**Лекція. ХАРАКТЕРИСТИКА ЕТАПІВ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ**

 **Постановка задачі проектування ТС**

Постановка задачі включає в себе такі основні складові:

* визначення потреб в ТС і аналіз можливостей виробництва та збуту;
* визначення мети;
* формування технічного завдання.

**А. Визначення потреб в ТС і аналіз можливостей виробництва та збуту**

*Потребу* можна визначити як стан напруження чи нерівноваги в навколишньому середовищі людини. Цей стан породжує прагнення до дій, направлених на зняття такої напруги чи відновлення рівноваги. В цьому ж розумінні можна сказати, що потреба — це необхідність, нестача, попит або бажання, які відчуваються індивідуумом або групою людей.

Поняття *потреби* є важливим у двох відношеннях. По-перше, потреба є причиною вирішення задачі. По-друге, задоволення потреб є підсумком або метою вирішення задачі. Таким чином, при створенні нової технічної системи інженер повинен формувати вимоги до неї на основі даних, які він збирає про потреби в технічній системі.

Отже, *визначення потреб* — це діяльність, що спричиняє появу ідеї, яку необхідно перенести на папір, сформулювавши її як певну *мету.*

Перед тим, як розробляти нову систему, необхідно встановити, чи потрібна вона. Будь-який вислів про важливість задачі повинен базуватися на фактичних даних. Процес визначення абсолютної цінності потреби, її цінності у порівнянні з іншими потребами і необхідними властивостями даної системи називається *дослідженням потреб.*

Дослідження потреб ставить за мету:

* визначити якомога ширше множину всіх потреб, для задоволення яких створюється нова ТС;
* визначити якомога точніше те, що саме бажають мати кінцеві користувачі ТС;
* а також вияснити те, які часткові потреби випливають із загальних потреб замовника.

В найзагальнішому випадку *вимоги,* що ставить замовник до технічної системи, можуть бути поділені на такі основні групи:

* створення нової ТС;
* розширення функції існуючої ТС;
* поліпшення технічних характеристик існуючої ТС;
* зниження вартості ТС;
* поліпшення зовнішніх якостей ТС.

Розширити функцію ТС — значить примусити систему робити більше, ніж вона робила раніше, або виконувати функції, яких вона раніше ніколи не виконувала. Наприклад, при наявності чорно-білого телевізора розробити кольоровий телевізор.

Покращити технічні характеристики системи значить зробити її, на-приклад, більш швидкодіючою, надійнішою, міцнішою, більш витривалою, потужнішою, зручнішою в експлуатації, ремонтопридатною, безпечною тощо.

Зменшення вартості не потребує пояснень. Більшість технічних систем модернізуються протягом всього часу їх існування саме з метою зменшення їх вартості, а значить збільшення прибутку, який вони приносять.

Покращення зовнішніх якостей системи має за мету зробити її привабливішою для покупця, змінивши її зовнішній вигляд, форму, упаковку або покращивши її зручність у користуванні. Приклад — щорічна зміна форми кузова автомобіля.

Дослідження потреб не завжди дає вичерпний перелік всіх потреб. Часто лише в процесі проектування потреби стають зрозумілішими для самого замовника. Тоді вони уточнюються, що призводить до зміни постановки задачі: мети проектування, технічного завдання та технічних умов, тобто початкових даних для процесу проектування. Таким чином, весь процес, починаючи з дослідження потреб і закінчуючи їх задоволенням (тобто створенням ТС), є ітераційним процесом.

Оскільки потреби є характеристикою стану навколишнього середовища людини (її оточення), то інформацію про потреби можна отримати, дослід-жуючи саме це оточення. Оскільки технічна система, що проектується, призначається для задоволення потреб людини, то застосування поняття “оточення” чи “середовища”, що визначають потреби людини, переноситься і до технічної системи.

Отже, під оточенням (середовищем) технічної системи будемо розуміти всю множину об’єктів, що знаходяться зовні технічної системи, і для яких:

♦ зміна властивостей цих об’єктів впливає на систему (властивості системи);

♦ внаслідок функціонування системи змінюються властивості об'єктів з її

оточення.

Таким чином, оточення технічної системи є причиною та джерелом знань про потреби в технічній системі, а значить і фактором, що визначає процес проектування ТС.

