудри «Радість тещі» або мило «Букет моєї бабусі», як за часів НЕПу), сучасними та поєднуватися з сутністю виробу, якому вони привласнені.

Школярі та студенти також можуть створювати інтелектуальну власність. Це – *реферати, творчі проекти, несподівані та вдалі рішення при виготовленні моделей*. Для своїх робіт школярі і студенти, в більшості випадків, збирають матеріал з різних джерел інформації, використовують роботи інших авторів, але підбір та аналіз цього матеріалу є їх інтелектуальною власністю. Головне – робити в тексті відповідні посилання на авторів.

Завдяки своїй специфіці інтелектуальна власність призначена для суспільного використання (рідко робляться винаходи або створюється музика задля задоволення лише особистих потреб автора) і тому легко може бути привласнена несумлінними людьми. Ви, напевно, чули про «піратські диски», а можливо, й самі використовуєте диски зі спеціальними програмами для персональних комп'ютерів або музичними творами, вкраденими у авторів.

Сьогодні, коли будь-яка діяльність стає інтелектуальнішою, проблема захисту створеної інтелектуальної власності стає особливо важливою, що й стало причиною виникнення нових форм і способів її захисту.

6. Способи захисту інформації та інтелектуальної власності.

Захист інтелектуальної власності означає закріплення свого авторства і/або права на її використання. Пояснимо різницю між авторством і правом на її

використання.

Перебуваючи у відрядженні за завданням редакції репортер зробив унікальні знімки. Він є автором цих знімків, але права на використання знімків належать редакції чи видавництву. Інший приклад. На деякому підприємстві, виконуючи службове завдання, співробітники роблять винахід. Вони є авторами винаходу, але права на використання винаходу належатимуть підприємству. Патентовласником стане підприємство.

Розглянемо форми захисту свого авторства на вироблений інтелектуальний продукт.

Найпоширенішою формою захисту авторства на нову наукову ідею, технологію, літературний твір і т. д. є *їх публікація у пресі*. В цьому випадку вказується автор публікації, а також фіксується дата виходу публікації. Починаючи з цієї дати вам належатимуть авторські права на опубліковані ідеї, якщо раніше вони не були опубліковані іншим автором.

Крім друкарських видань *обнародувати свої ідеї можна на конференціях, симпозіумах, наукових семінарах*. Проте потрібно мати на увазі, що якщо ваші ідеї не будуть відображені в тезах доповідей відповідної конференції або симпозіуму, то довести своє авторство згодом буде практично неможливо.

Не варто думати, що підготовка статті в журнал доступна лише вченим або журналістам. Справді, існують академічні журнали, які публікують вузькоспеціалізовані наукові статті. Але, на щастя, існує чимало журналів, адресованих широкому колу читачів. Саме в них ви можете опублікувати свої перші статті. Наприклад, якщо вам вдасться знайти актуальну тему і виконати на уроках в школі або поза нею цікавий творчий проект, то його результати ви зможете опублікувати в науково-методичному журналі «Бібліотека «Шкільного світу», «Трудова підготовка в рідній школі» (Україна). Деякі роботи школярів публікуються в спеціальних журналах, наприклад, «Моделіст-конструктор», «Техніка молоді» та інших. Слід попередити авторів-початківців, що *перш ніж почати працювати над статтею, необхідно обов'язково познайомитися з вимогами щодо оформлення статті того журналу, в якому передбачається публікація*. Зазвичай, ці вимоги публікуються в журналі кілька разів на рік. Якщо ви не зможете їх знайти, то уважно вивчіть публікації в журналі. Зверніть увагу на об'єм публікацій, правила оформлення заголовку, малюнків, списку використаної літератури. Рукописи повинні бути обов'язково підписані авторами роботи. До рукопису на окремому аркуші додаються відомості про автора (або авторів), де вказується інформація (адреса, телефони) для зв'язку з ними і переказу авторського гонорару. Деякі збірники наукових праць випускаються за рахунок авторів, тому для участі в них редакційна колегія просить авторів переказати гроші на виділений рахунок.

Деякі автори вважають, що набагато більше читачів дізнаються про їх досягнення, якщо вони розмістять свої матеріали на сайті в мережі Інтернет. В цьому випадку їм наперед потрібно потурбуватися про захист своїх прав, оскільки вже є багато фактів, коли комп'ютерні «хакери» міняли авторство текстів, вносили зміни до них, у тому числі й для дискредитації авторів.

Боротьба з такими явищами дуже важка.

Найнадійнішою формою захисту своїх прав на матеріали, розміщені в мережі Інтернет, багато експертів вважають попереднє завірення тексту роботи нотаріусом. Істотним недоліком розміщення матеріалів в Інтернеті є неможливість посилання на них як на опубліковані роботи при різних атестаціях, отриманні вчених звань та ступенів, захисті дипломних робіт і кандидатських дисертацій.

Починаючи з 15 грудня 1993 р. в Україні набули чинності Закони: «Про охорону прав на винаходи і корисні моделі», «Про охорону прав на промислові зразки». *Згідно цих законів, відтепер в Україні здійснюється правова охорона винаходів, корисних моделей і промислових зразків. Ця охорона підтверджується патентом на відкриття, винаходи і промислові зразки та свідоцтвом на корисну модель (до 1993 року автор винаходу одержував не патент, а авторське свідоцтво).*

Наведемо особливості реєстрації деяких форм інтелектуальної власності згідно вказаних Законів (1993 р.).

На відкриття та винаходи Державним департаментом інтелектуальної власності при Міністерстві освіти і науки України видаються *патенти*. Ним же на товарні знаки, промислові і корисні зразки видаються *свідоцтва*. На раціоналізаторські пропозиції організацією, в якій ця пропозиція була використана, видається *посвідчення*. Всі перераховані вище документи оформляються відповідно заявок на видачу цих документів. Розглянемо детально зміст заявки на передбачуваний винахід і раціоналізаторську пропозицію.

Заявки на *винахід* складаються автором і направляються до Українського інституту промислової власності (Укрпатент). Рішення про видачу патенту або відмову ухвалює державна науково-технічна експертиза. В разі позитивного рішення Державний департамент інтелектуальної власності проводить публікацію винаходу після реєстрації його в Державному реєстрі винаходів України.

Складання заявки – процес, що вимагає спеціальних патентних знань, тому складати її має досвідчений фахівець. Починаючи підготовку матеріалів заявки на винахід, необхідно ознайомитися з критеріями, яким має відповідати винахід.

Першим основним критерієм, прийнятим майже у всіх країнах світу, є *наявність світової новизни*. Це означає, що ніде, в жодному патентному чи інформаційному джерелі, журналі, книзі означений винахід раніше не публікувався тією інформативною мірою, яка дозволить його реалізувати. Тепер вас не повинна здивувати відмова видачі заявки на винахід одному із авторів певного підручника на підставі, що ідея винаходу була вказана в його ж статті, опублікованій раніше, ніж була подана заявка.

Другим критерієм є *рівень винахідництва*. Прочитуємо його визначення згідно тексту закону: «Винахід має рівень винахідництва, якщо він для фахівця не слідує зрозумілим чином з рівня техніки. Рівень техніки визначається за всіма

видами відомостей, загальнодоступними в Україні або в зарубіжних країнах, до дати пріоритету винаходу».

Третім критерієм винаходу є його *промислова застосовуваність*. «Винахід є промислово застосовуваним, якщо він може бути використаний в промисловості, сільському господарстві, охороні здоров'я й інших галузях діяльності». Раніше було вказано, що автори винаходів не завжди можуть проконтролювати їх використання. Деякі фірми, щоб не платити авторам винагороди, приховують факт використання винаходів. Саме тому багато авторів винаходів не повністю розкривають в заявці секрети своїх розробок, залишаючи за собою так зване «ноу-хау». В цьому випадку фірми, що спробували використати винахід та стикнулися з труднощами їх реалізації, змушені звертатися до авторів, які одержують авторську винагороду за використання винаходу і додаткову винагороду за технічні консультації. Якщо винахід заявлений у співавторстві, то за позитивного рішення патент видається кожному з співавторів, незалежно від їх числа.

Заява на раціоналізаторську пропозицію подається тому підприємству, діяльності якого вона стосується, незалежно від того, працює автор на цьому підприємстві чи ні. Заява має бути розглянута з ухвалою рішення у встановлені підприємством терміни. Рішення ухвалюється особою, яку призначило керівництво підприємства.

Першість на раціоналізаторську пропозицію визначається зареєстрованою датою надходження заяви на підприємство. Після ухвалення пропозиції автору видається охоронний документ – посвідчення на використання раціоналізаторської пропозиції. Права автора діють лише в межах підприємства, яке видало посвідчення. Винагорода автору нараховується і виплачується підприємством, що видало посвідчення та використовує раціоналізаторську пропозицію. Розмір винагороди визначається договором, у якому обумовлюється відсоток від суми річної економії, отриманої завдяки використанню раціоналізаторської пропозиції. Розмір винагороди за раціоналізаторську пропозицію, яка не викликала економії, визначається відповідно інструкції підприємства (з поправочним коефіцієнтом на інфляцію).

Завдання і запитання для закріплення та засвоєння навчального матеріалу

1. Що розуміють під інформацією та інформатикою?
2. Які види пошуку інформації використовують і процеси проектування?
3. За якими показниками проводиться класифікація Д'юї галузей знань?
4. Якими чином проводиться оцінка інформації для проектування технічних об'єктів?
5. Що розуміють під науково-технічною і патентною інформацією?
6. Охарактеризуйте різні види патентного пошуку.
7. Які інформаційно-пошукові системи використовуються в процесі проектно-перетворювальної діяльності?
8. В чому відмінність між ручним і механізованим патентним пошуком?
9. В чому відмінність між відкриттям та винаходом?
10. В чому суть раціоналізаторської пропозиції?

11. Що розуміють під корисною моделлю, промисловим зразком та товарним знаком?
12. Яка найпоширеніша форма захисту авторства використовується в Україні?
13. Які зміст і послідовність складання заявки на передбачуваний винахід і раціоналізаторську пропозицію?
14. Якими законами України визначається захист інформації та інтелектуальної власності?
15. Охарактеризуйте основні способи захисту інтелектуальної власності в Україні і за кордоном.

Тема 6. Основні закономірності формоутворення промислових об'єктів і технічних пристроїв.

План

- 1. Розвиток та стан технічної естетики.**
 - 1.1. Історія розвитку.**
 - 1.2. Основні терміни та поняття.**
 - 1.3. Дві сторони проектування техніки.**
- 2. Поняття та види композиції.**
- 3. Теорії композиції.**
- 4. Категорії композиції.**
- 5. Засоби побудови композиції.**
 - 5.1. Симетрія та асиметрія.**
 - 5.2. Статика та динаміка.**
 - 5.3. Ритм.**
 - 5.4. Контраст і нюанс.**
 - 5.5. Фізіологічна оптика і геометричні ілюзії.**
- 6. Масштаб і масштабність.**
- 7. Комбінаторика.**

Література: 6, 8, 11, 17, 29, 30, 69, 84, 85, 87, 92, 98.

1. Розвиток та стан технічної естетики.

1.1. Історія розвитку

Впродовж всієї історії розвитку людина намагалася прикрасити своє життя, зробити гарними всі необхідні їй речі – одяг, житло, посуд, знаряддя праці.

У стародавньому світі, коли виробництво предметів споживання було справою виключно ручної праці, ремесло та мистецтво складали єдине поняття. Ремісник поєднував у собі одночасно і художника, і техніка, і винахідника. Ремісництво, яке у ті далекі часи було основним видом виробництва, проіснувало без особливих змін до кінця середніх віків. Поєднання краси з утилітарними якостями впродовж багатьох віків залишалося основною характеристикою будь-якого ремесла.

Коли на зміну ремісництву прийшло машинне виробництво, єднання краси та корисності порушилося. Через особливості й складності нової машинної техніки вироби почали втрачати свої естетичні якості, які вже здавалися не лише необов'язковими, а й взагалі зайвими. Вважалося навіть, що поєднання гарного з корисним просто суперечить суті машинного виробництва. Щоправда, певний час багатьом речам, особливо побутового призначення, за традицією ще намагалися надавати певних «художніх» якостей, але все ж це було далеким від тієї своєрідної гармонії, краси й користі, яка відрізняла вироби ремісника.

Рескін, Веркбунд, Боухауз. В середині XIX ст. відомий англійський письменник, художник, архітектор У. Морріс приклав чимало зусиль для відродження застарілих ремесел, в комплексі названому ним «співдружністю

мистецтв». Він вважав, що це дуже велика сфера діяльності, яка охоплює будівництво, малярну справу, столярне і теслярське ремесло, ковальську справу, кераміку, скляне виробництво, ткацьке ремесло та ін. Він був впевнений в тому, що виріб людської праці без сумніву буде потворним, якщо до нього не прикласти мистецтво, і що праця є творчою силою людини. Розвиваючи думку про красу предметів прикладного мистецтва, У. Морріс зазначав, що цілком розумно й доцільно, аби предмети першої необхідності люди намагалися робити гарними, як робить це природа, та й сам процес виробництва варто зробити приємним для себе.

Дж. Рескін, англійський теоретик мистецтва, сучасник та однодумець У. Морріса, вважав, що в кожній людині закладено певну творчу енергію, яку вона повинна намагатися реалізувати в праці; творча праця – це єдино справжнє людське щастя й субстанція людської моралі.

В Німеччині зародження технічної естетики та художнього конструювання відноситься до початку XX століття – саме тоді художники й робітники промисловості почали співпрацювати. У 1907 році задля підвищення якості промислової продукції був заснований художньо-промисловий союз «Веркбунд», який об'єднував архітекторів, художників і промисловців. Діяльність «Веркбунду» вплинула на підвищення якості промислової продукції, а отже, й на конкурентоспроможність її на світовому ринку. Це змусило промисловців інших розвинених країн більше уваги приділяти покращенню зовнішнього вигляду товарів.

На Заході (особливо в США) промисловим виробам зачасти надавали оманливо-гарного вигляду (зовнішня косметика) аби швидше реалізувати продукцію, як наслідок, – у світі бізнесу виникла конкуренція. Такий напрям був поширений на початку XX ст. В художньому конструюванні це явище має назву “стилізм”, або “стайлінг”.

Основи технічної естетики – як науки – за кордоном були закладені у Німеччині на межі 20-х років XX ст. відомими творцями школи “Боухауз”.

Школа “Боухауз” (дім будівництва) – перше велике об’єднання проєктантів-архітекторів, інженерів і художників. Воно здійснювало художнє конструювання промислових виробів, проєктування будівель і споруд, побудованих індустріальними методами, а також готувало кадри для цієї галузі. Школа “Боухауз” заснована у Веймарі в 1919 році після об’єднання Саксонської академії вишуканих мистецтв з Веймарською школою декоративного мистецтва, заснованої на початку XX ст. Теоретичні і практичні роботи “Боухауза” мали величезний вплив на розвиток художнього конструювання за кордоном.

З часом у школі “Боухауз” відбулися досить прогресивні зміни – демократизація навчального плану, організація роботи в майстернях на кооперативних засадах, виконання дійсних замовлень під час навчання.

Радянська громадськість, особливо інтелігенція, виявляли значний інтерес до діяльності та прогресивної культури “Боухауз”, попри те, що Радянська Росія 20-х років також була одним із центрів дослідження у цій галузі, яка згодом отримала назву “технічна естетика”.

Організаційно-технічна естетика в різних країнах формувалась не одночасно – у США дизайн виник у 30-і роки, в інших країнах – лише після другої світової війни; перша Рада з технічної естетики в Англії була заснована в 1944 році, в Угорщині – в 1954 році, в Польщі – в 1959 році. Аналогічні ради були створені в Австралії, Голландії, Канаді, Пакистані та ФРН. В Чехословаччині, Австрії, Бельгії, Франції, Японії та інших країнах були відкриті науково-дослідні інститути та експериментальні лабораторії з питань впровадження методів художнього конструювання у промислове виробництво.

У Лондоні «Дизайн» – центр британської промисловості – був відкритий у 1956 році. Його мета – координація діяльності дизайнерів і стимулювання впровадження у виробництво нових прогресивних зразків промислових виробів.

Постановою Ради Міністрів СРСР від 28 квітня 1962 року “Про підвищення якості продукції машинобудування і товарів культурно-побутового призначення шляхом впровадження методів художнього конструювання” участь художника у створенні виробів промисловості визнано не лише бажаною, а обов’язковою. Ця постанова змінила методику проектування нових промислових виробів, підкреслила важливу роль художника-конструктора на виробництві. Тоді ж, у 1962 році, було засновано Всесоюзний науково-дослідний інститут технічної естетики (ВНДІТЕ) у м. Москва та його філії в багатьох містах СРСР; деякі вищі художні навчальні заклади відкрили факультети художнього конструювання.

До 1957 року відноситься створення Міжнародної ради художнього конструювання (МРХК). За час свого існування МРХК провела конгреси в різних країнах світу: Швеції, Італії, Франції, Австрії, Канаді, Англії, Іспанії, Японії, СРСР, Ірландії, Мексиці тощо. На генеральній асамблеї МРХК (м. Лондон, 1969 р.) було визначено і сформульовано термін “дизайн” – це творча діяльність, метою якої є формування такого гармонійного предметного середовища, яке б найповніше задовольнило матеріальні і духовні потреби людини.

Проведення спільних нарад, обмін інформацією і спеціалістами, влаштування спільних міжнародних виставок різних країн дають позитивні результати щодо подальшого розвитку та вдосконалення дизайну.

1.2. Основні терміни та поняття

Назви “промислове мистецтво”, “дизайн”, “технічна естетика” та “художнє конструювання” з’явилися порівняно нещодавно. Серед вчених, архітекторів, художників, інженерів та інших спеціалістів, які працювали в галузі художнього конструювання, ще існували протиріччя щодо визначення цих понять та їх суті. Наприклад, з приводу терміну “промислове мистецтво” одні стверджували, що промислове мистецтво – це дійсно мистецтво (подібно прикладному); інші вбачали в ньому умовне мистецтво (замінник) подібно будівельному мистецтву, де застосовується не художня, а конкретно технічна творчість; ще інші вважали, що це справді нове явище, пов’язане з художньою діяльністю, а отже, з мистецтвом; деякі ж взагалі заперечували його, вважаючи, що цей термін лише вносить плутанину до сфери виробничої діяльності.

Вчені Московського вищого художнього промислового училища зміст промислового мистецтва визначили наступним чином: “Промислове мистецтво є специфічною формою людської діяльності, мета якої полягає в естетичній організації знарядь праці та речей, які оточують людину, якими вона користується і які органічно входять до її життя”. До сфери промислового мистецтва входять знаряддя праці, засоби транспорту, різноманітні інструменти та обладнання науково-дослідних інститутів, записуючі пристосування, спортивний інвентар, музичні інструменти, медичне обладнання, предмети побуту.

Поряд з терміном “промислове мистецтво” широкого розповсюдження набув англійський термін “дизайн” (від англ. *design* – замисел, проект) – творча діяльність задля формування гармонійного предметного середовища, котре найповніше задовольняє матеріальні та духовні потреби людини. Ця мета досягається визначенням формальних якостей предметів, які створюються засобами індустріального виробництва. До них відноситься не лише зовнішній вигляд предметів, а, головним чином, структурні зв’язки, що надають предметному середовищу необхідної функціональної та композиційної єдності, підвищеної ефективності виробництва та якості продукції.

Усе зазначене вище дозволяє нам припустити, що терміни “промислове мистецтво” і “дизайн” певним чином рівнозначні та рівноправні.

Термін “технічна естетика”, запропонований у 50-х роках за пропозицією Петра Тучни (ЧССР), отримав загальне визнання. Технічна естетика – це теорія дизайну. Дизайн і технічна естетика повинні формувати гармонійне предметне середовище та сприяти підвищенню ефективності виробництва, а значить, служити тісному зв’язку естетики з трудовою діяльністю.

Термін “художнє конструювання”, не зважаючи на його недосконалість, став уже загальноприйнятим і звичним. В архітектурній практиці під терміном “конструювання” розуміють детальну розробку предмету або сформованої ідеї. Розробку ж проекту, як правило, прийнято називати “проектуванням”. Художнє конструювання – новий творчий метод проектування виробів промислового виробництва, впровадження якого повинно забезпечити високу якість продукції. Його специфічна особливість – поєднання утилітарних та естетичних принципів.

Під утилітарним розуміємо корисність, функціональність, зручність користування, конструктивність, технологічність та економічність, а під естетичним – красу, вишуканість, виразність та образність. Ці поняття взаємозв’язані, причому утилітарне в більшості випадків залишається визначальним і домінуючим.

Порівняно недавно, коли мова заходила про художню культуру, мали на увазі лише театр, образотворче мистецтво, літературу та інші види мистецтв як такі, але ж культура – це ще й поєднання художніх і матеріальних цінностей створених людством під час трудової діяльності і які слугують подальшому прогресивному розвитку.

Існує безпосередній зв’язок дизайну з іншими видами мистецтва, наукою і технікою. Архітектура, прикладне мистецтво і дизайн ближче, ніж інші

мистецтва, знаходяться до сфери матеріального виробництва. Багато матеріальних виробів, необхідних людині у її повсякденному житті, вони перетворюють у вироби, які володіють не лише утилітарними якостями, а й художньою цінністю та емоційним впливом на людину.

Об'єкти дизайну та архітектури функційно, конструктивно і композиційно взаємозв'язані. Цей зв'язок двосторонній, адже споруди різного призначення не можуть функціонувати без технологічного обладнання та меблів, як і останні – у більшості випадків вони не потрібні без відповідних приміщень.

Разом з тим, архітектура і дизайн значно відрізняються термінами служби своїх об'єктів, різними функційними процесами: вони взаємодіють на різних структурних рівнях предметного середовища.

На сьогодні існує декілька точок зору на визначення суті й сфери застосування дизайну. Так, з точки зору художників, дизайн відноситься до сфери мистецтва, з точки зору архітекторів – до сфери архітектурно-художньої діяльності, з точки зору інженера – до сфери техніки.

Маючи деякі принципові відмінності, згадані сфери діяльності мають одну кінцеву мету – підняти культуру навколишнього матеріально-предметного середовища на найвищий науково-технічний і художньо-естетичний рівень шляхом синтезу науки, техніки і мистецтва. У цій творчості необхідно максимально використовувати технічний прогрес, закономірності розвитку природи та композиційні основи, створені галуззю архітектури і техніки впродовж тисячоліть.

1.3. Дві сторони проектування техніки.

В історичному процесі формоутворення в техніці відбулась складна еволюція. Розвиток форм верстатів, машин, меблів та інших виробів завжди був пов'язаний із стилем напрямків архітектури відповідної епохи. Яскравими прикладами цього зв'язку є токарний станок А. Нартова (рис. 6.1.1), який мав риси архітектурного стилю “петровське барокко”, та гравірувальний станок, зроблений в Німеччині в архітектурному стилі “рококо” (рис. 6.1.2).



Рис. 6.1.1. Токарний верстат А. Нартова, 1712 р. **Рис. 6.1.2. Гравірувальний верстат. Німеччина, 1750 р.**

До середини XIX ст. машини, верстати та інші вироби виготовлялися кустарно. Майстер-ремісник вручну створював унікальні речі, досягаючи високої художньої виразності та якості. З другої половини XIX ст. вироби виготовлялися напівіндустріальним, напівкустарним методом. Початок цього періоду відзначався турботою виробника щодо його художньої виразності, однак до кінця періоду про неї майже забули.

Кінець XIX – початок XX ст. став періодом бурхливого розвитку промислового капіталу, почалося масове виробництво машин, верстатів та інших виробів. Їх художня виразність та естетична якість різко знизились аналогічно естетиці архітектурного середовища. Пануючий у той час архітектурний стиль “модерн” відображав протиріччя суспільства; еклектика стала найхарактернішою рисою безпринципної творчості формоутворення, “косметична” краса була основним методом у створенні зовнішнього вигляду виробу.

Зростання продуктивних сил сприяло прискоренню технічного та наукового прогресу, і в першу чергу, у галузі конструювання та виробництва машин.

Однак, у більшості випадків, процес формоутворення в техніці протікав стихійно, керуючись чисто технічними та утилітарними міркуваннями, без участі художників. У цей період зовнішній вигляд машини, різноманітних приладів та інших виробів зачасти не відповідали їх суті, форма відставала від змісту, в ній проявлявся своєрідний консерватизм.

Переглядаючи в історичному аспекті вироби техніки бачимо, що нові машини, прилади, предмети та речі дуже часто спочатку наділялися звичними старими формами, котрі не виражали їх нової сутності і заважали нормальному розвитку та прогресивній конструкції.

Іноді мають минути десятиліття, поки конструктори досягнуть досконалої зовнішньої форми, яка відповідатиме її новому змісту. (рис. 6.1.3-6.1.8).

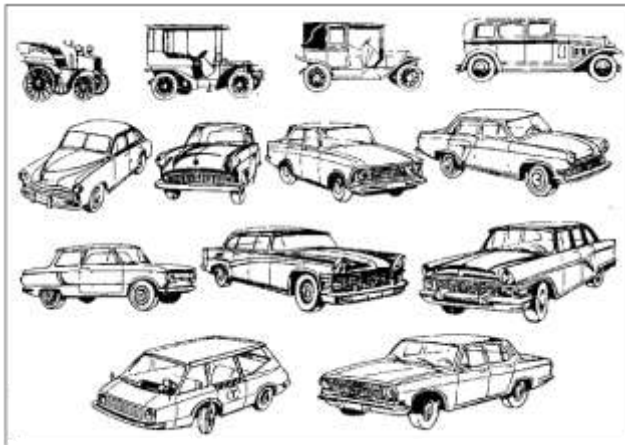


Рис. 6.1.3. Розвиток форм автомобіля

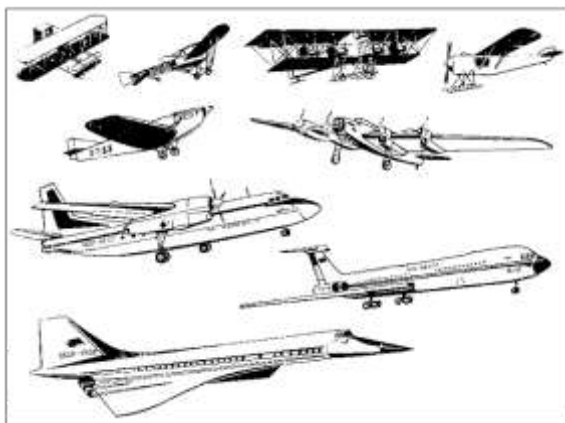


Рис. 6.1.4. Розвиток форм літака

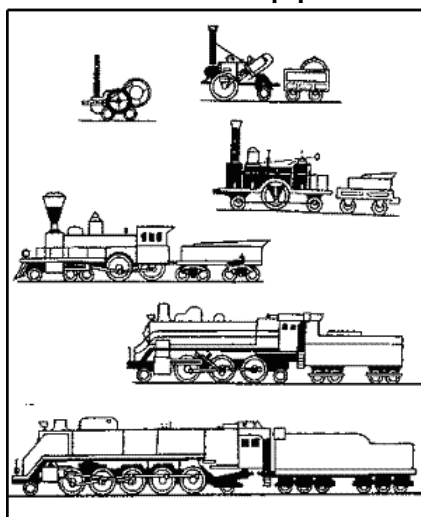
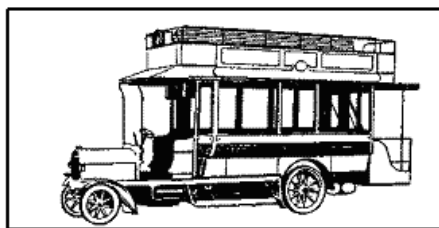
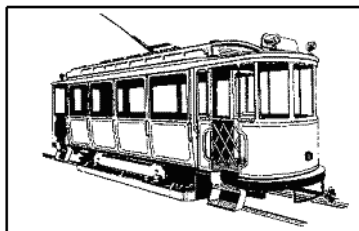


Рис. 6.1.5. Розвиток форми паровоза



**Рис. 6.1.6. Передвісник автобуса
Німеччина, 1095 р.**



**Рис. 6.1.7. Дореволюційний
трамвайний вагон**

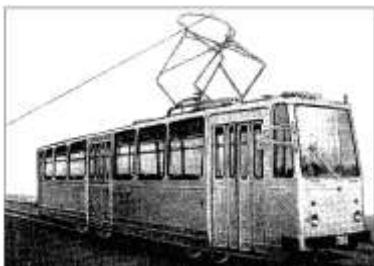


Рис. 6.1.8. Сучасний пасажирський трамвайний вагон

Транспортні машини, різна механічна та електромеханічна апаратура, прилади промисловості і побуту, меблі, світильники, посуд інші вироби та предмети пройшли довгий еволюційний шлях свого вдосконалення відповідно історичних етапів розвитку техніки.

На рис. 3-8 наведені різні форми деяких видів міського транспорту.

Перетворення й еволюція форм у техніці, прикладному мистецтві та інших сферах матеріальної культури людини разом з їх функціональним призначенням та змістом відбувалися залежно від розвитку продуктивних сил, науки, техніки, мистецтва, соціально-економічних та політичних умов.

У наш час вироби набувають сучасних форм, що логічно випливає з їх функційного призначення. Створюючи нову річ, дизайнер намагається надати їй форми, яка максимально відповідає її призначенню. При цьому за формою, кольором та матеріалом річ повинна органічно виглядати у навколишньому середовищі.

2. Поняття та види композиції.

Композиція (від лат. *compositio* – твір, розташування, з'єднання, структура) – засіб розкриття ідейно-художнього змісту творів мистецтва, розташування основних його елементів і частин у певній системі та послідовності, способи з'єднання образів в одне ціле. Так, у мистецтвознавстві під композицією розуміють, по-перше, творчий процес (компонування), незалежно від виду і жанру мистецтва; по-друге, результат творчої праці – твір мистецтва; портрет, науку, теорію творчості; по-четверте, дидактичний предмет для студентів мистецьких навчальних закладів. Без знання та правильного застосування принципів композиції неможливо з'ясувати задум твору мистецтва (літературного, музичного, образотворчого, архітектурного, дизайну).

Спочатку термін “композиція” застосовувався лише в архітектурі, згодом він поширився й на інші види мистецтва – живопис, музику (музична композиція), а пізніше й на літературу. Майстерність побудови творів мистецтва, композиції полягає у вмінні художника організувати окремі, розрізнені елементи в одне ціле.

Розрізняють три основні види композиції: фронтальна, об'ємна і глибинно-просторова. Такий поділ є дещо умовним, адже на практиці ми маємо справу з поєднанням різних видів композиції. Наприклад, фронтальна і об'ємна

композиції входять до складу просторової; об'ємна композиція часто складається із замкнутих фронтальних поверхонь і водночас є невід'ємною частиною просторового середовища.

Характерною рисою фронтальної композиції є розподіл в одній площині, але у двох напрямках (вертикально і горизонтально) відносно глядача елементів форми, наприклад фасади будівель, стенди реклами, тканини тощо.

Об'ємна композиція є формою, яка має відносно замкнену поверхню і сприймається з усіх боків. Виразність та чіткість сприйняття об'ємних композицій залежать від взаємозв'язку і розташування їх елементів, виду поверхні, яка утворює форму, точки спостереження та висоти горизонту. Сприймаючи об'ємну форму за низького горизонту, виникає враження її монументальності. З наближенням глядача до предмету збільшується перспективне скорочення його граней. Прикладом можуть бути верстати, машини, побутові прилади тощо. Об'ємна композиція завжди взаємодіє з навколишнім середовищем. Середовище може збільшувати або зменшувати виразність однієї й тієї ж композиції.

Глибинно-просторова композиція складається з матеріальних елементів, об'ємів, поверхонь і простору, а також інтервалів між ними. Враження глибинності збільшується, коли у композицію включаються елементи, які розчленовують простір на ряд послідовних планів. Глибинно-просторова композиція використовується, наприклад, у проектуванні вулиць, площ, мікрорайонів тощо.

Не існує будь-яких готових рецептів та обов'язкових правил щодо використання закономірностей і засобів композиції. Однак знання різних прийомів, які лежать в основі загальноприйнятих понять, дозволяє в кожному конкретному випадку досягти художньої виразності виробу, який проектується.

Для визначення різних видів композиційної будови і залежностей користуються категоріями, знайомими зі спостережень за явищами природи – ритм, рівновага, симетрія, асиметрія, динаміка, статика, масштаб і масштабність, пропорція, контраст, нюанс та ін.

3. Теорії композиції.

Питання теорії композиції в техніці вивчені все ще недостатньо. Значний внесок до її розвитку зробив радянський мистецтвознавець Ю.С. Сомов. Його теорія композиції і формування виробів промислового виробництва ґрунтується на категоріях “тектоніка” та “об'ємно-просторова структура”.

Специфіка композиції різноманітних виробничих предметів та виробів полягає у відповідності їх форми призначенню, матеріалу, з якого вони виготовлені та конструктивній схемі, яка визначає їх структуру.

На композицію виробів значний вплив має співвідношення функційних, естетичних і техніко-економічних вимог. Зручність і краса форми – важливі критерії оптимальної композиції різноманітного обладнання та предметів побуту, призначених для задоволення матеріальних і духовних потреб людини.

Вченню про композицію властиві певні поняття, відпрацьовані впродовж тривалого історичного розвитку архітектури і прикладного мистецтва. В теорії

архітектури питання композиції розроблені найбільш детально і складають спеціальний предмет “Теорія архітектурної композиції”.

Спорідненість між архітектурою і технічною естетикою цілком закономірна, адже технічна естетика, як і архітектура, виникла на стику науки і мистецтва. В науки своя специфіка, а у мистецтва – своя, вони протилежні й водночас споріднені. Наука – це точність і формула, а мистецтво – це почуття і художній образ з певним змістом. Ці, такі різні, сфери людського пізнання поєднані в технічній естетиці та архітектурі. Відомий французький письменник Г. Флобер писав, що “... Чим далі, тим мистецтво стає більш науковим, а наука – більш художньою; розійшовшись біля підніжжя, вони коли-небудь зустрінуться на вершині”. У архітектурі ця зустріч науки й мистецтва частково відбулася ще біля “підніжжя”, а в технічній естетиці відбувається зараз. Завдання полягає у поєднанні в одне ціле двох методів – логічного й чуттєвого, науки й мистецтва.

Важливим науковим чинником розвитку основ композиції є процес формоутворення в природі, мистецтві та техніці. Вивчення принципів формоутворення в природі дозволило людині перейти на вищий рівень мистецтва і, в першу чергу, в розвитку техніки. Так, тривале дослідження динаміки польоту і структури крила птаха допомогло М.Е. Жуковському – засновнику сучасної аерогідромеханіки та експериментальної аеродинаміки – відкрити закон, який визначає підйомну силу крила літака, встановити найефективніший профіль крил та лопатей гвинта літака, розробити вихрову теорію гвинта.

Використовуючи створені природою живі організми, конструктори створили і широко застосували в техніці обтічну динамічну форму для різних транспортних засобів. Обтічність стала об’єктивним законом для формування швидкісних машин (рис. 6.3.1).

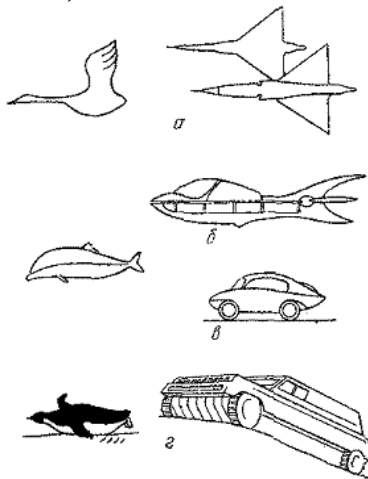


Рис. 6.3.1. Обтічність та динамічність форм:
а – в повітрі; б – у воді; в – на землі

Найрозвинутішою структурою виробів для потреб людини є об'ємно-просторова структура: автомобіль, судно, літак, вагон, внутрішнє виробниче обладнання, меблі і т.д.

Кінцеве композиційне рішення формоутворення виникає в послідовному творчому процесі проектування, починаючи від функції, конструкції, технології виготовлення і властивостей основних матеріалів із врахуванням естетичних чинників (рис. 6.3.2).

Створюючи тривимірний предмет, художник-конструктор оперує не лініями й площинами, як, наприклад, художник-маляр, а об'ємами, масою та простором. Це потребує від конструктора знання різних композиційних прийомів та вміння користуватися механічними, фізичними й хімічними властивостями матеріалів.

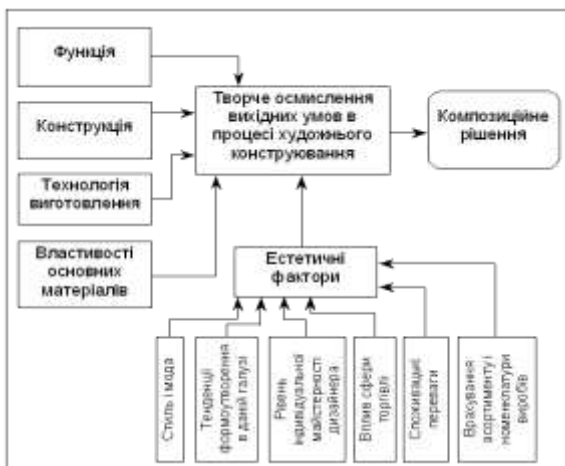


Рис. 6.3.2. Залежність кінцевого композиційного рішення від об'єктивних чинників

Отже, теоретичне поняття формоутворення можна виразити наступним чином: формоутворення – теоретична дисципліна, яка вивчає закономірності утворення форми, принципи та методи художнього конструювання спрямовані на створення оптимальної форми промислових виробів, і які відповідають функційним, техніко-економічним та композиційно-естетичним вимогам.

З поняттям формоутворення в художньому конструюванні тісно пов'язані такі поняття, як архітектоніка машин, комбінаторика та хіротехніка.

Архітектоніка машин – гармонійна побудова форми верстатів, приладів та інших технічних виробів, яка виражає їх функційні та конструктивні особливості.

Комбінаторика – прикладна дисципліна, яка вивчає закономірності варіантного розташування об'ємних і плоских фігур в дво- та тримірному просторі шляхом застосування методу математичного комбінаторного аналізу. Комбінаторика знаходить широке застосування в художньому конструюванні

об'єктів з типізованих елементів.

Хіротехніка – наукова дисципліна, яка вивчає функційні та естетичні закономірності формоутворення руків'я інструменту та органів керування машинами. Визначаючим фактором в хіротехніці є анатомічна будова руки, трудові рухові процеси й цілі роботи, які здійснюються за допомогою руків'я і т. ін.

4. Категорії композиції.

Як і будь-яка наукова дисципліна, теорія композиції ґрунтується на категоріях, що відображають найбільш загальні і суттєві зв'язки та відношення явищ, які розглядаються. У композиції такими категоріями є: тектоніка і об'ємно-просторова структура.

Велике пізнавальне значення у формоутворенні та конструктивній структурі форми відіграє таке поняття, як “тектоніка”.

Тектоніка – специфічний засіб художньої виразності, органічно пов'язаний з конструктивною об'ємно-просторовою структурою створюваної споруди або виробу і її об'єктивними закономірностями (міцністю, стійкістю та рівновагою). Існують ще й інші визначення. Тектоніку називають видимим відображенням з допомогою форми роботи конструкції і організації матеріалів.

Будівлі, споруди, машини, вироби, предмети і речі створюються з різних матеріалів, найрізноманітнішої форми та різної конструктивної структури, а отже, різної тектонічної системи.

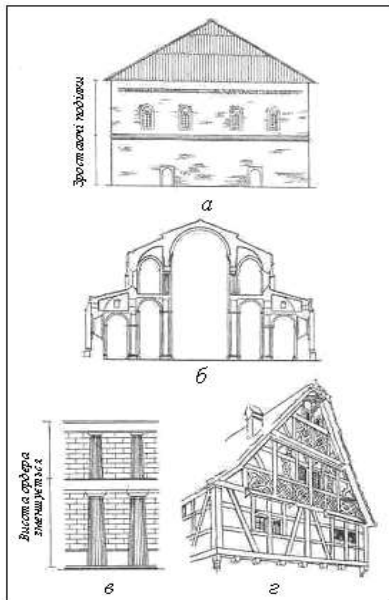


Рис. 6.4.1. Різні тектонічні системи: а – стінова; б – арочно-склепінчаста; в – стійково-балкова; г – каркасно-фахверкова

Наведемо кілька прикладів з архітектури.

1. Цегляний житловий будинок, конструктивною основою якого є несуча стіна з віконними і дверними отворами, можна віднести до стінової тектонічної системи. У багатовіковій практиці розроблено кілька типів стінових площин: дрібноблочна (кам'яна, цегляна), монолітна (бетонна), великоблочна і крупнопанельна.

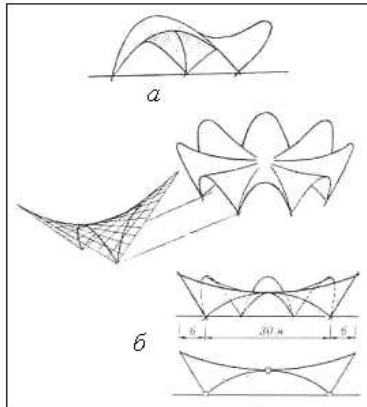
2. Будівлі, конструктивна основа яких складається з арок і зведень, за своїм зовнішнім виглядом відноситься до ааточно-склепінчастої тектонічної системи.

3. Будівлі стовпчастої конструкції, перекриті балками (стійково-балочна система) за своїм зовнішнім виглядом можна віднести до стійково-балкової тектонічної системи.

4. Будівлі, конструктивна основа яких складається з каркасу з розкосами (фахверк), за своїм зовнішнім виглядом відносяться до каркасно-фахверкової тектонічної системи (рис. 6.4.1).

Завдяки найновішим досягненням архітектурної науки і будівельної техніки створені нові тектонічні системи, узагальнюючі назви яких в багатьох випадках ще не визначені. Різноманітні тонкостінні оболонки, вантові та сітчасті конструкції з жорстких міцних матеріалів своїми чудернацькими формами наближаються до форм органічного світу (шкарлупа яйця чи горіха, панцир рака, мушлі, шкірка фруктів) і утворюють нові прогресивніші тектонічні системи.

Якщо впродовж багатьох віків при створенні форм архітектури враховувались матеріали, які головним чином працюють на стиск і частково на згин, то зараз, завдяки появі нових міцних матеріалів, що працюють на розтяг, народжуються складні форми з певними криволінійними обрисами (рис. 6.4.2).



**Рис. 6.4.2. Оболонка з криволінійними обрисами:
а – нічний клуб в Акапулько; б – ресторан в Ксохімілко**

Суть терміну “тектоніка” розповсюджується на всі види різноманітних форм: створені людиною машини, різне верстатне обладнання, предмети та вироби побутового призначення тощо.

Конструюючи екскаватор або вантажопідійомну машину, пароплав чи літак, залізничний чи трамвайний вагон, холодильник чи кінокамеру ми закладаємо певну тектонічну систему, тобто конструктивну структуру, яка задовольняє не лише функційно-утилітарні, а й естетичні вимоги.

Закономірності тектоніки відображають логіку роботи конструкції і спираються на закони механіки, статички, динаміки, аеростатики, гідродинаміки, опору матеріалів, теорії пружності тощо.

На рис. 6.4.3 показані фізичні властивості різних матеріалів, що характеризують їх роботу на стиск і розтяг.

Таким чином, найважливішими категоріями композиції, які закладають основу гарної форми, є тектоніка форми та об'ємно-просторова структура у формоутворенні. Однак, для створення гарного предмету чи виробу існують не лише ці засоби і властивості композиції, а й пропорції та пропорційність, масштаб і масштабність, симетрія й асиметрія, статичність і динамічність, метричні й ритмічні повторюваності, контраст і нюанс, кольорові гармонії тощо.

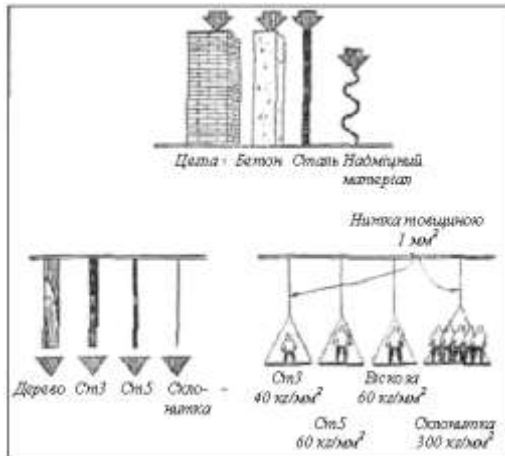


Рис. 6.4.3. Фізичні властивості різних матеріалів

5. Засоби побудови композиції.