Для полегшення діяльності по отриманню інформації про оточення ТС (про потреби, що виникають в оточенні) доцільно все оточення умовно поділити на види:

♦ фізичне (природне) оточення;

♦ технічне оточення:

* існуючі системи;
* стан технічної науки (методи, технологія, стандарти);

♦ економічне та комерційне оточення:

 - структура організації, виробничі можливості, кадри, торгівля;

♦ соціальне та політичне оточення:

 - індивідуальні людські фактори;

 - макроскопічні соціальні фактори.

Так, наприклад, інформація про існуючі системи необхідна для того, щоб нову систему зробити сумісною з існуючими, або знайти спосіб реалізації такого сумісництва. Знайомство з існуючими системами корисно також для оцінки попиту на нову систему, що призначається для зміни старої. Існуючі системи є одним із основних джерел інформації про інші фактори оточення ТС.

Що стосується, наприклад, природного оточення, то воно складається з величезної кількості факторів, які впливають на технічні системи, визначають чи обмежують їх. Сюди входять:

♦ суша, водне, повітряне та космічне середовище;

♦ кліматичні явища;

♦ види та запаси природної сировини та матеріалів;

♦ рослинний та тваринний світ;

♦ фізичні властивості природних факторів оточення.

Для отримання інформації про ті чи інші фактори природного оточення технічної системи, що проектується, необхідно використовувати велику кількість вже відомих фактичних даних, накопичених природничими науками, володіти методами та основними законами відповідних природничих наук, вміти проводити дослідження та вимірювання нових значень факторів природного оточення. Таким шляхом вирішується проблема визначення фізичних та технічних умов та вимог (потреб) для проектування ТС.

Одним із завдань при дослідженні економічних потреб є визначення ринкового попиту, яке проводиться у формі, придатній для даної області техніки. Для вирішення цього завдання можуть бути залучені методи та рекомендації, що вивчаються такими курсами, як “Маркетинг (дослідження ринку)”, “Економічна теорія ринку”, “Теорія індивідуального попиту”, “Економетрика”, “Економіко-математичне моделювання”.

Отже, визначення потреб — не діяльність, що призводить до появи ідеї. яку потрібно перенести на папір, сформулювавши її як деяку мету. Таке формулювання в загальних виразах повинно відповісти на запитання: “Що необхідно зробити проектувальнику для задоволення потреби?”. Таким чином, воно є досить загальним описом (формальним визначенням) технічної системи.

**В. Визначення мети**

При формулюванні мети, що ставиться перед розробником ТС, незважаючи на всю різноманітність вимог, які потрібно задовольнити при створенні ТС, часто виділяють певні показники, за допомогою яких і виражається у формальному вигляді мета розробки технічної системи. До таких найпоширеніших показників відносяться:

♦ технічні (функціональні) характеристики чи технічні показники системи (наприклад, потужність системи, ККД, коефіцієнт підсилення, затухання, добротність і т.д.);

♦ характеристики надійності (частота неспрацьовування, час безвідмовної роботи тощо);

♦ показники якості системи. Вони можуть мати об’єктивний та суб’єктивний аспекти (наприклад, якість телевізійного зображення є (об’єктивною) функцією від кількості рядків розгортай, розмірів, числа кадрів за секунду та інших факторів). Суб’єктивна якість означає певну реакцію людини на деяку об’єктивну якість в заданому оточенні. До показників якості відносять:

- сумісність з уже відомими системами;

- гнучкість, пристосованість;

- стійкість проти морального старіння',

- безпечність',

♦ економічні характеристики:

- прибуток від впровадження ТС;

- вартість ТС;

- конкурентоспроможність ТС.

Таким чином, якщо аналіз потреб є першим КРОКОМ усвідомлення задачі (на якому з’ясовується, у чому, власне, полягає потреба і для цього збираються та аналізуються дані, що характеризують систему та її оточення, тобто технічні умови, вимоги замовника до системи, економічна доцільність тощо), то вибір мети є другим КРОКОМ, логічним завершенням з’ясування задачі. Вибрана мета направляє пошук альтернатив при вирішенні задачі, підказує способи аналізу знайденого рішення та дає критерії для вибору оптимальної системи.'

Визначення потреб та мети можуть проводитися із залученням сучасних теоретичних та практичних засобів науки та техніки. Тоді ці етапи носять характер науково-дослідницьких робіт і в життєвому циклі ТС виділяються в окремий етап, що так і називається: “науково-дослідницька робота" для визначення потреб, визначення мети та для пошуку ідей вирішення "задачі.