5.1. Симетрія та асиметрія.

Тривала творча діяльність людини виробила закономірності, пов'язані з симетричною чи асиметричною формою предметів, творів мистецтва і архітектури, завдяки чому досягається художня рівновага статичних і динамічних композицій.

Симетричною називається будь-яка фігура, складена з геометрично і фізично рівних частин, які рівновіддалені від осей координат.

Симетрія – особливий рід геометричної закономірності краси форм предметів, які створюють гармонії. Відомий математик нашого часу Генріх Вейль глибоко досліджував симетрію як математичну закономірність. “Симетрія в широкому або вузькому значенні – залежно від того, як ви визначите значення

цього поняття, – є тією ідеєю, з допомогою якої людина впродовж віків намагалася зрозуміти й створити порядок, красу і досконалість”.

Симетрія, яку людина розкрила в творіннях природи, ставала для неї своєрідною нормою прекрасного; людина починала свідомо використовувати її як засіб гармонійної організації форми. Саме як засіб композиції симетрія пройшла довгий шлях розвитку – від суворой канонізації (в багатьох східних культурах) до такого вільного трактування (наприклад, в епоху Відродження), коли варто говорити швидше про складну композиційну рівновагу в якій симетрія є організуючою частиною.

Симетрія в науці і мистецтві охоплює широке коло питань, однак існує три основні види симетрії: дзеркальна, осьова, гвинтова.

Дзеркальна симетрія ґрунтується на рівності двох частин фігури, розташованих одна відносно одної аналогічно предмету і його відображенню у дзеркалі. Площина, яка ділить фігуру навпіл, називається площиною симетрії.

Осьова симетрія обумовлена конгруентністю (рівністю геометричних фігур в осьових перерізах) і досягається обертанням фігури відносно осі симетрії.

Гвинтова симетрія є результатом обертального руху лінії або площини навколо нерухомої осі з постійною кутовою швидкістю та одночасним поступальним рухом вздовж осі.

Прийоми симетричної композиції широко застосовуються в архітектурі, прикладному мистецтві та художньому конструюванні різних виробів. Необґрунтоване використання симетричної композиції без врахування функційно-утилітарних вимог в більшості випадків призводить до формалізму.

Абсолютної симетрії в природі практично не існує. Щодо техніки, то форми верстатів, машин, приладів, різноманітного обладнання, зазвичай, також відхиляються від законів симетрії, що викликано умовами їх функціонування, а отже, й особливостями конструкції. Однак, зміна підкреслено симетричної форми в один бік є неприпустимою.

В сучасних умовах особливого значення набуває поняття “асиметричної композиції”. Вона дозволяє органічно пов’язувати окремі елементи між собою, з’єднуючи їх в цілісні, гармонійно-функціонуючі організми. Симетрична побудова не завжди узгоджується з суперечливими вимогами компоновання тієї чи іншої будівлі, машини, верстату та ін.

Для одних виробів асиметрична форма є так само об’єктивним результатом рішення функціональної задачі, як для інших виробів є симетрична форма. Однак між цими двома властивостями форм існує принципова різниця.

Якщо симетрія з давніх часів хвилювала свідомість людей незвичною стрункністю і порядком, то асиметрія, в цьому плані, жодним чином не може бути з нею порівняна. Проте немає правил без виключень – в мистецтві Японії одним з основних критеріїв прекрасної форми є її асиметрія. В асиметричній композиції, якою б виразною вона не була, принцип організації форми проглядає не так чітко. Гармонія розвиненої асиметричної форми ґрунтується на складних відношеннях багатьох закономірностей композиції.

Гарна симетрична форма сприймається легко і, якою б не була складною,

майже відразу. Гармонія асиметрії сприймається поступово. Симетрія як така не гарантує гармонії, водночас як і асиметрія – в жодному разі не означає дисгармонії. Разом з тим, робота над виробом асиметричної форми складніша – вона вимагає розвинутої інтуїції та витонченого відчуття композиційної рівноваги. Особливо складною є робота над багатoelementними виробами зі складною об'ємно-просторовою структурою, окремі частини якої можуть мати свої часткові осі симетрії.

Асиметрія форми, як властивість композиції верстатів, машин, приладів, різного обладнання відображає принцип розвитку їх технічної структури та загальної інженерної компоновки. Головна умова цілісності асиметричної форми – її композиційна зрівноваженість.

5.2. Статика та динаміка.

Статичність – підкреслено виражений стан спокою, незворушності, стійкості форми у всій її побудові, в самій геометричній основі. Статичними є предмети, які мають чіткий центр а вісь симетрії є головним засобом організації форми. Ця форма не така ефектна, як динамічна, – рух вражає більше, ніж спокій. Однак це не означає, що статичність, свідомо підкреслена в композиції, не може бути сильним організуючим джерелом конкретної форми, хоча в чистому вигляді (“абсолютна статичність”) в техніці вона зустрічається рідко. Якщо в транспортних засобах елемент статичності зачасти взагалі виключається (проте фара мотоцикла чи емблема автомобіля найчастіше виконуються в динамічній формі), то у верстатобудуванні співіснують елементи рухомі (каретки, супорти, столи, консолі, різні несучі пристрої для обробки деталей тощо) з елементами статичними (підкреслено статичною є станина). Тому навіть форму потужних карусельних верстатів навряд можна вважати цілком статичною. Більш статичні форми характерні технічним приладам, але й там, попри статичну геометричну основу, панель приладу має чимало асиметричних елементів, які надають формі характеру динамічності. Та й сам прилад зазвичай входить до загального комплексу лише елементом композиції, в цілому зовсім не статичної.

Все ж статичні композиції мають свої особливості, свої закономірності розвитку, без дотримання яких неможливо створити цілісної форми. В техніці часто зустрічається розвиток технічної структури, який призводить до суперечностей розвитку форми і який важко усунути. Тому перед початком роботи художнику-конструктору необхідно осмислити, з якою формою він має справу, що об'єктивно домінує або має домінувати в ній – статичність чи динамічність. Верстат, прилад чи будь-який промисловий виріб не можуть бути водночас і статичними, і динамічними – щось з цієї пари протилежних властивостей має бути основним. Протиріччя між цими властивостями обов'язково призведе до втрати цілісності, як і невпорядковані, випадкові протиріччя асиметричних і симетричних елементів форми. Якщо ж композиційний прийом будується на поєднанні у формі предмету цих властивостей (що в принципі можливо), то все має бути зрозумілим: що переважає – статичність чи динамічність. Наприклад, за статичної несучої

основи верстату може бути виразно підкреслена динамічність певного рухомого елементу. І, навпаки, в динамічній композиції верстату деякі окремі елементи або групи елементів можуть бути свого роду автономними центрами з власними осями симетрії, які, однак, підпорядковуються загальному руху динамічної форми.

Динаміка – це зорове сприйняття руху, стрімкості форми. Форму, активно односторонньо спрямовану, яка ніби увірвалася в простір, називають динамічною. Якщо динамічність яскраво виражена, вона може стати основною, визначальною властивістю композиції.

Динамічність форми, перш за все, пов'язана з пропорціями. Рівність або незначна різниця відношень величин за трьома координатами простору характеризує відносну статичність форми. Контраст відношень створює динаміку, ніби “зоровий рух” в напрямку переважаючої величини. Для прикладу порівнюємо куб і високу тригранну піраміду – куб створює враження стійкого простору, а піраміда ніби змушує погляд рухатися вздовж грані або площини знизу догори.

Динамічну форму можуть мати як нерухомі об'єкти (пам'ятник Петру I у Санкт-Петербурзі роботи скульптора Фальконе; пам'ятник, присвячений підкоренню космосу в Москві; скульптурна група “Робітник і колгоспниця”) так і предмети, які швидко рухаються. Найхарактернішу динамічну композицію мають рухомі предмети. Відповідно різних середовищ їх можна розподілити на три основні групи: які рухаються землею поверхнею (автомобілі, потяги, трамваї, будівельні машини), у воді (пароплави, підводні човни) та у повітрі (літаки, планери).

Симетричні й асиметричні, статичні й динамічні предмети та їх комплекси мають безліч варіантів побудови. Специфіка кожної композиції витікає з природи окремих якостей і властивостей предмету. Наприклад, форми літака, судна і автомобіля вимагають зовнішнього вигляду, який забезпечить не лише композиційну, а й статичну рівновагу мас відносно осі руху. В цьому випадку ми спостерігаємо зв'язок симетрії зовнішніх форм з асиметричним розташуванням механізмів машини, обумовлених її функційною специфікою. З іншого боку, особливості композиції швидкісних транспортних засобів сформовані законами аеро-, газо- та гідродинаміки (динаміка і обтічність форм відповідно напрямку осі руху). Обтічність форм літака і автомобіля функційна закономірна, адже сприяє зростанню швидкості та економії пального. Машинам, які мають меншу швидкість руху (трактори, будівельно-дорожні та інші машини) обтічність менш важлива.

5.3. Ритм.

В художньому конструюванні, як і в архітектурі, використовується специфічний засіб композиції – закономірне повторення та чергування елементів. Існує два види повторюваності – метрична і ритмічна (метр і ритм).

Метрична будова композиції в більшості випадків визначається функційними особливостями предметів, наприклад, структура внутрішнього простору громадського транспорту, що складається з однакових рядів

пасажирських місць; структура шафи у вигляді комірок; пульт керування.

Якщо метричний ряд ґрунтується на одному елементі – він є простим видом повторюваності; якщо ряди скоординовані з іншими елементами – складним; якщо в композиції одночасно присутні кілька рядів і елементів метричної повторності – дуже складним видом повторюваності.

Ритм, порівняно з метром, складніший вид повторюваності. Він, як і масштаб, має свої особливості – чергування елементів будівель, предметів, виробничого обладнання, що характеризує збільшення або зменшення їх кількості, форми, розмірів. Ритмічні ряди утворюються чергуванням виразніших елементів – акцентів – і менш виразних (пасивних), – інтервалів. Ритмічні ряди можуть бути наростаючими і спадаючими контрастно або нюансно.

Ритм – (від грецьк. *rhythmós* – співрозмірність, стрункість) – це послідовне чергування різних співрозмірних елементів. Він сприяє зрозумілості, чіткості та стрункості художнього твору, робить його більш цільним, виразним. Ритм у музиці – закономірне чергування звуків у певному порядку; ритм у хореографії – поєднання певних послідовних і виразних рухів людського тіла, яке утворює рисунок танцю.

Отже, ритм – це повторюваність елементів, форми та інтервалів між ними за умови чітко вираженої закономірності повторення елементів та інтервалів. Порядок ритму може бути метричним (елементи повторюються через рівні інтервали), або ритмічним (повторення елементів відбувається через різні інтервали, які відповідають геометричній або будь-якій іншій прогресії). Поєднання різних ритмів утворює складні порядки (рис. 6.5.1).

У створенні виразності метроритмічного ряду важливу роль відіграють не лише характер і розташування елементів, а й їх кількість. Для утворення найпростішого метричного або ритмічного ряду необхідно не менше трьох-чотирьох елементів, які утворюють неперервність ритмічного руху. Збільшення кількості елементів підсилює виразність ритму, однак, їх необмежене зростання може призвести до протилежного ефекту – нудної одноманітності.

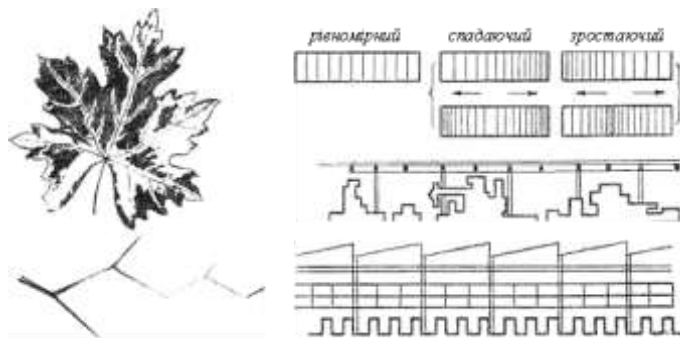


Рис. 6.5.1. Приклади ритму в природі і техніці

5.4. Контраст і нюанс.

В художньому конструюванні контраст і нюанс характеризують ступінь

подібності або відмінності відношень між однаковими якістьми і властивостями окремих об'єктів промислового виробництва.

Поняття “контрастні відношення” означає різко виражені відмінності між однорідними якістьми; поняття “нюансні відношення”, навпаки, – незначні, мало виражені відмінності.

Порівняння великого і малого, важкого і легкого, горизонтального і вертикального, білого і чорного є контрастним відношенням елементів.

Про нюанс говорять у випадках, коли порівнюється кілька величин, форм і кольорів, які майже непомітно відрізняються між собою. Слово “нюанс” означає відхилення, ледь помітний перехід.

Не завжди будь-яке довільне порівняння називається контрастним (нюансним). Воно можливе лише у випадку порівняння однорідних властивостей об'єктів (розмірів, форми, кольору, фактури).

Контраст і нюанс – засоби досягнення художньої виразності в архітектурі і художньому конструюванні. Аби досягти необхідних контрастних і нюансних відношень, необхідно уявити умови, в яких ці відношення слід проявляти і підкреслювати, а в яких, навпаки, згладжувати і обходити.

Важливим чинником, який впливає на виробниче середовище, є кольорові і світлові контрасти та нюанси. Наприклад, виконуючи виробничий інтер'єр у кольорі неприпустимим є поєднання контрастних кольорів робочої поверхні та навколишнього оточення, адже це не узгоджується з умовами адаптації і призведе до зниження продуктивності праці.

Світлові контрасти та нюанси мають велике значення і вплив на художню виразність міських площ, вулиць, окремих будівель, пам'ятників, інтер'єрів громадських споруд (особливо видовищних) та інших об'єктів. Використовуючи кольоро-світлові контрасти, нюанси та різні світлові ілюзії, можна досягти гарних естетичних ефектів в оформленні міських парків, фонтанів, святкових нічних прикрас, реклами.

В художньому конструюванні малих форм (електробритви, телевізори, магнітофони, авторучки, ювелірні та інші вироби) нюансування або доведення, в поєднанні з пластикою, фактурою, кольором і світловим відблиском створює значні індивідуальні якості форми виробу. Нюанс – один із самих тонких засобів в палітрі художника-конструктора.

5.5. Фізіологічна оптика і геометричні ілюзії.

Серед чинників, які впливають на форму, композицію та колір предмету, особливе місце займає фізіологічна оптика, а саме – сприйняття оком ліній, об'ємних форм і кольорів. Ці та багато інших особливостей нюансних і контрастних співвідношень легко прослідковуються на прикладах геометричних ілюзій. Людському зору властиво піддаватися оптичній омані, і тому, проєктуючи виріб необхідно враховувати цю особливість зорового сприйняття та відповідним чином змінювати форму виробу. Такі зміни називаються оптичними корективами. Наприклад, очі людини значно краще оцінюють ширину предмету, ніж його висоту та глибину; вертикальний розмір видається довшим, аніж рівновеликий горизонтальний; однакові, але по-різному розділені

об'єми справляють враження неоднакових.

Деякі ілюзії обумовлені психологічним законом контрасту, згідно якого предмет і кожна його частина сприймаються у відомому співвідношенні з навколишніми елементами. Приклади деяких оптичних ілюзій наведені на рис. 6.5.2.

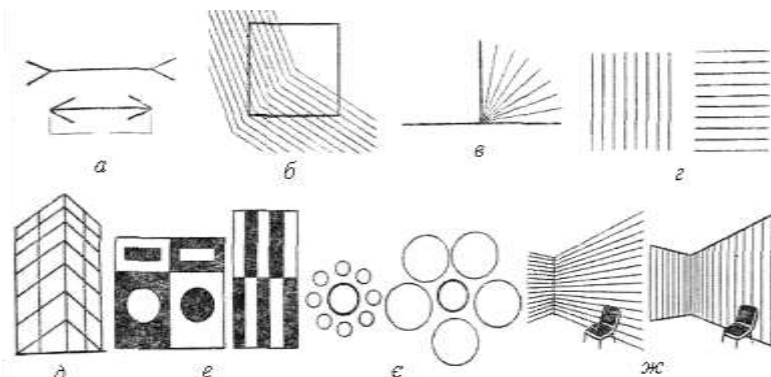


Рис. 6.5.2. Оптичні ілюзії:

а – ілюзії Мюлера-Лайєра; б – ілюзія деформації сторін квадрату; в – зорова нерівність кутів; г – поздовжньо і поперечно заштриховані області здаються нерівними; д – вертикальні паралельні лінії значної протяжності, що здаються відхиленими; е – коректування зорового збільшення або зменшення рівновеликих фігур, зафарбованих в білий та чорний колір; є – ілюзія зміни площі однакових кіл, розміщених серед кіл різної величини; жс – враження руху та спокою в приміщеннях, стіни яких поділені горизонтальними та вертикальними смугами.

6. Масштаб і масштабність.

З прадавніх часів людина оцінювала розміри предметів прирівнюючи їх до розмірів власного тіла. Сприйняття дійсної величини предметів виникає лише у порівнянні їх один з одним. Можна порівнювати як розміри цілого предмету, так і його частин. Уявіть собі на хвилику, що регулятор гучності радіоприймача має діаметр 15 см. Чи буде цей розмір відповідати розмірам самого радіоприймача та кисті руки людини? Зрозуміло – ні. Або візьмемо, наприклад, житлову квартиру. Середня висота стелі 2,6 м, тому меблі, які випускає промисловість заввишки 2,7 м, у такій квартирі не зможуть розташувати.

Для характеристики співмірності предметів, цілого і окремих його частин, а також предмету і людини використовують поняття “масштаб” і “масштабність”.

Почуття масштабності – це сприйняття реального світу, окремих явищ у їх дійсній величині. Велику роль у досягненні правильної масштабності промислових виробів відіграють деталі, розмір яких обумовлений технічними і ергономічними вимогами. Масштабність – найбільш складний засіб композиції.

Всі предмети і вироби, які використовує людина у своїй діяльності, мають бути співрозмірні з розмірами людини, тобто масштабно їй відповідати. При проектуванні промислових виробів (машини, верстати, прилади, побутові

вироби), необхідно дотримуватись масштабності, аби розміри виробів відповідали їх призначенню та пов'язувались з довкіллям.

У художньому проектуванні масштабність можна визначити як співмірність споруд чи виробів з людиною, а також речей одна з одною за їх звичайними розмірами. В цьому сенсі масштаб – не абсолютна, а відносна величина.

Як засіб композиції масштабність варто застосовувати доволі вільно, керуючись, як правило, лише міркуваннями художньої виразності. Так, наприклад, віконний отвір має певний масштаб, пов'язаний з розмірами людини (житлові будинки), проте в громадських будівлях звичайний масштаб вікон зачасти збільшують, узгоджуючи його з розмірами саме громадської будівлі. Це ніби підкреслює громадське значення установи, вокзалу, палацу культури і т. д.

Правильне рішення питань масштабності більшою мірою залежить від розуміння властивостей матеріалів, конструкції і способів виготовлення виробів. Уявлення про масштабність поступово змінюються, адже з'являються нові матеріали, а отже й нові конструктивні рішення, які міняють вигляд навколишніх предметів.

Художник-конструктор проектує безліч предметів. І далеко не кожен виріб можна проектувати в його натуральному розмірі. Зачасти для цього немає можливості, а іноді й не потрібно. Кулькову ручку, наприклад, можна проектувати в масштабі один до одного, а літак, самоскид – лише у зменшених розмірах. Як і якими масштабами користуватися, детально вказано в державних стандартах.

7. Комбінаторика.

Комбінаторика – це прийоми знаходження різних перестановок, поєднань, розташувань (комбінацій) елементів у певному порядку.

Комбінаторика цікавила людину давно і тому має глибокі корені. В різні часи, залежно від рівня розвитку науки, техніки та вимог суспільства кожна конкретна галузь виробництва по-різному вирішувала питання комбінаторики. Найраніше комбінаторний підхід проявив себе у будівельній справі і, пройшовши століття, сформувався у метод модульного проектування. Цей метод застосовувався як при будівництві простого житла, так і при створенні культових споруд (храмів, пірамід і т. д.).

Модуль – це одиниця міри. Наприклад, в архітектурі – частина будинку, яка служить одиницею (модулем) і використовується для досягнення співмірності будинку в цілому та його окремих частин. У класичній архітектурі модуль зазвичай дорівнює радіусу або діаметру колони біля її основи.

Необхідність в повторюваних деталях виникла на зорі будівельної діяльності людини. Навіть для будівництва примітивного житла людина була змушена сортувати колоди за призначенням. Наприклад, для створення загальновідомого комплексу Стоунхендж (сучасна Англія) близько трьох з половиною тисяч років тому, довелося виготовити цілий набір «типових» габаритних деталей: лише для зовнішнього кола цієї велетенської споруди знадобилося по 30 кам'яних плит і кам'яних блоків завдовжки близько 3,5 м.

Тисячі рабів висікали однакові кам'яні блоки в каменоломнях стародавнього Єгипту; відомі «кіотський» і «токійський» модулі використовуються японськими архітекторами; на базі модуля будувалися знамениті римські водоводи – акведуки.

Прославленим грецьким архітекторам вистачало лише трьох типів ордерів (модулів) на основі яких забудовували цілі міста. Цікаво, що модулем для житла в античному світі слугував зріст людини, тобто, архітектура стародавніх народів певною мірою була пов'язана з антропометричними величинами (п'ядь, фут, лікоть, сажень та ін.). Та й зараз найзручнішим збільшеним модулем у будівництві житла визнано 3М – 0,3 м. (це стародавній фут – довжина ступні людини, розмір однаково зручний і для горизонтальних, і для вертикальних розчленовувань житлового будинку).

Теоретичні принципи античної модульної системи викладені Вітрувієм, який вважав, що найбільшу увагу потрібно звертати на пропорційність споруди, співмірність її з певною частиною, прийнятою за основну. Основною частиною для встановлення співмірності ордера (модуля) слугувала товщина колони – її діаметр або радіус. Для стовбчасто-балкових конструкції відношення діаметру стійки до її висоти відігравало вирішальну роль, оскільки визначало стійкість всієї системи.

Грецькі архітектори і вільні ремісники, у порівнянні з римлянами, користувалися модульними пропорціями більш творчо, коригуючи їх співвідношення відповідно конкретних художніх завдань, розташування на місцевості, абсолютних розмірів споруди і т.ін. Грандіозні масштаби будівництва Риму й необхідність використання при цьому малокваліфікованої праці рабів змушували архітекторів уніфікувати багато деталей ордера (модуля) і тому ретельніше дотримуватися модульних співвідношень. Принципи римської модульної системи використали і майстри Відродження. Цьому питанню присвячені творчі роботи Альберті, Виньоли, Палладіо та ін.

Вважають, що питання про перехід на модульну систему в проектуванні і промисловості було серйозно поставлене в 20-і роки минулого століття. У 1923 р. на основі трьох держустанов лісової промисловості організовується акціонерне товариство «Стандартстрой», яке поставило завданням розробку та будівництво типових житлових і громадських будівель із стандартних елементів. У 1929-1930 рр. секція типізації при Будкомі РРФСР запропонувала ідею типізації не самих житлових будинків і промислових будівель, а стандартизацію конструкційних елементів, комбінуючи які можна отримати різні типи споруд.

У 1932-1933 рр. постало питання про встановлення єдиного загального модуля як чинника, який пов'язує усі види споруд одним спільним конструктивним рішенням. У 1944- 1946 рр. спеціально створена при Наркоматі з будівництва СРСР модульна комісія рекомендувала встановити десяткову модульну систему з єдиним модулем 100 мм, обґрунтовуючи своє рішення тим, що ця система проста в обрахунках і органічно пов'язана з метричною системою вимірів. У 1954 р. модуль М-100 офіційно прийнятий в СРСР «Будівельними нормами і правилами». Як наслідок – в різних видах будівництва

були встановлені різні варіанти модульної системи зі своїми збільшеними модулями кратними М і, відповідно, особливі геометричні розміри будівельних виробів. З 1 січня 1955 р. для обов'язкового застосування в галузі будівництва введений кодекс – Будівельні норми і правила “СЭВ (БНП СЭВ)”.

Стандарт може бути невдалим, типове рішення поганим, але сама ідея стандарту прогресивна. Вона знаменує перехід людини від кустарної ручної праці до високоякісного машинного виробництва. Проблема стандарту, модулі – це проблема не лише технічної та економічної доцільності, але й соціальна проблема естетики побутового благоустрою, створення гарного штучного середовища. Ця проблема висунула завдання – знайти шляхи покращення художньої якості в умовах індустріального будівництва із стандартних елементів.

В дизайні модуль – це величина, яка приймається за основу розрахунку розмірів певного предмету, машини або споруди, а також їх деталей, вузлів і елементів, які завжди кратні обраному модулю.

Модуль широко застосовується в дизайні, особливо при проектуванні різного устаткування з уніфікованих елементів. Меблі та багато інших виробів для житла проектують на основі модуля, який є похідним від основного модуля, прийнятого в архітектурі. Модульна координація знаходить широке застосування в приладо- і верстатобудуванні, особливо там, де розвинені уніфікація і агрегування.

Введення єдиної модульної системи в практику художнього конструювання полегшує рішення багатьох завдань, пов'язаних з формоутворенням виробів.

У модульній системі принцип координації розмірів конструктивних елементів ґрунтується, як правило, на технічних вимогах та економічній і естетичній доцільності. На цьому рівні розвитку матеріальної культури передових країн стандарт в галузі художнього конструювання так само неминучий, як і в будь-якій галузі громадського виробництва. Нині комбінаторика привертає до себе увагу вчених фахівців значно більшою мірою, ніж раніше. Вони намагаються дати зрозуміле і точне обґрунтування поняттям комбінаторних витоків, законів, правил.

Отже, комбінаторика – один з композиційних засобів, сутність якого полягає у складанні значної кількості варіантів пропозицій із заданих елементів, і яке досягається їх чергуванням, з'єднанням, перетином, перестановкою, дзеркальним повтором. Використовується для виконання простих орнаментальних мотивів та у геометричному стилі, переважає в архітектурі ряду течій ХХ ст., у яких композицію зведено на рівень гармонізації формальних елементів, а художній зміст підмінено естетичною цінністю конструкції.

Завдання і запитання для закріплення та засвоєння навчального матеріалу

1. За для чого було засновано художньо-промисловий союз «Веркбунд»?
2. Основна мета та завдання школи «Боухаус»?
3. У якому році та з якою метою було створено центр британської промисловості – «Дизайн»?
4. Що означає термін «промислове мистецтво»?

5. Що розуміють під терміном «дизайн»?
6. Що розуміють під терміном «художнє конструювання»?
7. Що вплинуло на еволюцію форм у техніці, прикладному мистецтві та інших сферах матеріальної культури кінця XIX початку XX століть?
8. Що означає термін «композиція», розкрийте її основні види?
9. Як виражається теоретичне поняття формоутворення?
10. У чому полягають особливості тектоніки, як категорії композиції?
11. Які засоби побудови застосовують у композиції, їх особливості?
12. У чому полягає суть комбінаторики?

Тема 7. Пропорції і пропорційність.

План

- 1. Зміст пропорцій та пропорційності.**
- 2. Історія використання пропорцій.**
- 3. Основні види пропорцій.**
- 4. Гармонійна пропорція “Золотий переріз”.**
 - 4.1. “Золотий переріз” – гармонійна пропорція.**
 - 4.2. Другий “Золотий переріз”.**
 - 4.3. “Золотий трикутник”.**
 - 4.4. “Золота пропорція” у стародавніх греків.**
 - 4.5. “Золоті пропорції” в частинах тіла людини.**
 - 4.6. Ряд Фібоначчі.**
 - 4.7. Принципи формоутворення в природі.**
- 5. Модульні пропорції.**

Література: 6, 8, 11, 17, 29, 30, 69, 84, 85, 87, 92, 98.

1. Зміст пропорцій та пропорційності.

Пропорція – один з головних засобів, який застосовується у мистецтві, архітектурі, техніці та художньому конструюванні виробів, та який означає рівність двох відношень, співрозмірність, визначене співвідношення окремих частин, предметів і явищ між собою. Пропорція – це один з класичних засобів композиції, за допомогою якого досягається організованість форми. Масштаб і пропорції нерозривно пов'язані між собою. Правильне визначення пропорцій дає можливість створити пропорційно-гармонійний лад, порушення якого погіршує художню виразність твору чи виробу, адже людину не задовольняє один лише їх функційно-утилітарний бік.

Кожен житловий чи громадський будинок, кожен промисловий виріб мають свої пропорції. Мати пропорції – означає знаходитися в певному відношенні до певної величини, тобто мати пропорційні величини. Пропорційні величини – це величини, які залежать одна від одної – збільшення однієї з них у декілька разів викликає збільшення іншої відповідно у стільки ж разів; інакше пропорції порушуються. Розмірні відношення елементів форми – це та основа, на якій будується уся композиція. Яким б хорошими не були деталі виробу, але якщо усю його об'ємно-просторову структуру не об'єднує чітка пропорційна система, важко розраховувати на цілісність форми.

Пропорціонування враховує конкретні умови, місце і призначення предмету, його слід розглядати як творчий процес. Тому кожна споруда, кожен промисловий виріб є цілою системою розмірних співвідношень, які визначають функційне призначення предмету. У предметному світі, як і у світі природи, все повинно бути взаємозв'язане пропорціями. Скажімо, не можна пропорціонувати верстат, не визначивши його кінематичної схеми.

Пропорції мають велике художнє значення. Вони визначають співмірність та гармонійність елементів форми, усіх її частин одна з одною та з цілим.

2. Історія використання пропорцій.

У стародавні часи в архітектурі та прикладному мистецтві пропорціям приділяли значну увагу, прагнучи найкращої художньої якості. Наприклад, для стародавніх єгиптян – математиків, філософів, архітекторів – пропорції були чи не головним показником. Загальновідомий єгипетський трикутник (співвідношення сторін 3 : 4 : 5) при будівництві був для них своєрідним мірилом пропорційності, адже відношення 3 : 5 складає пропорцію, наближену до “золотого перерізу” і аналогічну пропорцію людського ока (рис. 7.2.1).

$$\frac{3}{5} = 0,6 \approx 0,618$$

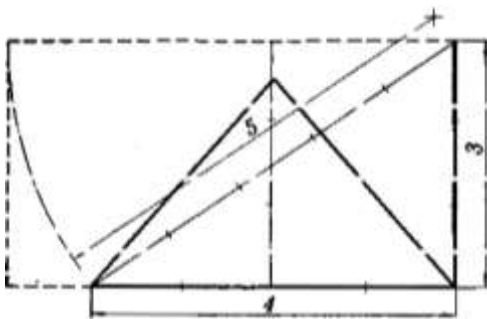


Рис. 7.2.1. Єгипетський трикутник зі сторонами 3 : 4 : 5.

Грецькі математики, художники і філософи також дуже багато уваги приділяли пропорціям. Піфагор уперше намагався математично пояснити суть гармонійних співвідношень; йому приписують знання арифметичної, геометричної і гармонійної пропорції, а також закону “золотого перерізу”.

Аристотель до основних вимог пропорційності відносив порядок, симетрію та обмеженість розмірів. Порядок вимагає не випадкових співвідношень розмірів окремих частин між собою і з цілим, а визначених співвідношень і розмірів. У книзі „Етика” він писав, “... ті результати називають досконалими, від яких не можна нічого ні відняти, ні додати, адже досконалість знищується надлишком і нестачею”.

В епоху Відродження питаннями пропорційності переймалися великі майстри та мислителі в галузі архітектури, живопису і скульптури – Ф. Брунеллескі, Альберті, Леонардо да Вінчі, Мікеланджело Буонарроті, Віньола, Палладіо. Вони з величезною цікавістю досліджували цю проблему.

3. Основні види пропорцій.

Загальновідомі наступні види пропорції:

- арифметична;
- геометрична;
- гармонійна;
- золотий перетин.

Вибір і використання пропорції, як засобу гармонізації, дозволяє

конструктору, дизайнеру, архітектору чи художнику створити виріб, який максимально відповідатиме законам гармонії та естетичним потребам людини. Застосування певних пропорційних відношень може надати художньому образу великої виразності, глибше розкрити його. Аби створювати гармонійні, тобто цілісні твори, художник повинен вивчати і застосовувати закони природи. Варто зазначити, що проблема пропорцій – одна з найскладніших художніх проблем, яка вимагає осмислення.

Арифметична пропорція. Для утворення звичайної математичної пропорції необхідно мати чотири елементи, як складають рівність: $a : b = c : d$.

Геометрична пропорція складається з трьох елементів: $(a : b = b : c)$. Спільний член b має назву “середня пропорційна”, або “середня геометрична величина” (рис. 7.3.1).

$$AB : BC = BC : BD$$

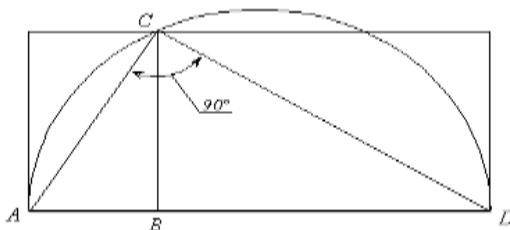


Рис. 7.3.1. Графічне вираження середньої геометричної величини.

Два подібних прямокутники так поєднані між собою, що мала сторона BC великого прямокутника є одночасно великою стороною BC малого прямокутника. В нашому випадку відрізок BC – є середньою пропорційною величиною між відрізками AB і BD .

Гармонійна пропорція. Крім арифметичної і геометричної пропорції, існують також пропорційні залежності об’єднані загальною назвою “гармонійні пропорції”. Ще у III ст. до н.е. грецький математик Евклід розглядав вісім гармонійних пропорцій.

До гармонійної пропорції, як і до геометричної, входять три елементи: a, b, c (рис. 7.3.2).

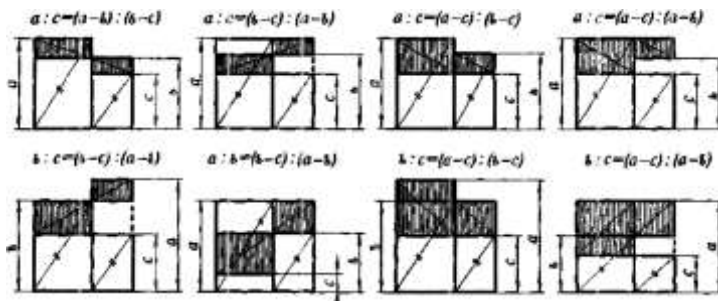


Рис. 7.3.2. Гармонійні пропорції Евкліда.

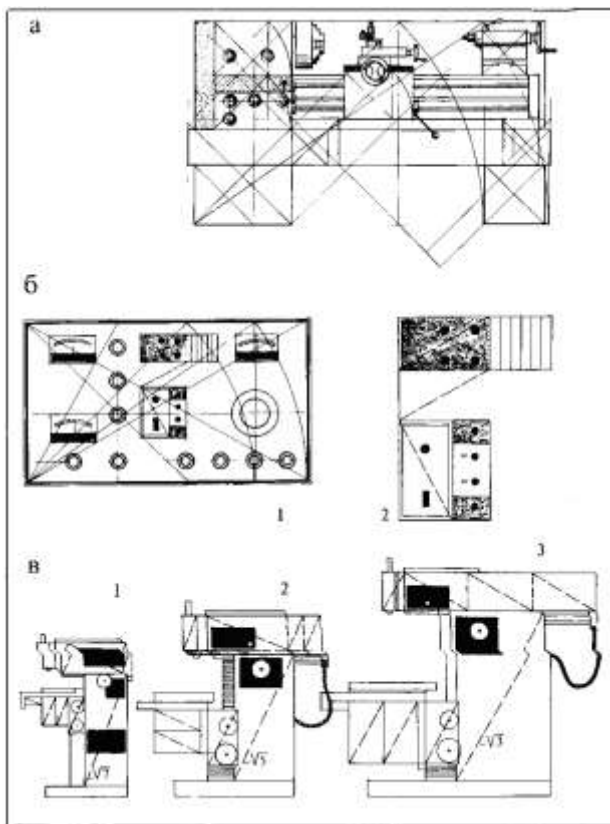


Рис. 7.3.3. Графічний аналіз пропорційної будови технічного об'єкту методом геометричної подібності.

Як правило, в якості методичних прикладів з пропорціонування у техніці, беруть вироби з відносно простими геометричними формами, які легко підлягають пропорціонуванню. Наприклад, панелі різних приладів і пультів керування, що наближаються до площини, до них цілком можна застосовувати класичні прийоми та методи гармонійного пропорціонування. На деталях 1 і 2 на рис. 7.3.3 б показано такий приклад організації панелі приладу за допомогою пропорціонування. Токарний верстат лаконічної, геометрично чіткої форми також підлягає традиційному прийому пропорціонування (рис. 7.3.3 а), адже ми вловлюємо в його формі єдину систему площин. З незначною натяжкою так можна пропорціонувати й ті токарні, гвинторізні, шліфувальні та фрезерні верстати, об'ємно-просторову структуру яких можна подати як ряд відносно легких для сприйняття умовних планів. Саме такий ефективний метод пропорціонування застосовано в рішенні гамми фрезерних верстатів (див. моделі 1-3 рис. 7.3.3 в).

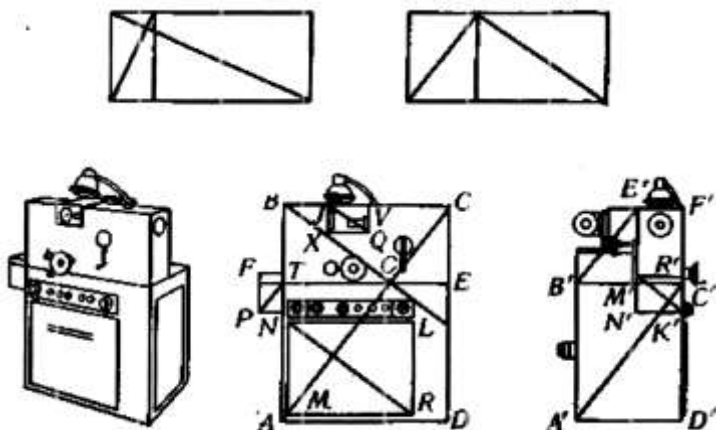


Рис. 7.3.4. Графічний аналіз пропорційної будови технічного об'єкту методом геометричної подібності.

4. Гармонійна пропорція «Золотий переріз».

4.1. «Золотий переріз» – гармонійна пропорція.

Ціле завжди складається з частин; різновеликі частини знаходяться в певному відношенні одна до одної та до цілого.

Принцип “золотого перерізу” – прояв найвищої структурної та функційної досконалості цілого і його частин у мистецтві, науці, техніці та природі. Доведено, що пропорційність у класичній античній архітектурі заснована на ірраціональних числах, серед яких особливу роль відіграє відношення “золотого перерізу”.

На відміну від арифметичної, геометричної та гармонійної пропорцій “золотий переріз” утвориться за наявності лише двох величин a і b . Поділ цілого на дві нерівні пропорційні частини в математиці називають “золотим перерізом”.

“ЗОЛОТИЙ ПЕРЕРІЗ” – це такий пропорційний поділ відрізка на нерівні частини, за якого увесь відрізок так відноситься до його більшої частини, як велика частина відноситься до меншої; іншими словами – менший відрізок так відноситься до більшого, як більший до всього відрізка: $a : b = b : c$ або $c : b = b : a$ (рис. 7.4.1).

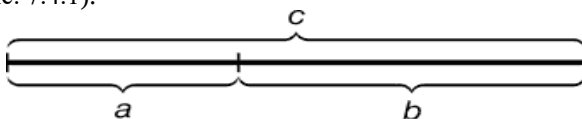
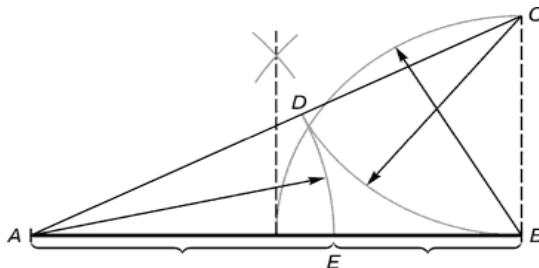


Рис. 7.4.1. Графічне зображення золотого перерізу.

Практичне знайомство із “золотим перерізом” починають з поділу

відрізка прямої в “золотій пропорції” з допомогою циркуля та лінійки (рис. 7.4.2).



**Рис. 7.4.2. Поділ відрізка прямої згідно “золотого перерізу”.
BC = 1/2 AB; CD = BC.**

З точки B підіймаємо перпендикуляр рівний половині AB . Отриману точку D з'єднуємо лінією з точкою A . На отриманій лінії (гіпотенузі) відкладаємо відрізок BC , що закінчується точкою D . Відрізок AD переносимо на пряму AB . Отримана при цьому точка E ділить відрізок AB у співвідношенні “золотої пропорції”.

Відрізки “золотої пропорції” виражаються нескінченним ірраціональним дробом $AE = 0,618 \dots$, якщо AB прийняти за одиницю, $BE = 0,382\dots$. На практиці зачасти використовують наближені значення 0,62 і 0,38. Якщо відрізок AB прийняти за 100 частин, то більша частина відрізка дорівнює 62 частинам, а менша – 38 частинам (рис.7.4.3).

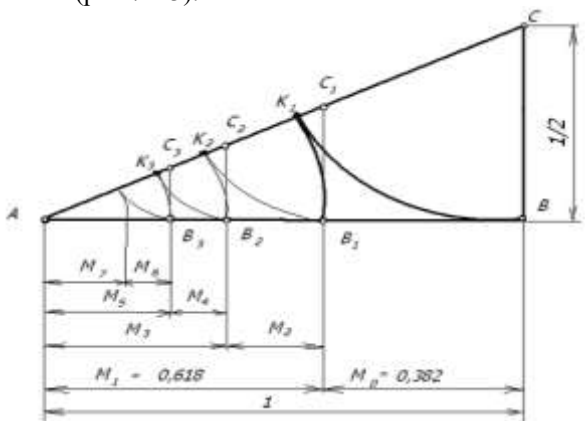


Рис 7.4.3. Методика побудови пропорційних відрізків за методом “золотого перерізу”.

Властивості “золотого перерізу” описуються рівнянням:

$$x^2 - x - 1 = 0.$$

Рішення цього рівняння:

$$x_{1,2} = \frac{1 \pm \sqrt{5}}{2}$$

Властивості “золотого перерізу” створили навколо цього числа

романтичний ореол таємничості й мало не містичного поклоніння.

4.2. Другий “Золотий переріз”.

Існує і другий “золотий переріз”, який впливає з основного перерізу і дає інше співвідношення 44 : 56.

Така пропорція виявлена в архітектурі, а також має місце у побудові композицій зображень подовженого горизонтального формату.

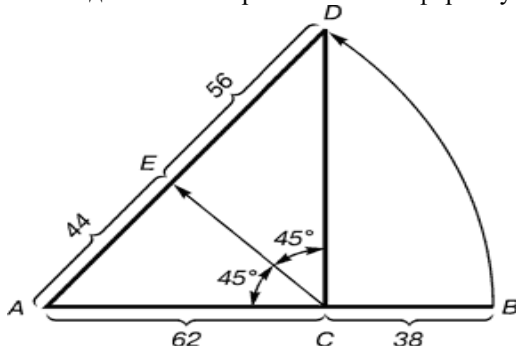


Рис. 7.4.4. Побудова другого “золотого перерізу”.

Поділ здійснюємо наступним чином (рис. 7.4.4). Відрізок AB ділимо у пропорції “золотого перерізу”. З точки C будемо перпендикуляр CD . Радіусом AB знаходимо точку D , яку з’єднуємо лінією з точкою A . Прямий кут ACD ділимо навпіл. З точки C проводимо лінію до перетину з лінією AD . Точка E ділить відрізок AD у відношенні 56 : 44.