Результат перших кроків постановки задачі оформлюється у вигляді “технічного завдання”.

**С. Формування технічного завдання**

Формування технічного завдання (ТЗ) є етапом, власне, формулювання задачі, на якому проектувальник повинен перерахувати всі основні початкові дані, що визначають розробку ТС і забезпечують досягнення поставленої мети.

Тут також звернемо увагу на те, що, оскільки задача не може бути правильно сформульована доти, доки вона не буде остаточно зрозуміла, і оскільки вона не може бути достатньо зрозуміла доти, доки вона тією чи іншою мірою не буде вирішена, то обидва ці процеси — формулювання задачі та її вирішення — є невід’ємними один від одного. Значить, процес формування ТЗ на розробку ТС може ітераційно повторюватись залежно від результатів проектування ТС, випробування її зразків тощо.

У загальному випадку ***технічне завдання може включати наступні розділи***:

1. Техніко-економічне обґрунтування (причини для розробки системи, її призначення та область застосувань).

2. Умови експлуатації системи.

3. Експлуатаційно-технічні характеристики системи.

4. Обсяг робіт, що будуть виконуватись розробником.

5. Технічні вимоги до системи.

6. Вимоги до художньо-конструкторського оформлення системи.

7. Вимоги до патентної чистоти системи.

8. Вимоги до замовника стосовно забезпечення розробки, впровадження та експлуатації системи (та можливої подальшої модернізації).

9. Вимоги до постачальників (матеріал, комплектуючі).

10. Вимоги до збуту, торгівлі.

Наведемо більш загальну характеристику основних розділів.

***1.*** ***ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ*** включає:

1) мету роботи, призначення ТС, область застосування;

2) очікуваний економічний ефект (від збільшення обсягу виробництва, економії ресурсів (енергетичних, матеріальних), поліпшення умов роботи людини тощо); вартість роботи;

3) терміни виконання роботи;

4) вид кінцевого результату (проект, дослідний зразок, серія);

5) можливість розвитку системи.

***2.*** ***УМОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМИ*** включають:

1) кліматичні умови (температура, вологість, запиленість середовища, наявність хімічно-активних компонентів тощо);

2) механічні умови (зміна положення в просторі, дія сил, вібрація, прискорення);

3) наявність електромагнітних полів (електромагнітні наведення, радіозавади, ультрафіолетове, інфрачервоне, рентгенівське та інші випромінювання);

4) умови електричного живлення (постійний чи змінний струм, напруга джерел живлення, потужність, частота, стабільність);

5) умови ремонту та обслуговування системи;

6) засоби з техніки безпеки при обслуговуванні системи.

***3.*** ***ЕКСПЛУАТАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО СИСТЕМИ*** характеризують:

1) режими роботи системи;

2) кількість додаткових функцій (наприклад, діагностика зіпсувань);

3) комплектність, наявність запасних частин.

***4.*** ***ОБ’ЄМ РОБІТ, ЩО БУДУТЬ ВИКОНУВАТИСЬ РОЗРОБНИКОМ***,

описує:

1) етапність робіт та об’єм робіт по кожному етапу;

2) вид кінцевого результату по кожному етапу (звітність, виготовлення

зразків).

***5.*** ***ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО СИСТЕМИ*** включають:

1) технічні характеристики системи (наприклад, максимальний крутний момент ДВЗ, максимальна швидкість автомобіля, передавальні числа механічної КПП, міцність конструкцій кузова автомобіля тощо);

2) характеристики надійності (пробіг до капітального ремонту, ресурс турбокомпресора);

3) вимоги стандартизації, уніфікації та взаємозамінності блоків (виробничі характеристики);

4) вимоги до конструкції;

5) вимоги до технологічності конструкцій.

Отже, *сформульоване технічне завдання є початковими даними для етапу проектування технічної системи*.

 **ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ**

(ДСТУ EN ISO 13567-1:2018 (EN ISO 13567-1:2017, IDT; ISO 13567-1:2017, IDT) EN ISO 13567-1:2017; ISO 13567-1:2017 IDT Технічна документація на продукцію. Улаштування та найменування рівнів для САПР. Частина 1. Огляд та принципи. Чинний 2019-01-01)

Згідно з ДСТУ, проектуванням називають “процес складання опису, необхідного для створення в заданих умовах ще не існуючого об’єкта, та (або) алгоритму його функціонування або алгоритму процесу за допомогою перетворення (у ряді випадків неодноразового) початкового опису, та за допомогою оптимізації характеристик об’єкта і алгоритму його функціонування або алгоритму процесу, при усуненні некоректності початкового опису та за допомогою початкового подання (при необхідності) описів різними мовами”.