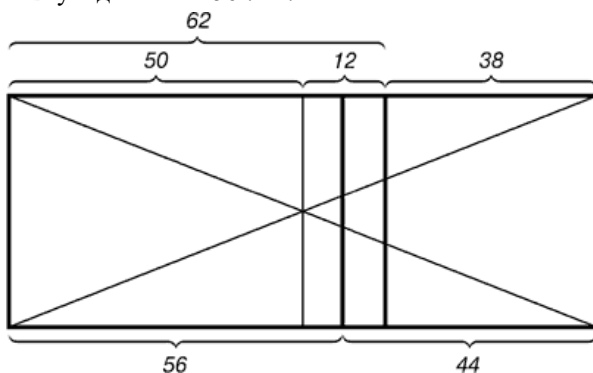


Рис. 7.4.5. Поділ прямокутника лінією другого “золотого перерізу”.

На рис. 7.4.5. показано розташування лінії другого “золотого перерізу” – вона знаходиться посередині між лінією “золотого перерізу” і середньою лінією прямокутника.

На рис. 7.4.6. показано виконання пропорційної гармонізації посуду на прикладі скляних фужерів.

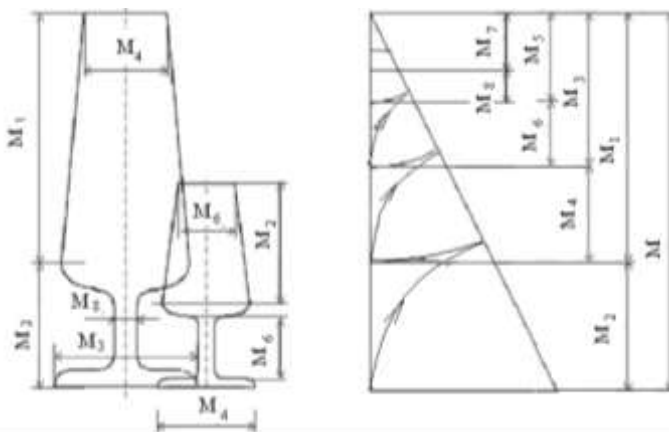


Рис. 7.4.6. Зразок виконання пропорційної гармонізації скляних фужерів.

4.3. «Золотий трикутник».

Для знаходження відрізків “золотої пропорції” висхідного і низхідного рядів можна користуватися пентаграмою.

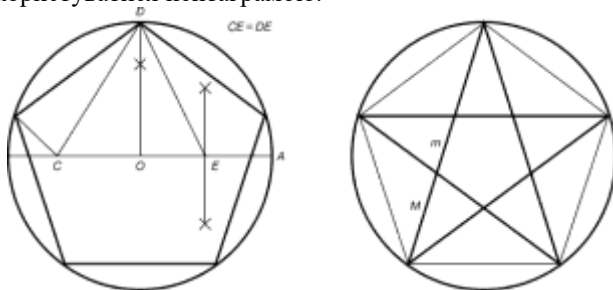


Рис. 7.4.7. Побудова правильного п'ятикутника і пентаграми.

Для побудови пентаграми необхідно побудувати правильний п'ятикутник (рис. 7.4.7). Спосіб його побудови розробив німецький митець і графік Альбрехт Дюрер (1471-1528). Нехай O – центр кола, A – точка на колі і E – середина відрізка OA . Перпендикуляр до радіусу OA , проведений з точки O , перетинається з колом у точці D . Користуючись циркулем, відкладемо на діаметрі відрізок $CE = ED$. Довжина сторони вписаного в коло правильного п'ятикутника дорівнює DC . Відкладемо на колі п'ять відрізків рівних відрітку DC . Отримуємо п'ять точок з допомогою яких креслимо правильний п'ятикутник. З'єднаємо кути п'ятикутника діагоналями через один кут і отримуємо пентаграму. Всі діагоналі п'ятикутника ділять один одного на відрізки, пов'язані між собою “золотою пропорцією”.

Кожен кінець п'ятикутної зірки є “золотим трикутником” у якого сторони утворюють кут 36° при вершині, а основа, відкладена на бічну сторону, ділить її в пропорції “золотого перерізу”.

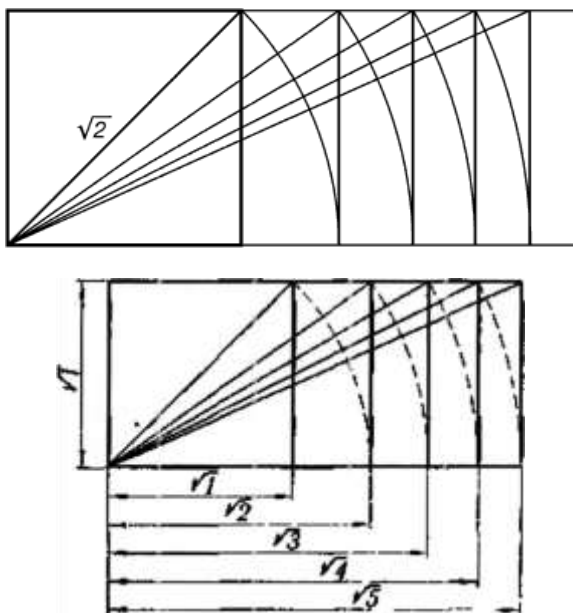


Рис. 7.4.10. Динамічні прямокутники.

У фасаді старогрецького храму Парфенон присутні “золоті пропорції”. Його розкопки виявили циркулі, якими користувалися архітектори і скульптори античного світу. У Помпейському циркулі (музей в Неаполі) також закладені пропорції “золотого ділення” (рис. 7.4.11).

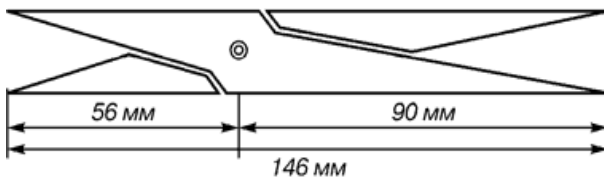


Рис. 7.4.11. Античний циркуль “золотого перерізу”.

4.5. “Золоті пропорції” в частинах тіла людини.

У 1855 р. німецький дослідник “золотого перерізу” професор Цейзинг опублікував свою працю «Естетичні дослідження». Цейзинга спіткало саме те, чого неминуче мав би чекати дослідник, який розглядає явище як таке, без зв'язку з іншими явищами – він абсолютизував пропорцію “золотого перерізу”, оголосивши її універсальною для всіх явищ природи й мистецтва. У Цейзинга було чимало послідовників, але були й супротивники, які оголосили його вчення про пропорції “математичною естетикою”.

Цейзинг виконав колосальну роботу. Він виміряв близько двох тисяч людських тіл і дійшов висновку, що “золотий переріз” виражає середній статистичний закон. Ділення тіла точкою пупа – найважливіший показник “золотого

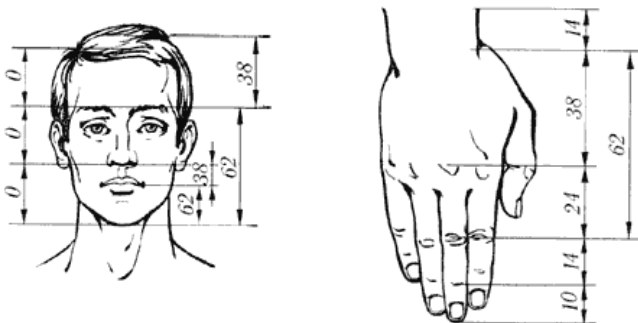


Рис. 7.4.12. “Золоті пропорції” в частинах тіла людини.

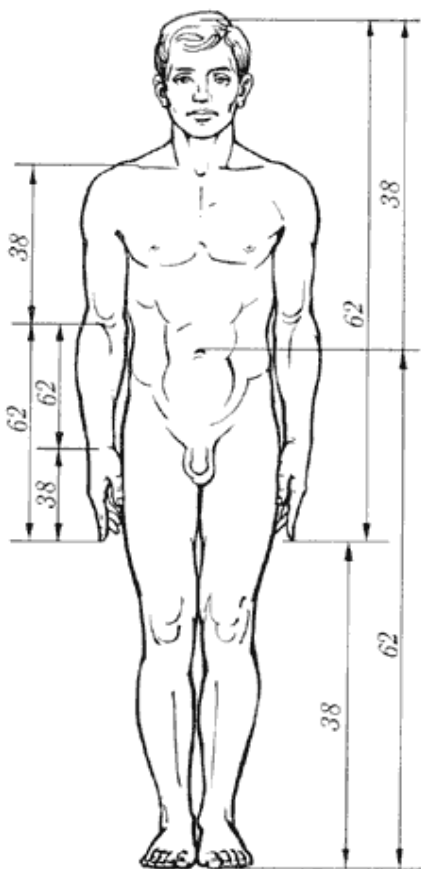


Рис. 7.4.13. “Золоті пропорції” у фігурі людини.

перерізу”. Пропорції чоловічого тіла коливаються в межах середнього відношення $13 : 8 = 1,625$ і краще підходять “золотому перерізу”, ніж пропорції жіночого тіла, щодо якого середнє значення пропорції виражається в співвідношенні $8 : 5 = 1,6$. У новонародженій дитини пропорція є відношенням $1 : 1$, до 13 років вона дорівнює 1,6, а до 21 року дорівнює чоловічій. Пропорції “золотого перерізу” проявляються і щодо інших частин тіла – довжина плеча, передпліччя й кисті, кисті і пальців і т.д. (див. рис. 7.4.12 і 7.4.13)

Справедливість своєї теорії Цейзинг перевіряв на грецьких статуях. Найдокладніше він дослідив пропорції Аполлона Бельведерського.

Були досліджені грецькі вази, архітектурні споруди різних епох, рослини, тварини, пташині яйця, музичні тони, віршовані розміри.

Цейзинг дав визначення “золотому перерізу”, показав, як воно виражається у відрізках прямої та у цифрах. Коли цифри, які виражають довжини відрізків, були отримані, Цейзинг побачив, що вони складають ряд Фібоначчі, який можна продовжувати до нескінченності в обидва боки.

Наступна його книга мала назву «Золотий поділ як основний морфологічний закон у природі та мистецтві». У 1876 р. в Росії була видана невелика книжка, майже брошура, з викладом цієї праці Цейзинга. Автор сховався під ініціалами Ю.Ф.В. У цьому виданні не згадано жодного твору живопису.

У кінці XIX – на початку XX ст. з'явилося чимало чисто формальних теорій щодо застосування “золотого перерізу” у творах мистецтва та архітектури. З розвитком дизайну і технічної естетики чинність закону “золотого перерізу” поширилася на конструювання машин, меблів і т.д.

4.6. Ряд Фібоначчі.

З історією “золотого перерізу” непрямо пов'язане ім'я італійського математика ченця Леонардо з Пізи, більш відомого під ім'ям Фібоначчі (син Боначчі). Він багато подорожував Сходом, познайомив Європу з індійськими (арабськими) цифрами. У 1202 г побачила світ його математична праця “Книга абака” (рахівниця), в якій були зібрані всі відомі на той час завдання. Одне із завдань зазначало: “Скільки пар кроликів в один рік народиться від однієї пари”. Розмірковуючи над цим, Фібоначчі вибудував наступний ряд цифр (табл. 7.4.1):

Таблиця 7.4.1.

Рішення задачі із застосуванням ряду Фібоначчі.

Місяці	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	і т.д.
Пари кроликів	0	1	1	2	3	5	8	13	21	34	55	89	144	і т.д.

Ряд чисел 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55 і т.д. відомий як ряд Фібоначчі. Особливість послідовності чисел полягає в тому, що кожен її член, починаючи з третього, *дорівнює сумі двох попередніх*:

$$2 + 3 = 5; 3 + 5 = 8; 5 + 8 = 13, 8 + 13 = 21; 13 + 21 = 34 \text{ і т.д.},$$

а відношення сусідніх чисел ряду наближається до “золотого” поділу. Так,

$$21 : 34 = 0,617, \text{ а } 34 : 55 = 0,618.$$

Це відношення позначається символом Φ . Лише це відношення – 0,618 : 0,382 – дає безперервний поділ відрізка прямої в “золотій пропорції”: його збільшення або зменшення до нескінченності, коли менший відрізок так відноситься до більшого, як більший до всього.

Водночас Фібоначчі займався й вирішенням практичних потреб торгівлі: з допомогою якої найменшої кількості різноваг можна зважити товар? Фібоначчі доводить, що оптимальною є така система різноваг: 1, 2, 4, 8, 16 ...

Ряд Фібоначчі (1, 1, 2, 3, 5, 8) і відкритий ним же “двійковий” ряд різноваг 1, 2, 4, 8, 16... на перший погляд абсолютно різні. Але алгоритми їх побудови дуже схожі, наприклад, кожне число є сумою попереднього числа з самим собою $2 = 1 + 1; 4 = 2 + 2...$

4.7. Принципи формоутворення в природі.

Все, що утворювалося, набувало певної форми, росло, прагнуло зайняти місце в просторі і зберегти себе. Переважно таке прагнення втілюється у двох

Відросток робить сильний викид у простір, зупиняється, випускає листок, але коротший першого, знову робить викид у простір, проте не такий сильний, випускає листок ще меншого розміру і знову викид. Якщо перший викид прийняти за 100 одиниць, то другий дорівнює 62 одиницям, третій – 38, четвертий – 24 і т.д. Довжина пелюсток теж підпорядкована “золотій пропорції”. Зростаючи і завойовуючи простір рослина зберігає певні пропорції: імпульси її зростання поступово зменшуються в пропорції “золотого перерізу”.

У ящірці ми з першого погляду вловлюємо приємні нашому оку пропорції – довжина її хвоста та довжини решти тіла знаходяться у пропорції 62 до 38 (рис. 7.4.16).

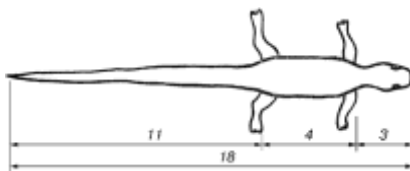


Рис. 7.4.16. Ящірка живородяща.

І в рослинному, і в тваринному світі впевнено лідирує формотворна тенденція природи – симетрія щодо напрямку росту і руху. Тут “золотий переріз” проявляє себе в пропорціях частин перпендикулярно напрямку росту.

Природа здійснила поділ на симетричні частини і “золоті пропорції” – у частинах проявляється повторення будови цілого.

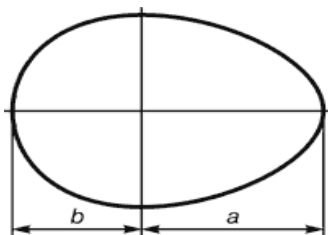


Рис. 7.4.17. Яйце птаха.

Великий Гете, поет, натураліст, художник (малював і писав аквареллю), мріяв про створення єдиного вчення про форму та перетворення органічних тіл. Саме він ввів у науковий обіг термін “морфологія”.

П'єр Кюрі на початку нашого століття сформулював ряд глибоких ідей симетрії. Він стверджував, що не можна розглядати симетрію будь-якого тіла, не враховуючи симетрію навколишнього середовища.

Закономірності “золотої симетрії” проявляються в енергетичних переходах елементарних частинок, у будові деяких хімічних сполук, в планетарних і космічних системах, у генних структурах живих організмів. Ці закономірності, як вже зазначалось, характерні будові окремих органів людини і тіла в цілому, а також проявляються в біоритмі й функціонуванні головного мозку та зорового сприйняття.

5. Модульні пропорції.

Розміри людського тіла протягом багатьох століть були основою усіх вимірів. Так, наприклад, мірою довжини в Єгипті, Греції, Римі був фут (ступня). Основною мірою довжини в Росії та Україні були сажень і лікоть, як одиниці, пов'язані з ростом людини. Сажень мав різні назви – малий, прямий, косий, морський та ін. (малий сажень – від витягнутої на рівень плеча руки до підлоги $\approx 142,4$ см; косий сажень – від кінця пальців рук до кінця пальців ніг ≈ 248 см; морський сажень = 6 англійських футів = 182,88 см). П'ядь – відстань між кінцями розведених великого і вказівного пальців, дюйм – довжина суглоба великого пальця, долоня – ширина кисті руки (рис. 7.5.1).

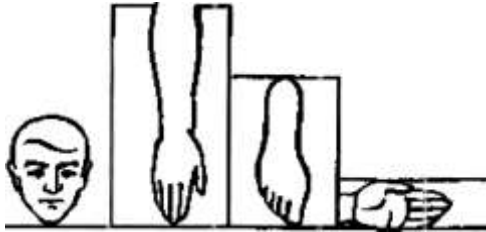


Рис. 7.5.1. Мірила на основі частин людського тіла.

Десяткова метрична система мала переваги перед усіма іншими і тому отримала поширення. Проте вона не була пов'язана з розмірами людського тіла. Швидше за все, саме цей чинник і спонукав видатного французького архітектора Ле Корбюз'є для визначення пропорцій предметного середовища запропонувати нову систему “Модулар”. Головне в цій системі – знайти відповідність основних членувань шкали розмірам людини та одночасно поєднати принцип модульного розрахунку з рядами пропорцій “золотого перерізу”.

“Модуларом” називається також вимірювальний прилад, основою якого є людський зріст і математика. Кожна цифра цього приладу відповідає частинам тіла людини (рис. 7.5.2). За основу „Модулора” прийняті три розміри людського тіла: відстані від стопи до центра сонячного сплетіння (113), від сонячного сплетіння до верху голови (70) і від верху голови до кінця пальців витягнутої руки (43). Ці величини утворюють відомий числовий ряд Фібоначчі. Вони розбиваються на дрібніші розміри, де кожне наступне членування пов'язане з попереднім відношенням “золотого перерізу”.

“Модулар” поділяється на дві шкали: 1) “червона шкала”, яка утворює числовий ряд: 698, 432, 268, 165, 102, 63, 39, 24, 15, 9, 6 мм; 2) “синя шкала”, яка утворює числовий ряд: 863, 534, 330, 204, 126, 78, 48, 30, 18, 11, 7 і т.д.

“Червоний ряд” відноситься до зросту людини і дорівнює 1829 мм, “синій ряд” – це відстань від землі до кінця піднятої вгору руки, дорівнює 2260 мм.

Розміри предметів побуту та й інших предметів галузі технічної естетики, художнього конструювання і дизайну прийняті за “Модуларом” Ле Корбюз'є, насправді є завищеними. Наприклад, прийнятий для розрахунку числових величин “Модулора” умовний зріст 1829 мм не відповідає середньому зросту чоловіка в часи СРСР.

будь-якої речі.

Наприклад, відомо, що в архітектурі окремі геометричні форми, розглянуті в ортогональній проекції (квадрат, коло, трикутник тощо), при сприйнятті великих будинків в натуральну величину видно в іншому ракурсі – квадрат стає паралелепіпедом, рівносторонній трикутник стає нерівностороннім і т.д.

Отже, математичний метод дає лише кількісне поняття і знання існуючих пропорційних закономірностей, і зовсім не дає якісних понять, власне краси.

Основним чинником щодо гармонізації художніх форм має бути відповідність форми її змісту, утилітарному призначенню і функціональності, а також матеріалу й конструктивній доцільності. Просто механічне застосування пропорцій “золотого перерізу” може заподіяти шкоди та призвести до формалізму. Геометрію і математику варто залучати до знаходження пропорційності, але лише в якості попередньої схеми, не більше. Сталих абстрактних відношень і пропорцій, які мали б хоч якісь незаперечні естетичні якості, не існує. Органічність, цілісність і краса перебувають за межами сухої та обмеженої схеми і форми.

Пропорції “золотого перерізу” були розглянуті в основному щодо архітектури. Трохи інакше застосовують їх у художньому конструюванні. Конструюючи різні вироби промислового виробництва, засоби транспорту, предмети декоративно-прикладного мистецтва, інші матеріальні цінності дизайнер, інженер й інші фахівці працюють з порівняно невеликими об’ємами різної форми, які в більшості випадків доповнюють або заповнюють простір архітектурного середовища.

В декоративному мистецтві пропорційність передбачає інтуїтивну або свідому організацію прийомів площинного та об’ємно-просторового формотворення на основі кратних і простих співрозмірних величин.

У композиції декоративно-прикладного мистецтва пропорційна співрозмірність форми не знайшла такої досконалої і детальної розробки, як у теоретичних працях майстрів архітектури. Однак, аналізуючи форму стародавнього єгипетського кам’яного посуду, можна виявити кратні і прості співвідношення між основними величинами. Кратні відношення дають ціле число повторення квадрату в прямокутнику, або куба в паралелепіпеді – 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 і т. д.

Простими відношеннями ми досягаємо чіткої співрозмірності площинних і просторових форм, яка ґрунтується на їх гармонійному зв’язку. Зразок широкого застосування закону пропорційності щодо поєднання елементів форми добре виявлений в античному посуді.

Складні ірраціональні відношення (наприклад, “золотий переріз” – 1,62... : 1) дуже рідко зустрічаються у композиції декоративно-прикладного мистецтва і сумнівно, що майстер вносив їх свідомо.

Таким чином, закон пропорційності – гармонійне поєднання пропорцій частин, елементів в одне ціле. Він дозволяє уточнити форму, знайдену на основі головних композиційних законів, підпорядковуючись головній конструктивно-

художній ідеї.

При конструюванні й компонованні промислових виробів фахівцям значно легше охопити зором увесь виріб, відчутти й перевірити його пропорції з використанням математичного або іншого методу пропорційності. Конструювання промислових виробів, у порівнянні з пропорціонуванням будинків та споруд, має певні особливості. Так, конструктивна основа верстату чи пресу трохи інша, ніж архітектурної споруди. Більшість розмірів таких виробів продиктовані лише конструктивними поняттями. Для багатьох промислових виробів і устаткування (крім декоративних виробів) існують непорушні закони механіки та вимоги технології. У цьому випадку художнику значно важче вирішити питання пропорційності. На рис. 7.5.4, 7.5.5 та 7.5.6 ми бачимо зразки верстатного устаткування в геометричній пропорції та “золотому перерізі”.

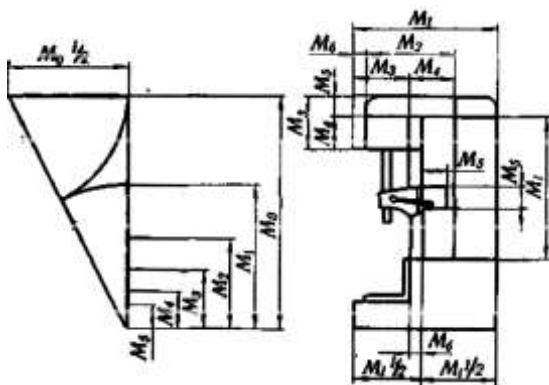


Рис. 7.5.4.

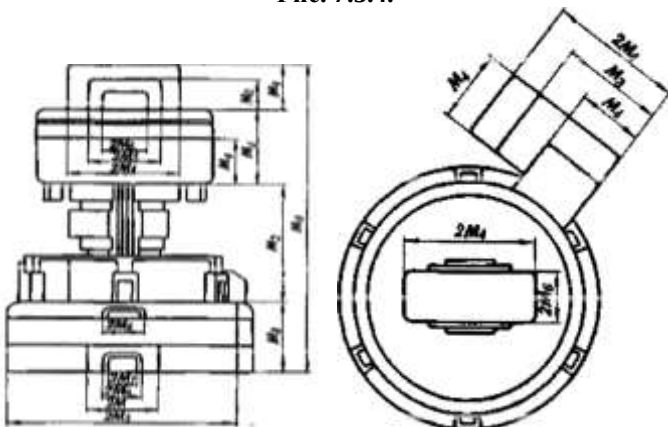


Рис. 7.5.5.

Рис. 7.5.6.

За умови пропорційності виробничого устаткування згідно “золотого перерізу” не варто використовувати дрібне членування (M4, M5, M6), краще

обмежуватися лише великими членуваннями (M1, M2, M3), домагаючись гарних загальних пропорцій.

Завдання і запитання для закріплення та засвоєння навчального матеріалу

1. Що означає поняття «пропорція», її значення у процесі проектування?
2. Хто з древніх учених займався вивченням пропорцій, та як їх застосовували на практиці?
3. Які існують основні види пропорцій, їх характеристика?
4. У чому полягають особливості використання «золотого перерізу», його прояви у природних формах?
5. Для чого французький архітектор Ле Корбюз'є запропонував пропорційну систему «Модульор»?
6. У чому полягає зміст використання закону пропорцій у техніці, архітектурі та декоративно-прикладному мистецтві?

Тема 8. Перспектива.

План

1. Загальні відомості про перспективу.
2. Види перспектив та сфери їх застосування.
3. Елементи лінійного перспективного зображення.
4. Вибір точки зору.
5. Побудова перспективи методом архітекторів.
6. Побудова перспективи методом сітки.
7. Побудова перспективи кола.

Література: 2, 6, 12, 20, 21, 29, 30, 33, 36, 49, 52, 53, 58, 64, 65, 71, 80, 83, 86, 87, 88, 89, 92, 96.

1. Загальні відомості про перспективу.

В багатьох напрямках науки, техніки, конструювання, архітектури, дизайну, образотворчого мистецтва тощо широко застосовують різні графічні зображення, які мають великий спектр застосування. Без їх використання ми не усвідомлюємо життя й діяльності людей.

Об'ємний простір визначається не лише шириною та висотою, але й поглядом у третій вимір – вперед і глибину. В картинній площині відлік в глибину ведеться від глядача. При цьому роль регулятора глибинного сприйняття виконує перспектива.

Всі оточуючі нас предмети – плоскі фігури, об'ємні тіла – мають певні форми, розміри, кольори. Проте, розглядаючи предмети з різних точок і на різних відстанях, їх форма, розміри та колір сприймаються по-різному.

Повсякденний досвід дозволяє зробити висновок – наше зорове сприйняття форми та кольору навколишніх предметів не схоже з їх реальними формами та кольором: квадратні грані куба здаються трапеціями або неправильними чотирикутниками; правильне коло блюдечка – еліпсом; краї прямого шосе зближуються і видаються непаралельними і т. д. Щодо кольору, то пагорби, вкриті смарагдовою травою, в далечині видаються синюватими; гострі ребра скель, поступово віддаляючись, ніби розчиняються і тонуть в прозорій імлі.

Наше зорове сприйняття форми навколишніх предметів нескінченно варіюється залежно від умов, у яких ми їх розглядаємо. Так, предмети однакових розмірів, однаково напрямлені, але які знаходяться на різних відстанях від спостерігача, видаються більшими чи меншими залежно від ступеню їх віддалення (рис. 8.1.1).

Той самий предмет, який розглядається з тієї ж відстані і в тому ж напрямку, ми бачимо по-різному. Це обумовлюється місцем, яке він займає у зоровому полі: вище чи нижче рівня наших очей, тобто, розглядаємо ми його зверху чи знизу, чи знаходиться він посередині, в правій чи в лівій частині нашого зорового поля, тобто, бачимо ми його фасад чи одну з бічних сторін (рис. 8.1.2).



Рис. 8.1.1. Ряд тополь



Рис. 8.1.2. Комод

У людської голови, розташованої вище рівня нашого ока (тобто при погляді на неї знизу), більшим видаватиметься підборіддя, а у голови, розташованої нижче цього рівня (тобто при погляді зверху), більшим видаватиметься чоло; щодо обрисів профілю, то вони змінюватимуться залежно від розташування об'єкту в зоровому полі (рис. 8.1.3, де передня фігура на картині Антонелло да Мессіна написана в нижньому ракурсі, а фігури на рис. 8.1.4, написані Рафаелем Санті – у верхньому ракурсі).



**Рис. 8.1.3. «Святий Себастьян»
Антонелло да Мессіна**



**Рис. 8.1.4. «Заручини Марії»
Рафаель Санті**

Той же предмет, що розглядається нами з певної постійної відстані, в постійному напрямку та займає одне й те ж місце в полі нашого зору, змінює свої обриси залежно від його розташування в просторі відносно напрямку нашого погляду.

Вважається, що будь-який предмет, якою б складною не була його форма та елементи, які утворюють його поверхню, завжди можна вписати в менш складну геометричну форму, наприклад в пряму призму з прямокутною або квадратною

основою. Розглянемо форми, які він може прийняти залежно від його положення в просторі.

Наше зорове сприйняття прямокутної призми, яка розташована ближче до наших очей або далі від них, вище чи нижче їх рівня, посередині або ближче до одного з країв нашого поля зору, змінюється залежно від того, стоїть вона на прямій чи похилій площині (рис. 8.1.5 – кам'яні блоки I і III для першого випадку; II, IV-XIII – для другого).

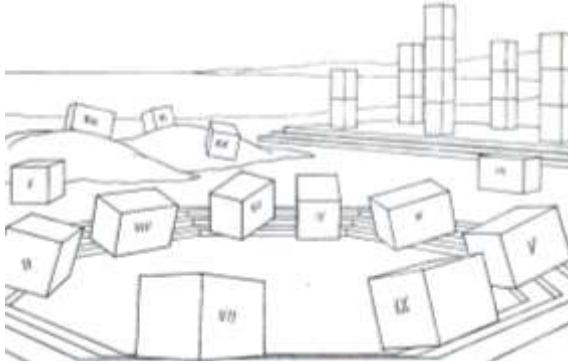


Рис. 8.1.5. Кам'яні блоки [3]

Передавати оточуючі нас предмети з усім багатством та розмаїттям їх обрисів є питанням, яке цікавить не лише художників (митців, графіків, декораторів і т. ін.), але й багатьох інших фахівців (архітекторів, інженерів, дизайнерів і т. д.), які в своїй роботі вдаються до рисунку. Вони повинні вміти передавати на двомірній поверхні не лише ширину і висоту предметів, але й третій вимір – глибину.

Основним напрямом застосування перспективи є використання її у проектуванні, у проміжних його етапах. Вона є чи не єдиним способом зображення, за допомогою якого можна вирішити питання композиції об'єкту або його зовнішнього вигляду з урахуванням умов зорового сприйняття в натурі. Тобто, перспектива є одним з найкращих графічних засобів зрозумілої та чіткої передачі творчого задуму автора глядачеві від проекту до кінцевого продукту; дає можливість робити висновки щодо естетичної якості проєктованого виробу.

Отже, **перспектіва** (фр. *perspective*, від лат. *perspicio* – ясно бачу або дивитися наскрізь) – система зображень об'ємних тіл на площині чи будь-якій іншій поверхні, яка враховує їх просторову структуру та віддаленість їх окремих частин від спостерігача.

Виникнення поняття “перспектива” пов'язане з розвитком оптики та різних видів мистецтва, в першу чергу живопису. Художники первісного світу та стародавнього Сходу винайшли ряд способів щодо характеристики взаємного розташування предметів (ярусна композиція, контрастне поєднання фронтальних і профільних виглядів тощо), описали їх не загальною, узгодженою з глядачем шкалою, а умовно-символічною схемою. Тяжіння до уніфікації простору за допомогою перспективи з'явилося в мистецтві Стародавньої Греції (з 6 ст. до н. е.). Вперше правила перспективи згадує у своєму трактаті “Оптика” давньогрецький

математик Евклід у 3 ст. до н. е., а римський архітектор Вітрувій відносить практичне її застосування в театральній декорації до часу Есхіла (6-5 ст. до н. е.); він же пише про не збережені трактати Анаксагора і Демокріта про перспективу.

Про античний перспективний живопис ми можемо судити розглядаючи, наприклад, фрески “2-го помпейського стилю” (близько 80 до н. е. – близько 30 н. е.) з побудовами, дуже близькими до центрально-перспективних (тобто, тих що мають один центр проєкції), поряд з цим в античні часи широко використовували систему, яка передбачає кілька точок сходження, розташованих на одній вертикальній осі (так звана риб’яча кістка).

У пізньоантичному й середньовічному мистецтві інтерес до систематичної розробки проблем перспективи в цілому зникає, але нерідко застосовується спосіб так званої “зворотної перспективи”, який полягає у збільшенні окремих предметів в міру їх віддалення і синтетично поєднує кілька точок зору на це питання. Послідовна, математично обґрунтована система перспективи, розрахована на фіксовану, “антропоцентричну” точку зору, формується в період італійського кватроченто (Філіппо Брунеллескі, Леон Батіста Альберті, Мазаччо, П’єро дельла Франческа, Паоло Уччелло). Значний внесок в емпіричну і наукову розробку перспективи зробили північноєвропейські майстри (брати Губерт та Ян ван Ейк, Альбрехт Дюрер). Леонардо да Вінчі обґрунтував принципи повітряної перспективи (досліджував вплив повітря на чіткість обрисів предметів, а також на їх колір залежно від відстані). Попри те, що в наступні епохи конкретний зв’язок між науковою теорією і художньою практикою перспективи втрачається (якщо не враховувати майстрів перспективного малярства), а вчення про перспективу в цілому стає частиною нарисної геометрії (в цьому відношенні особливо важливі праці французьких математиків Жерара Дезарга (17 ст.) та Гаспара Монжа (18 ст.)), перспективна структура залишається органічною частиною мальовничого або скульптурно-рельєфного образу у майстрів, які тяжіють до об’єктивної, науково обґрунтованої передачі реального просторового середовища.

Мистецтво Сходу не знало оптико-математичного обґрунтування проблем перспективи, хоча й запровадило ряд емпіричних систем; як, наприклад, типову для живопису Китаю і Японії паралельну перспективу, яку умовно можна вважати побудовою з нескінченно віддаленим центром проєкції [5].

В кінці XX століття Б.В. Раушенбах, аналізуючи найтипівіші системи геометричних побудов щодо новітнього мистецтва, пише, що історія мистецтв знає лише чотири основні методи просторових побудов на площині. Серед них:

- креслярський метод (зображення об’єктивного простору, властиве мистецтву Стародавнього Єгипту);
- метод локальних аксонометрій та її трансформації, характерний для античного та середньовічного мистецтва;
- центральна лінійна перспектива в мистецтві епохи Відродження;
- центральна криволінійна перспектива, яка з’явилась на межі XIX-XX століть.

Інші автори, Б.Я. Береснева та Н.В. Романова, розглядаючи способи геометричної реконструкції простору, виділяють наступні: пряму й зворотну перспективи; множинну, відносну, розсіяну та абстрактну точки зору; редукцію

простору до площини (створення зображень з мінімальною просторовою глибиною); моделювання простору “на себе” (вирішення фактурних поверхонь); цілісні матеріальні утворення (наприклад, орнаменти). Є й інші класифікації концепцій просторових форм.

У більшості випадків художники підкреслюють необхідні для процесу малювання якості перспективи, (відчуття зміни величини і т. ін.), архітектори виділяють способи зображення просторових об'єктів щодо архітектурної практики, психологи та фізіологи акцентують увагу на закономірностях сприйняття, оптико-геометричних законах людського зору (оптичні ілюзії), дизайнери – на використанні в проектуванні, комп'ютерній графіці тощо. Термін “перспектива” зачасти вживається в значенні планування на майбутнє виконання певних дій. Перспективою (осьовою) називають також чітку систему планування вулиць і головних площ у “Петровський час”.

На нашу думку, перспективу необхідно розглядати як науку, яка показує зв'язок із зоровим сприйняттям, методом отримання зображення, а також таку, що враховує використання її в теорії та практиці проектування.

2. Види перспектив та сфери їх застосування.

У цьому розділі ми наведемо визначення видів перспективи і їх зображень, які застосовуються під час проектних робіт у мистецтві й дизайні, та дамо їм порівняльну характеристику (за Г.А. Ланщиковою).

1. Перцептивна (“*перцепція*” – сприйняття) – наукова система перспективи, яка спирається на закономірності природного зорового сприйняття. Розрізняють вільну перцептивну перспективу, що дозволяє вирішувати питання про різні неминучі викривлення кожного зображено на картині предмету окремо, і жорстку перцептивну перспективу, в якій питання про неминучі викривлення вирішуються заздалегідь щодо всього картинного простору. Тобто, це загальна перспектива яка об'єднує в собі обернену, аксонометричну та лінійну перспективи (рис. 8.2.1 і 8.2.2). Так, на думку Б.В. Раушенбаха, якщо вилучити предмети, які ми бачимо в перцептивній перспективі, то ті, що знаходяться далеко від спостерігача, близькі до звичної нам “класичної” прямої перспективи (рис. 8.2.3, А), а предмети розташовані близько, сприймаються нами в аксонометрії (рис. 8.2.3, Б) або зі слабкою оберненою перспективою (рис. 8.2.3, В).

2. Лінійна – розглядає зміну зовнішніх контурів і форм предметів залежно від збільшення відстані між ними та тим, хто малює, а також методи, користуючись якими можна зобразити на плоскій картині ці предмети з усіма змінами (рис. 8.2.2).

3. Пряма центральна (фронтальна) одноточкова – прийом малювання перспективи, за якого об'єктивно паралельні в просторі прямі лінії зображаються такими, що сходяться в одній точці (метод центрального проектування) (рис. 8.2.4, А).

4. Багатоточкова – комплексні системи зображення, що мають кілька точок сходження для об'єктивно паралельних прямих (рис. 8.2.4, Б; 8.2.5; 8.2.6).

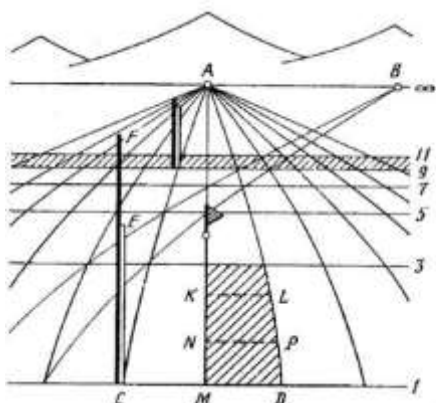


Рис. 8.2.1. Перцептивна перспектива

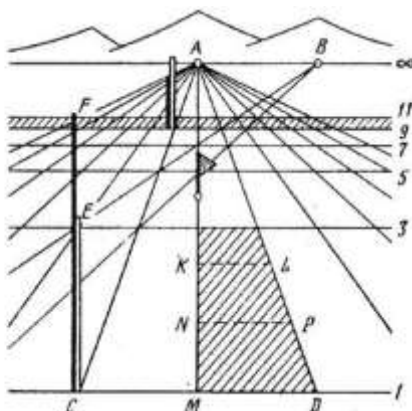
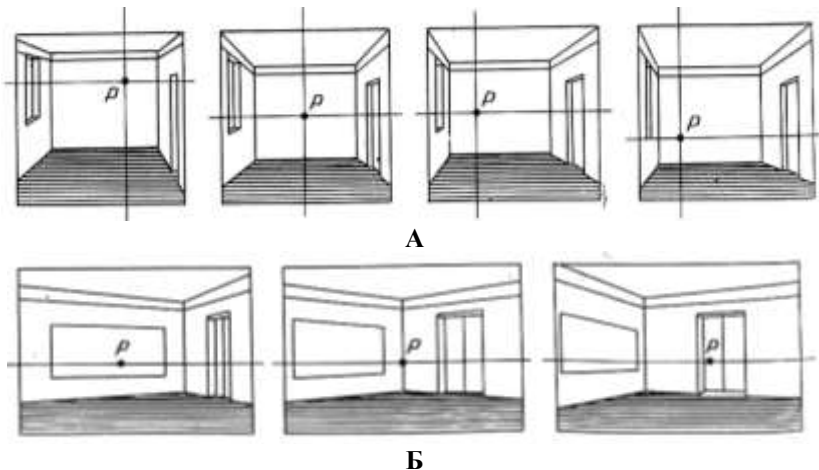


Рис. 8.2.2. Лінійна перспектива



Рис. 8.2.3. Об'єкти з перцептивної перспективи

А – пряма перспектива; Б – аксонометрія; В – обернена перспектива



Б

Рис. 8.2.4. Види лінійної перспективи [9]

А – пряма центральна (фронтальна) одноточкова; Б – кутова багатоточкова

5. Криволінійна центральна – різновид прямої перспективи, за якої паралельні лінії, які йдуть углиб, показуються плавно викривленими і сходяться в одній точці на лінії горизонту (рис. 8.2.7).

6. Обернена – прийом малювання перспективи, суть якого полягає в тому, що паралельні в просторі лінії на картині, які зображуються в своєму продовженні, не сходяться в одній точці, а розходяться. Є складовою перцептивної перспективи для дуже близько розташованих об'єктів. Точка спостереження розташовується всередині картинного простору (рис. 8.2.8, Б). Існує точка зору, що використання оберненої перспективи в іконописі ґрунтувалось на теорії: “не ми дивимось на ікону (Бога), а ікона (Бог) дивиться на нас” (рис. 8.2.9).



Рис. 8.2.5. Багатоточкова перспектива заднього плану картини «Поклоніння волхвів» (Леонардо да Вінчі)

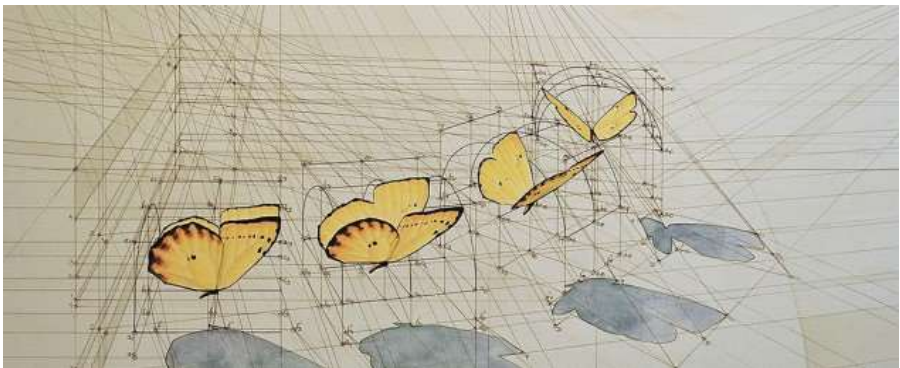


Рис. 8.2.6. Багатоточкова перспектива в кресленні Рафаеля Араужо (Rafael Araujo)



Рис. 8.2.7. Криволінійна центральна перспектива

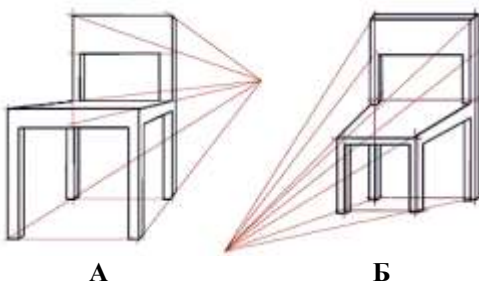


Рис. 8.2.8. Види перспектив (А – пряма; Б – обернена)

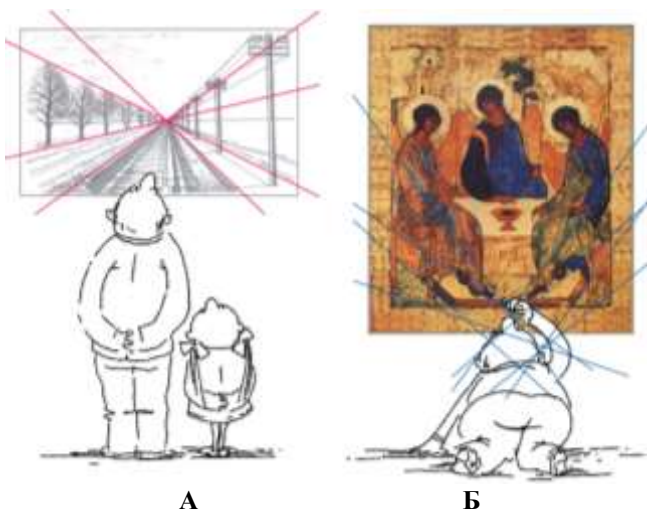


Рис. 8.2.9. Види перспектив (А – пряма; Б – обернена)

7. Паралельна (ізометрична, аксонометрична) – зображення, отримане в процесі проектування предмету разом з осями прямокутних координат, до яких предмет віднесений в просторі, на деяку площину. Є складовою перцептивної перспективи для предметів на передньому і дуже віддаленому планах (рис. 8.2.9, Б).

8. Військова (косокутна горизонтальна ізометрична проекція) – різновид паралельної перспективи, за якої зображення, що виконується на горизонтальній площині проєкцій, показано без спотворень. Погляд на зображення знаходиться зверху (рис. 8.2.10, Б, Г, Д).

9. Жаб'яча (косокутна горизонтальна ізометрична проекція) – різновид паралельної перспективи, за якої зображення, що виконується на горизонтальній площині проєкцій, показано без спотворень. При цьому погляд на зображення знаходиться знизу. Цим терміном також називають зображення, виконане з перспективним скороченням з дуже низькою чи навіть нульовою лінією горизонту (рис. 8.2.10, В).

10. Ступінчата (шарова, вертикальна) – зображення, за якого положення в просторі позначається послідовним розташуванням предметів від нижнього до верхнього краю формату площини зображення. При цьому форми, розташовані зверху аркуша, незалежно від їх розміру розглядаються як найвіддаленіші. Можливий показ подій, що відбуваються в різних за місцем і часом ділянках простору.

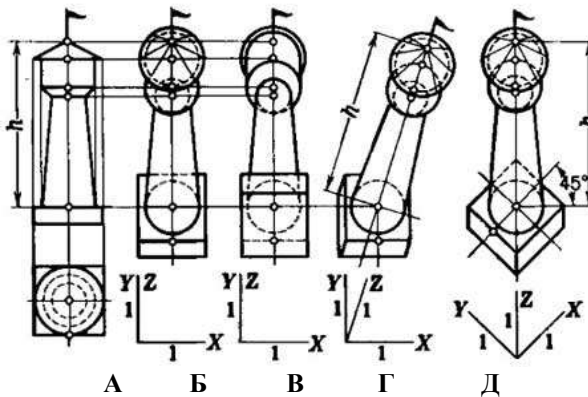


Рис. 8.2.10. Види проєкцій

А – ортогональні проєкції вежі (фасад і план); Б – за незмінним планом викреслена ізометрична проєкція з виглядом зверху, розміри висоти відкладені вертикально (ця проєкція називається “військовою перспективою”, або виглядом “з пташиного польоту”, і застосовується головним чином для наочного зображення різних будівельних споруд); В – та ж проєкція з незмінним планом, але з виглядом знизу (жаб'яча перспектива); Г – військова перспектива, але з висотами, відкладеними під довільним кутом; Д – військова перспектива за планом, поверненим під кутом 45 градусів.

11. Плафонна – перспектива, побудована на внутрішній горизонтальній поверхні перекриття над будь-яким приміщенням (від французького *plafond* – стеля) (рис. 8.2.11).



Рис. 8.2.11. Живописний плафон Андреа Мантенья в Камері дельї Спозі (близько 1470 р.)

12. Купольна – зображення, побудоване на внутрішній поверхні сфери або еліпсоїда. Її застосовують при розписах на банях у храмах, соборах, палацових будівлях, круглих залах метро.

13. Рельєфна – використовується для побудови перспективно-просторових зображень в скульптурі.

14. Театральна – включає в себе лінійну, рельєфну, а у деяких випадках і плафонну перспективи. Будується на декількох взаємно паралельних площинах, або кулісах. Масштаб зображень різний, завдяки чому створюється ілюзія великого простору. Теоретична основа побудови декорацій.



Рис. 8.2.12. В'язниця. Фотографія макету до спектаклю “Вогонь Парижу” (Ілля Уткін, Євген Монахов)

15. Панорамна – зображення, побудоване на внутрішній або зовнішній поверхні циліндра (від грец. *pan* – все, *horama* – вигляд; “все бачу”). Точка спостереження повинна розташовуватися на осі циліндра.



Рис. 8.2.13. Ідеальне місто (П'єро делла Франческа)

16. Діорамна – поєднання картини, написаної по обидва боки на прозорому матеріалі або склі (плоскому чи циліндричному), з об'ємними предметами. У перекладі: картина, яку можна бачити наскрізь.

17. Архітектурна – перспектива, в якій зображуються архітектурні об'єкти: будівлі, площі, парки і т. д. (рис. 8.2.13).

18. Перспектива “з пташиного польоту” – зображення побудовані в умовах розташування точки спостереження на значній висоті (рис. 8.2.10, Б).

19. Механічна – дає можливість будувати перспективні зображення з допомогою приладів, минаючи складні геометричні побудови. Частина цих приладів застосовується при малюванні предметів з натури, інші – для побудови перспективи за заданим планом предмету.



Рис. 8.2.14. Художник, що вивчає закони перспективи (Альбрехт Дюрер)

20. Вимірювальна – дозволяє на підставі перспективного зображення визначити форму, положення та розміри предметів.

21. Аналітична – визначає положення окремих точок зображення обчисленням. Зображення будується змішаним графоаналітичним методом, що включає як графічні, так і аналітичні прийоми побудови.

22. Стереоскопічна (стереоперспектива) – вивчає питання, пов'язані з побудовою та сприйняттям двох зображень одного і того ж об'єкту, які виконуються окремо для правого і лівого ока. Зображення (так звані анагліфи, від грец. *anaglyph* – опуклість, барельєф) поєднуються і розглядаються через спеціальні двоколірні окуляри, при цьому створюється ілюзія об'ємного простору з розташованими в ньому предметами (див. рис. 8.2.15). Також для

сприйняття стереоскопічної перспективи використовують метод паралельного погляду або метод перехресного погляду.



**Рис. 8.2.15. Стереоскопічна перспектива
для перегляду якої використовують 3D окуляри**

23. Візуальна – оптична інформація, яка сприймається безпосередньо та без змін переноситься на картину художником.

24. Спостережна (натурна) – складова частина загальної перспективи, в якій теорія побудови зображень замінюється спостереженням (візуванням) при малюванні з натури, визначенням на око розмірів частин предмету, кутів нахилу окремих елементів і т. д.

25. Психологічна (суб'єктивна) – для кожної людини своєрідна, утворюється під впливом як зовнішніх, так і внутрішніх душевних чинників. Споріднена перцептивній перспективі.

26. Динамічна – ознаки спотворення обрисів і форм об'єктів, які виникають та спостерігаються при русі глядача відносно цих об'єктів (рис. 8.2.16).



Рис. 8.2.16. Проект автомобіля Mercedes-Benz

27. Сферична – зображення, отримане із застосуванням декількох точок спостереження, нахилу вертикальних осей до центру, розвороту площин до переднього плану – спроби створення “синтетичного образу світу”.

28. Посиленого сходження – це дзеркальність зворотної перспективи, внаслідок чого увігнутість, побачена в дзеркальності, сприймається як опуклість.

29. Хибна – геометрично суперечливі зображення (“неможливі зображення”). Точка спостереження відносна, або абстрактна. Зображені події можуть належати різним, іноді несумісним частинам простору (рис. 8.2.17).

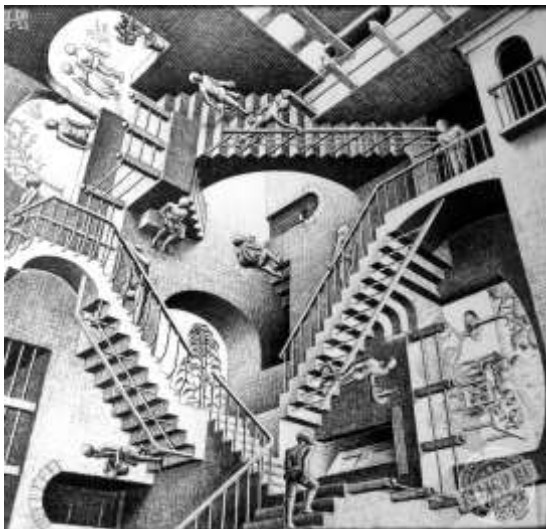


Рис. 8.2.17. Відносність (Мауріц Ешер)

30. Повітряна (тональна) – явище ослаблення чіткості обрисів, форм і тонової насиченості предметів та об’єктів при віддаленні від спостерігача внаслідок неоднорідності товщі повітря. Є компонентом образотворчої грамотності (рис. 8.2.18).



Рис. 8.2.18. Повітряна перспектива (фото Сергія Семеновича Малькова)

31. Колірна – явище зміни кольору (насиченості, контрастності, яскравості) предметів під впливом товщі повітря.

Таблиця 8.2.1 містить порівняльну характеристику видів перспективи за можливостями побудови певного типу простору та області застосування.

Таблиця 8.2.1.

Порівняльна характеристика видів перспективи (за Г.А. Ланщиковою)

№ з/п	Вид перспективи	Простір	Сфера використання
1	Перцептивна	Відкритий, глибокий, конічний	В науковій літературі
2	Лінійна	Відкритий, глибокий, конічний	У практиці нарисної геометрії, інженерної та проектної графіки, дизайні, а також в образотворчому мистецтві
3	Пряма центральна одноточкова	Відкритий, глибокий, конічний	У практиці образотворчого мистецтва і креслення (побудова просторових об'єктів) і дизайні
4	Пряма центральна багатоточкова	Відкритий, глибокий, конічний	У практиці образотворчого мистецтва
5	Криволінійна центральна	Відкритий, глибокий, конічний	У практиці образотворчого мистецтва; рубіж XX і XIX століть (передвижники)
6	Обернена	Закритий, екранований	У практиці образотворчого мистецтва (середньовічний іконопис), а також в дитячому малюнку
7	Паралельна (ізометрична)	Відкритий, нескінчений	У практиці образотворчого мистецтва; античне і середньовічне мистецтво
8	Військова (косокутна горизонтальна ізометрична проекція)	Відкритий, нескінчений, глибокий	У проектуванні, кресленні, дизайні та військовій справі
9	Жаб'яча (косокутна горизонтальна ізометрична проекція)	Відкритий, нескінчений, глибокий	У проектуванні, кресленні, дизайні
10	Ступінчата (шарова, вертикальна)	Неглибокий, закритий	У практиці образотворчого мистецтва; стародавнє єгипетське і східне мистецтво (Іран); в проектній графіці, нарисній геометрії
11	Плафонна	Відкритий, глибокий, конічний	У монументальному живописі: розпис стель палаців і культових споруд, станцій метро
12	Купольна	Відкритий, глибокий, конічний	У монументальному живописі: розпис стель палаців і культових споруд, станцій метро

№ з/п	Вид перспективи	Простір	Сфера використання
13	Рельєфна	Неглибокий, закритий або відкритий	У скульптурі та дизайні
14	Театральна	Відкритий, глибокий, конічний	У проектуванні сценічної коробки в дизайні
15	Панорамна	Можливий відкритий та закритий, комбінований	У практиці образотворчого мистецтва, дизайну та монументального живопису
16	Діорамна	Можливий відкритий та закритий, комбінований	У практиці образотворчого мистецтва, дизайну та монументального живопису
17	Архітектурна	Відкритий, глибокий, конічний	У архітектурі та проектуванні
18	Перспектива “з пташиного польоту”	Можливий відкритий та закритий, комбінований	У практиці образотворчого мистецтва, картографії
19	Механічна	Відкритий, глибокий, конічний	У кресленні та проектуванні
20	Вимірювальна	Відкритий, глибокий або неглибокий	В аналізі творів образотворчого мистецтва, проектуванні, архітектурі, реставраційних роботах і військовій справі
21	Аналітична	Відкритий глибокий, нескінчений	У дизайні та архітектурі
22	Стереоскопічна (стерео-перспектива)	Відкритий, глибокий або неглибокий	У практиці образотворчого мистецтва, дизайні, проектуванні
23	Візуальна	Відкритий, глибокий, конічний	У науковій літературі
24	Спостережна (натурна)	Відкритий, глибокий, конічний	У практиці образотворчого мистецтва
25	Психологічна (суб’єктивна)	Можливий відкритий та закритий, комбінований	У науковій літературі
26	Динамічна	Відкритий глибокий, нескінчений	У дизайні та архітектурі
27	Сферична	Відкритий, глибокий, конічний	У практиці образотворчого мистецтва: К. Петров-Водкін
28	Посиленого сходження	Неглибокий, закритий	У теорії перспективи
29	Хибна	Можливий відкритий та закритий, комбінований	У практиці образотворчого мистецтва: М. Ешер, У. Хогарт.

В епоху тотальної комп'ютеризації відкрилися нові можливості щодо побудови тривимірних зображень. Одні з них вибудовуються механічно, як правило, в центральній перспективі (AutoCAD, 3D Max, Cinema 4D, Archi CAD, Lite wave, Maya), інші, двомірні, в основному, – “малюються”: створюються або редагуються (Corel, Photoshop) (рис. 8.2.19). У сфері дизайну меблів застосовуються програми з режимом перспективи, який дозволяє змінювати ракурси проєктованих об'єктів (PRO100, Kitchendraw, Woody, Астра Конструктор Мебелі) (рис. 8.2.20, 8.2.21). Широко застосовується і анімація, що дозволяє послідовно простежувати розвиток і зміну форм об'єктів та просторових співвідношень між ними. Але, як і раніше, малюнок художника, конструктора чи дизайнера залишається актуальним, є першоджерелом у викладі автором ідеї майбутнього твору. Високий рівень володіння перспективними побудовами дає можливість передавати власну просторову структуру тіл та їх розташування в просторі.



Рис. 8.2.19. Проект кімнати в стилі мінімалізму з використанням лінійної перспективи та програми Corel Draw

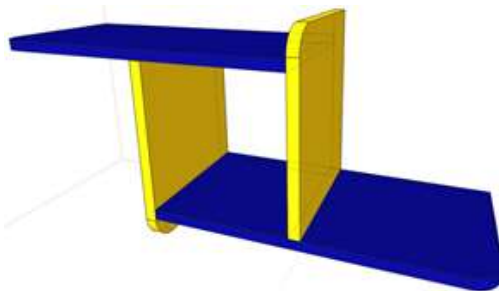


Рис. 8.2.20. Модель полочки з використанням лінійної перспективи виконаної у програмі PRO100 (авторська розробка)



Рис. 8.2.21. Проект навчальної аудиторії з використанням лінійної перспективи виконаної у програмі PRO100 (авторська розробка)

3. Елементи лінійного перспективного зображення.

Для проектування лінійного перспективного зображення застосовують різні допоміжні площини, лінії та точки.

На рис. 8.3.1 а подано просторовий малюнок елементів; на рис. 8.3.1 б – їх звичайне розташування в процесі роботи з побудови перспективи (за Г.І. Манаковою, І.В. Буторіною).

Π' – картинна площина (картина) – вертикально-розташована площина.

Π_1 – предметна площина – горизонтально-розташована площина.

O – основа картини – лінія перетину Π' і Π_1 .

S – точка спостереження – центр проєкцій (очі спостерігача).

S_1 – точка стояння – ортогональна проєкція точки S на Π_1 .

P – головна точка картини – ортогональна проєкція точки S на Π' .

P_1 – основа головної точки картини.

SP – головний промінь.

S_1P_1 – основа головного променя.

h – лінія горизонту – лінія перетину горизонтальної площини Π_1 , проведеної на рівні точки зору S з картиною Π' .

D_1 і D_2 – дистанційні точки, розташовані на лінії горизонту на відстані (SP) від головної точки картини P .

В апараті перспективи обрано довільну точку простору A . A_1 – основа точки A – ортогональна проєкція точки A на Π_1 . Перспективою точки A є точка A' перетин променя зору SA з картиною. Одне зображення (A') не визначає положення точки в просторі, тому будують також і перспективу її основи A_1' . Площина SS_1AA_1 перпендикулярна предметній площині Π_1 , вона перетинає картину по вертикальній прямій, отже, A' і A_1 належать одній вертикальній лінії зв'язку.

Для виявлення інших закономірностей перспективи розглянемо ще кілька точок (рис. 8.3.2.) (дистанційні точки, як такі що не використовуються, не позначені). Точка B – знаходиться над точкою A , тому її перспектива B'

розташовується над A' , а перспективи основ цих точок збігаються. Точка C – знаходиться на одному проектному промені з точкою A . Перспективи цих точок збігаються, а перспективи їх основ різні, причому C_1' вище A_1' .

Слід зазначити, що перспективи всіх точок променю SA збігаються з перспективою точки A , в тому числі й перспектива більш віддаленої у точки F_∞ променю SA перспективи основ точок різні, до того ж, з віддаленням точки перспектива її основи наближається до лінії горизонту і, нарешті, перспектива основи найбільш віддаленої точки F_∞' виявиться на лінії горизонту.

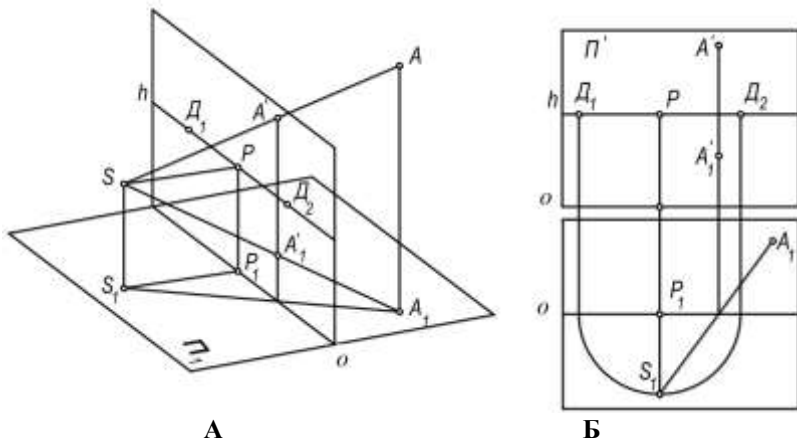


Рис. 8.3.1. Елементи лінійної перспективи (за Г.І. Манаковою, І.В. Буторіною)

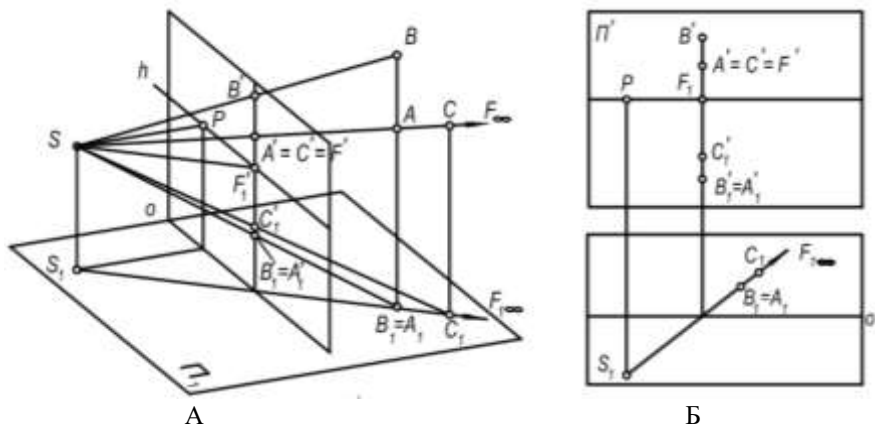


Рис. 8.3.2. Елементи лінійної перспективи (за Г.І. Манаковою, І.В. Буторіною)

4. Вибір точки спостереження.

Під час зображення перспективи є необхідність дотримання деяких умов, які обмежують взаємне положення точки спостереження, картини і об'єкту. Ці

обмеження залежать від особливостей нашого зору та складають поняття “вибір точки спостереження”. Правильний вибір має велике композиційно-художнє значення. Від нього значною мірою залежать ефективність, ясність і, головне, точність сприйняття перспективного зображення.

В основі вибору точки спостереження лежить правило: “відносне розташування зображуваного об'єкту, точки спостереження та картинної площини повинно бути таким, аби цей об'єкт повністю знаходився всередині такого кругового конусу (відрізок MN), у якого вершина збігається з точкою спостереження (S_1), вісь перпендикулярна картинній площині (P_1S_1) і діаметр кола основи на картині (MN) вкладається у висоті конуса від одного до трьох разів (рис. 29). При цьому кут α в основі утвореного конусу при вершині буде змінюватися від 53° (одна відстань $b=B$ (рис. 8.4.2) за розміром відрізка MN від P_1 до S_1 (рис. 29)), до 28° (дві відстані B), до 18° (три відстані B).

На площину P_1 (рис. 8.4.1) кут α проектується в кут α між прямими, проведеними через основу S_1 точки спостереження S і крайніх точок плану зображуваного об'єкту; висота конуса проектується в бісектрису цього кута. Як правило, основа S_1P_1 головного променя SP збігається з бісектрисою кута α . Основа картини o розташовується перпендикулярно бісектрисі. У деяких випадках залежно від форми об'єкту допускається розбіжність бісектриси кута α і основи головного променя. Але при цьому необхідно, щоб точка P_1 була в середній третині ширини картини MN (рис. 8.4.1, Б). Основа картини має бути перпендикулярна S_1P_1 .

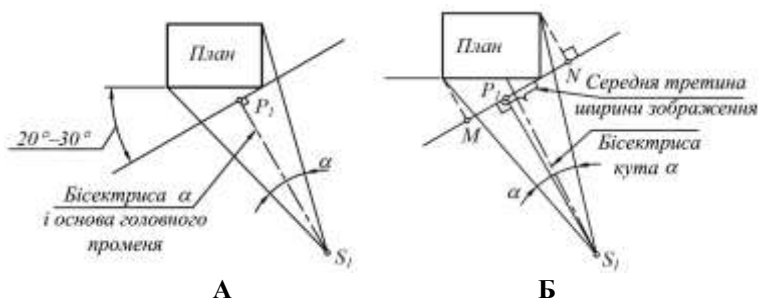


Рис. 8.4.1. Схема визначення точки сходу і кута зору
(за Г.І. Манаковою, І.В. Буторіною)

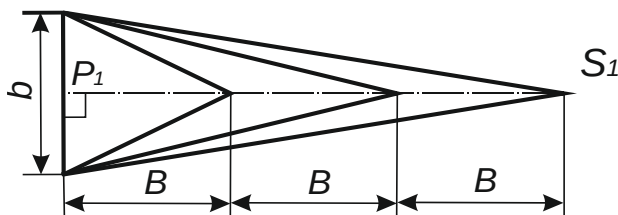


Рис. 8.4.2. Вибір точки зору при побудові перспективного зображення
(авторська розробка)

При виборі точки зору S (S_1) крім забезпечення найкращого кута спостереження 28° необхідно показати на перспективі головний та бічний фасади будівлі або споруди. Це можливо, якщо точки спостереження S (S_1) розташовуються так, як показано на рис. 8.4.1, А-Б. При цьому виходить так звана кутова перспектива. Оптимальний кут нахилу картини до площини головного фасаду знаходиться в межах $20-30^\circ$. Кутова перспектива використовується для виконання зображень окремих предметів або споруд.

Практично положення точки S_1 на плані (рис. 8.4.1, А-Б) вибирають наступним чином

1. На аркуші картону вирізають просвіт з кутом 28° , або беруть прозорий трикутник з кутом 30° . Наклавши його на аркуш, розташовують так, щоб сторони шаблону пройшли через крайні точки плану проєктованого об'єкту, позначають в вершині кута основи S_1 точки спостереження S і проводять через точку S_1 і крайні точки плану прямі.

2. Через точку S_1 проводять бісектрису кута α , яка одночасно буде основою головного променя.

3. Через найближчий до точки спостереження кут проєктованого об'єкту проводять основу картинної площини перпендикулярно бісектрисі кута α і позначають основу P_1 головної точки P . Якщо кут між картинною площиною і площиною головного фасаду буде виходити за межі $20-30^\circ$, слід повторити побудову, змінивши положення точки S_1 (рис. 8.4.1, А).

5. Побудова перспективи методом архітекторів.

Таку назву метод отримав завдяки широкому застосуванню під час проєктування архітектурних споруд. Але його застосовують і в різних напрямках проєктування, дизайну та образотворчого мистецтва. Для побудови перспективи необхідно викреслити план і фасад об'єкту. Наступні побудови проводять в три етапи:

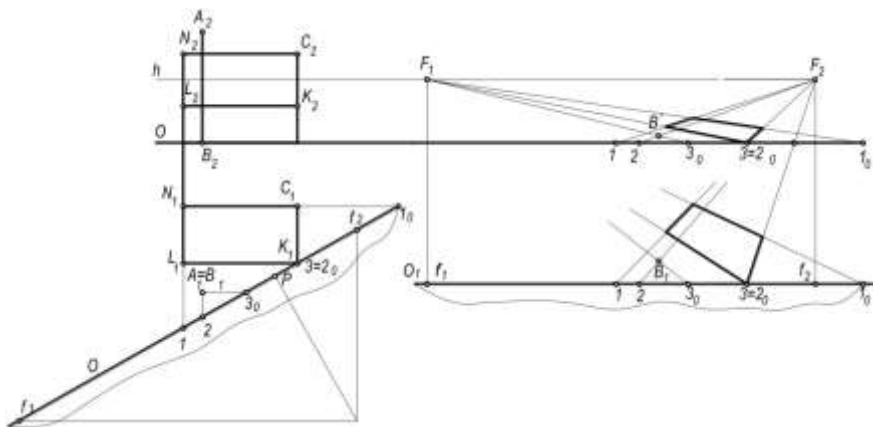
1. Вибір точки спостереження (рис. 8.4.1), тобто вибір положення лінії горизонту, основи картини і точки стояння відповідно рекомендацій, поданих вище.

2. Побудова перспективи основи об'єкту (перспективи плану) (рис. 8.5.1).

За нормальної висоти горизонту (1,7 м) відстань від основи картини до лінії горизонту невелика, тому план в перспективі виходить стиснутим, “зім'ятим”», що дуже ускладнює його побудову та наступне використання. Для отримання більш розкритого плану, предметну площину можна опустити (або підняти) на будь-яку величину, причому прямі основного та “опущеного плану” направлені у ті ж точки сходження, а точки плану залишаються на тих же вертикалях. Побудова “опущеного плану” рекомендується для точнішого виконання перспективи об'єкту.

3. Побудова перспективи об'єму об'єкту.

Якщо є вертикальні ребра або висоти, через які проходить картина, то починати побудову перспективи зручно з них. З основи цих ребер відновлюють перпендикуляри і відкладають на них їх справжні розміри. У свою чергу – вертикалі можуть слугувати “масштабом висот” для інших ребер або вертикальних прямих, рівних їм за значенням.



**Рис. 8.5.1. Побудова плану об'єкту методом архітекторів
(за Г.І. Манаковою, І.В. Буторіною)**

Отже, побудова перспективи об'єкту методом архітекторів проводиться в такій послідовності (рис. 8.5.2):

1. Викреслюють план і фасад об'єкту в проекційному зв'язку. На зразку крім самого об'єкту вказаний вертикальна жердина BA .
2. На фасаді проводять лінію горизонту h , на плані – основу картини O і визначають положення точки стояння S_1 .
3. На плані будують проєкції f_1 і f_2 точок сходження двох домінуючих напрямів плану, для чого з точки стояння S_1 паралельно цим напрямам проводять промені до перетину з основою картини O . Будують картинні сліди всіх (видимих і невидимих) прямих плану. На рис. 8.5.2 картинні сліди вертикальних прямих позначені цифрами 1, 2, 3; горизонтальних – 1_0 , 2_0 , 3_0 .
4. Для спрощення побудови картинну площину розташовують праворуч від фасаду так, щоб її основа O збіглася з лінією основи фасаду.
5. Для побудови “опущеного плану” проводять “опущену основу” O_1 на довільній відстані від O та паралельно їй.
6. На плані об'єкту до його основи O прикладають смужку паперу і на ній позначають всі точки, які на ній є (f_1 , 1, 2, 3_0 , P , $3 = 2_0$, 1_0 , f_2).
7. Смужку паперу переносять і прикладають до основи картини O . Всі точки зі смужки переносять на лінію O на картині.
8. Через точки f_1 і f_2 проводять вертикальні лінії зв'язку до перетину з лінією горизонту h відповідно в точках F_1 і F_2 .
9. Картинні сліди з ліній O переносять на O_1 також з допомогою вертикальних ліній зв'язку.
10. Будують перспективу основи об'єкту на картині і “опущений план”. Точки 1, 2, 3 (з основ O і O_1) з'єднують з F_2 , а – 1_0 , 2_0 , 3_0 – з F_1 . Отримані фігури слід обвести товстішими лініями.

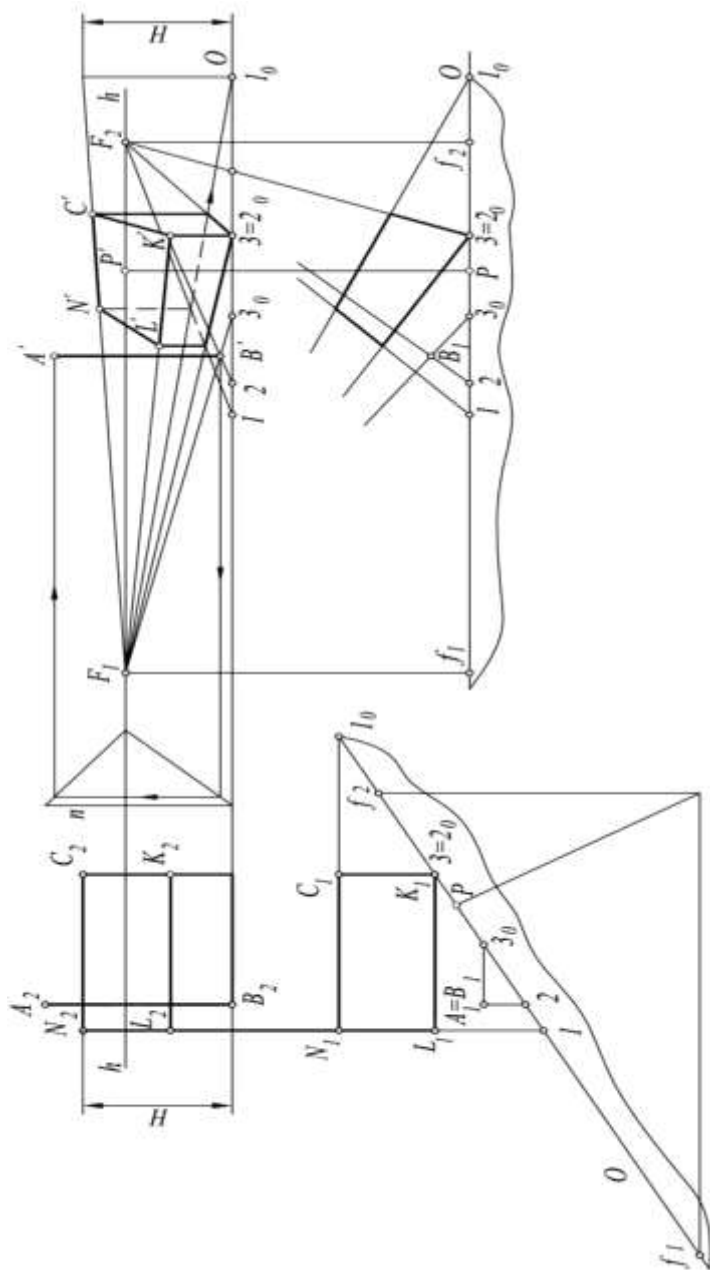


Рис. 8.5.2. Побудова об'єкту методом архітекторів
(за Г.І. Манаковою, І.В. Буториною)

11. Будують перспективу об'єму (просторові точки або вертикальні ребра. Для зручності пояснення ці вертикальні ребра будемо називати за їх вершинами. Наприклад, ребро K або ребро N).

а) ребро K розташоване на картині, тому зображується в натуральну величину – з точки $3=2_0$ відновлюють перпендикуляр і з фасаду переносять на нього висоту цього ребра. Ребро K слугує “масштабом висот” для ребра L , тобто з K проводять промінь в F_1 , який і відсікає на відповідному перпендикулярі точку L .

б) перспектива ребер C і N визначається шляхом уявного перенесення їх на картину в напрямку F_1I_0 . З точки I_0 на вертикальній прямій відкладають висоту H цих ребер і верхню точку з'єднують з F . Цей промінь відсікає на відповідних вертикалях C' і N' .

в) для побудови перспективи жердини BA будують “бічну стіну”. У довільному місці проведена вертикальна пряма n , на ній від основи O відкладена висота жердини, після чого нижня і верхня точки з'єднані з довільною точкою лінії горизонту. Потім з основи жердини B_1 проведена ламана, на рис. 8.5.2 позначена стрілками, яка перетнула перпендикуляр з B' в точці A' .

г) всі побудовані точки з'єднують і обводять перспективу товстішими лініями. Позначати точки, прямі і площини на перспективах не прийнято. На зразку це зроблено для зручності пояснень. Допоміжні промені і точки проводять та позначають тонкими лініями, прибирати їх не варто.

6. Побудова перспективи методом сітки.

Цим способом будують перспективи з високим горизонтом генеральних планів забудови ділянок; якщо споруди мають в плані складну конфігурацію; перспективи плоских орнаментів.

Суть методу полягає в наступному – на плані викреслюють сітку, прийнявши сторону квадрату (комірки) за одиницю довжини; будують перспективу сітки, наносять контури плану в відповідних квадратах перспективи і потім за допомогою “масштабу висот” визначають перспективи просторових точок (вертикальних ребер).

Розглянемо приклад побудови перспективи ділянки забудови методом сітки (рис. 8.6.1).

1. Викреслюють план та фасад ділянки.

2. Вибирають точку спостереження відповідно рекомендацій, поданих вище, тобто на плані проводять основу картини та вибирають положення точки стояння. На фасаді проводять лінію горизонту на рівні, що перевищує в 2-3 рази висоту найвищої будівлі.

3. На план ділянки наносять сітку прямих так, щоб напрям одних прямих був паралельний основі картини, інших – перпендикулярний. Квадрати на плані, а потім і в перспективі, позначають однаково. Наприклад, так, як показано на рис. 33 – з одного боку літерами, за іншого – цифрами.

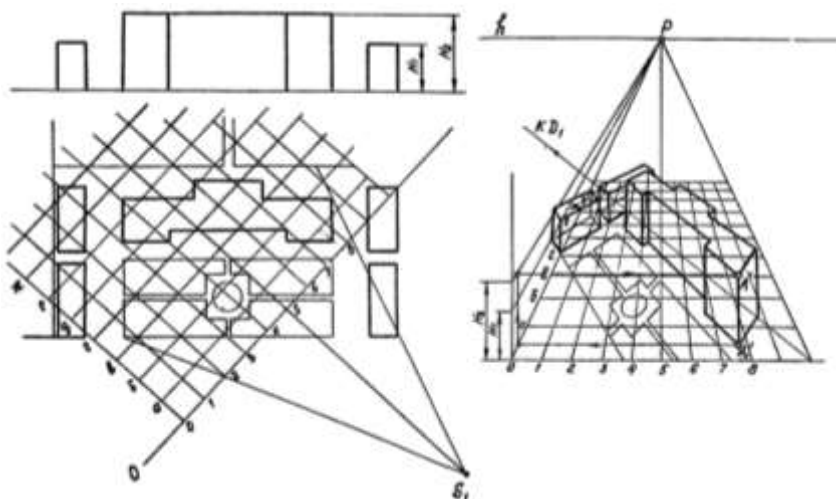


Рис. 8.6.1. Побудова об'єкту методом сітки (за Г.І. Манаковою, І.В. Буторіною)

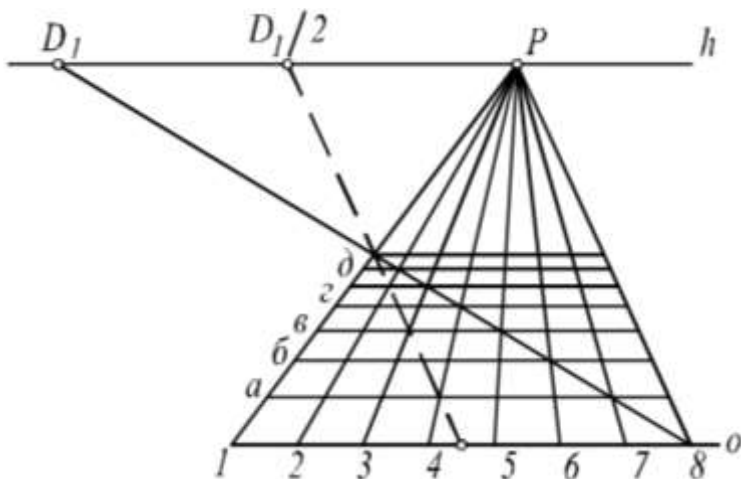


Рис. 8.6.2. Побудова дистанційних точок (за Г.І. Манаковою, І.В. Буторіною)

4. Будують перспективу сітки, враховуючи, що точною сходження прямих, перпендикулярних картині, є головна точка картини. Інші сторони залишаються паралельними основі картини, а їх положення визначають за допомогою дистанційних точок (рис. 8.6.2). Якщо дистанційні точки знаходяться за межами аркуша, користуються дробовими дистанційними точками. Наприклад, $D/2$, як показано на рис. 8.6.2. У цьому випадку можна визначити положення кожної другої з “горизонтальних ліній” сітки. Для знаходження проміжних ліній можна провести ще одну пряму – в точку $D/2$ через середину будь-якої “горизонтальної” сторони квадрату.

5. В комірки перспективної сітки вписують план ділянки шляхом

інтерполяції “на око”.

6. Перспективи просторових точок (висот) можна побудувати з допомогою “бічних стінок”. Зручно також замість “бічної стінки” використовувати вертикальну площину, перпендикулярну картині. В перспективі її горизонталі підуть в головну точку картини. На вертикальній прямій перетину цієї площини з картиною відкладають від основи висоти споруд, використовуючи комірки сітки як масштабну шкалу; із зазначених точок проводять перспективи горизонталей в головну точку картини. Потім з перспектив основ вертикальних ребер проводять ламані до перетину з перспективою висот в їх верхніх точках. На рис. 8.6.1 показано побудову перспективи точки А.

7. Побудова перспективи кола.

Залежно від положення кола відносно точки спостереження і картини перспектива її може бути еліпсом, параболою, гіперболою і, в окремому випадку, колом або відрізком прямої. Побудова перспективи кола зводиться до побудови перспектив ряду її точок.

На рис. 8.7.1 показано побудову перспективи кола, що належить предметній площині, за 8-а точками. Навколо кола описують квадрат і проводять його діагоналі. Позначають точки 1, 3, 5, 7 дотику кола до сторін квадрату і точки 2, 4, 6, 8 перетину їх з діагоналями. Потім в перспективі будують квадрат, його осі, діагоналі та прямі, які проходять через точки перетину кола з діагоналями квадрату. Отримують вісім точок, що належать перспективі кола, через які проводять плавну криву, яка є еліпсом.

Точки 2, 4, 6, 8 можуть бути задані перетином діагоналей з прямими, побудову яких можна виконати наступним чином: з точок 1 і С проводять прямі під кутом 45° до прямої ІС до їх взаємного перетину в точці N. Потім з точки 1, як з центру, проводять дугу кола радіусом 1N до перетину з прямою ВС. Точки перетину і визначають положення необхідних прямих. Побудова перспективи кола, розташованого у вертикальній площині, виконується аналогічно.

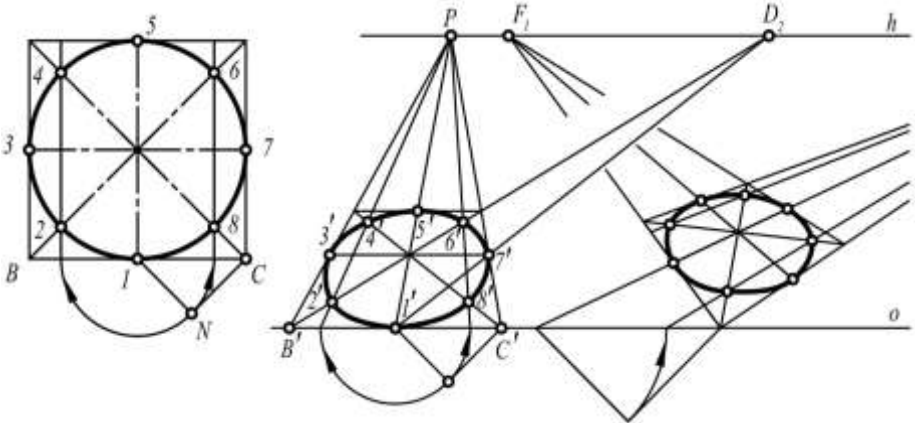


Рис. 8.7.1. Побудова перспективи кола (за Г.І. Манаковою, І.В. Буторіною)

Завдання і запитання для закріплення та засвоєння навчального матеріалу

1. Що розуміють під поняттям «перспектива», її сфери застосування?
2. У чому полягають особливості перцептивної перспективи?
3. У чому полягають особливості лінійної перспективи?
4. Які види перспективи використовують військові і чому?
5. У чому полягають особливості побудови купольної перспективи?
6. Що собою являє повітряна перспектива, область її використання?
7. У чому полягають особливості використання перспективи за допомогою сучасних САПР систем?
8. Які основні елементи включає у себе перспективне зображення?
9. Як правильно обрати точку спостереження у лінійній перспективі?
10. У чому полягає особливість побудови лінійної перспективи методом архітекторів?
11. У чому полягає особливість побудови лінійної перспективи методом сітки?
12. Як побудувати коло у лінійній перспективі?

ЗМІСТ

Вступ.	3
Тема 1. Теоретико-методологічні основи проектування і моделювання.	7
1. Науково-технічний прогрес і роль у ньому проектування й моделювання.	7
2. Проектування і моделювання як творча діяльність людини.	20
3. Основи теорії творчості. Закони розвитку творчої діяльності людини.	24
4. Основні властивості особистості, необхідні для творчої технічної діяльності.	28
Тема 2. Проектування як цілеспрямована творча діяльність людини.	36
1. Суть і зміст проектування.	36
2. Структура проектної діяльності: етапи, стадії та їх зміст.	38
3. Конструювання як основа проектної діяльності.	47
4. Принципи і правила проектування та моделювання.	49
5. Основні показники, які в першу чергу враховуються при проектуванні технічних об'єктів.	53
Тема 3. Моделювання і моделі.	59
1. Суть і характеристика моделювання і моделей.	59
2. Види і методи моделювання.	60
3. Класифікація моделей технічних об'єктів і пристроїв.	61
4. Використання моделювання в проектній діяльності.	64
5. Основні етапи створення технічних моделей.	68
Тема 4. Методи проектування і моделювання.	72
1. Класифікація методів проектування і моделювання.	72
2. Евристичні методи генерації нових ідей: «мозкова атака», контрольні евристичні питання, інверсії, емпатії (особистої аналогії), синектики, асоціації, фокальних об'єктів та інші.	72
3. Рациональні методи вирішення творчих технічних задач: морфологічний аналіз систем, метод поелементного аналізу, метод десяткових матриць, функціонально-вартісний аналіз.	82
4. Основи теорії рішення винахідницьких задач: суть, послідовність реалізації.	88
5. Прийоми технічного проектування і моделювання та їх застосування.	96
Тема 5. Інформаційне забезпечення проектування і моделювання.	101
1. Загальні відомості про інформацію.	101
2. Пошук та оцінка інформації.	102
3. Науково-технічна і патентна інформація.	107
4. Різновиди патентного пошуку. Інформаційно-пошукові системи, їх різновиди. Ручний та автоматизований патентний пошук.	109
5. Основні поняття інформації та інтелектуальної власності: відкриття, винаходи, раціоналізаторські пропозиції, корисні моделі, промислові знаки, товарні знаки.	117
6. Способи захисту інформації та інтелектуальної власності.	121

Тема 6. Основні закономірності формоутворення промислових об'єктів і технічних пристроїв.	126
1. Розвиток та стан технічної естетики.	126
2. Поняття та види композиції.	133
3. Теорії композиції.	134
4. Категорії композиції.	137
5. Засоби побудови композиції.	139
6. Масштаб і масштабність.	145
7. Комбінаторика.	146
Тема 7. Пропорції і пропорційність.	150
1. Зміст пропорції та пропорційності.	150
2. Історія використання пропорцій.	151
3. Основні види пропорцій.	151
4. Гармонійна пропорція “Золотий переріз”.	154
5. Модульні пропорції.	164
Тема 8. Перспектива.	169
1. Загальні відомості про перспективу.	169
2. Види перспектив та сфери їх застосування.	173
3. Елементи лінійного перспективного зображення.	185
4. Вибір точки зору.	186
5. Побудова перспективи методом архітекторів.	188
6. Побудова перспективи методом сітки.	191
7. Побудова перспективи кола.	193
Використана та рекомендована література.	195
Інформаційні ресурси	201

Навчальне видання

**ЯНЦУР МИКОЛА СЕРГІЙОВИЧ
ГЕРАСИМЕНКО ОЛЕКСАНДР АНАТОЛІЙОВИЧ**

ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ І МОДЕЛЮВАННЯ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Курс лекцій

Для студентів
спеціальності «Середня освіта. Трудове навчання та технології»

Книжка виходить в авторській редакції

Технічний редактор: Скачук Н.Р.
Комп'ютерна верстка: Хильчук Т.К.

Здано до набору 20.02.2019. Підписано до друку 29.08.2019 р

Формат 60х84 1/16. Папір друкарський

Умов. друк. арк. 17,1. Обл. вид. арк. 17,45. Тираж 300.

Замовлення № 212/18. Ціна договірна.

**Віддруковано в редакційно-видавничому відділі
Рівненського державного гуманітарного університету,
33028, м. Рівне, вул. С. Бандери, 12.**