Дамо пояснення цього досить громіздкого означення, а також звернемо увагу на те, що термін “проектування” часто використовується в двох різних значеннях: в широкому та у вузькому розумінні цього слова.

В «широкому» значенні слова під проектуванням розуміють комплекс робіт щодо дослідження, розрахунків та конструювання на основі перетворення початкового опису об’єкта з метою отримання опису (комплекту конструкторської та технологічної документації), необхідного та достатнього для створення нового виробу або реалізації нового процесу.

У зв’язку з тим процес проектування будь-якої технічної системи можна поділити на етапи:

♦ функціонального проектування: визначення принципів функціонування, розробка структури та принципової схем ТС;

♦ конструкторського проектування (конструювання): “матеріалізація” ідеї, отриманої на функціональному етапі, наприклад, за допомогою вибору матеріалів, з яких будуть створюватись елементи ТС, визначення їх форми, способів з’єднання елементів у систему, взаємного розташування конструкцій (компоновки), виготовлення конструкторської документації;

♦ технологічного проектування: проектування технологічних процесів виготовлення конструкцій, створених на попередньому етапі, що включає в себе розробку маршрутної та операційної технологій, вибір оснащення, визначення технологічної бази, розробку програм керування технологічними автоматами тощо.

У «вузькому» значенні слова під проектуванням іноді розуміють тільки етап функціонального проектування, маючи на увазі те, що саме на ньому визначається головна відмінність об’єкта, що створюється заново, — його принцип функціонування. Тоді, на відміну від попереднього використання терміну, проектом називають результат діяльності проектувальника на функціональному етапі. Відповідно для двох інших етапів, результат діяльності конструктора називають конструкцією, технолога — технологічним процесом.

Синонімом терміну “проект ” у вузькому значенні може бути слово “задум”, в широкому значенні— “опис виробу”, “документація на виріб”.

Таким чином, проектування— це процес (алгоритм), на вхід якого надходять початкові дані, оформлені у вигляді технічного завдання, а на виході отримується певний набір документації на виріб, що проектується.

Процес створення документації на виріб (процес проектування) має ряд певних стадій, однакових для виробів усіх видів промисловості і визначається ДСТУ. Згідно з ДСТУ виділяють наступні стадії розробки конструкторських документів:

* технічна пропозиція;
* ескізний проект;
* технічний (робочий) проект;
* розробка робочої конструкторської документації.

*Технічна пропозиція* — це сукупність конструкторських документів, які повинні містити технічне та техніко-економічне обґрунтування доцільності розробки документації на виріб на основі аналізу технічного завдання замовника та різних варіантів можливих рішень, порівняльної оцінки рішень з урахуванням конструктивних та експлуатаційних характеристик виробу, а також патентні дослідження.

*Технічна пропозиція* є обґрунтуванням до виконання ескізного чи технічного проекту, і вона розробляється з метою виявлення додаткових чи уточнення існуючих вимог до технічної системи (її технічних характеристик, показників якості тощо), які не могли бути вказані в технічному завданні і які доцільно зробити на основі попереднього конструкторського опрацювання та аналізу різноманітних варіантів ТС.

У загальному випадку *при розробці технічної пропозиції* проводять наступні роботи:

a) виявлення варіантів можливих рішень, встановлення особливостей варіантів (принципів дії, розташування функціональних складових частин і т. д.);

b) перевірку варіантів на патентну чистоту, їх конкурентоспроможність, оформлення заяв на винаходи;

c) перевірку відповідних варіантів вимогам техніки безпеки та виробничої санітарії;

d) порівняльну оцінку варіантів, що розглядаються. Порівняння варіантів виконується за показниками якості, технологічності, економічними, естетичними, ергономічними показниками, показниками стандартизації та уніфікації тощо;

e) вибір оптимального варіанту ТС, обґрунтування виробу.

*Ескізний проект* — це сукупність конструкторських документів, які повинні містити принципові конструкторські рішення, що дають загальну уяву про будову та принцип роботи технічної системи, а також дані, які визначають призначення, основні параметри та конструктивні характеристики ТС.

У загальному випадку при розробці ескізного проекту

виконують наступні роботи:

a)-d) пункти, подібні відповідним пунктам при розробці технічної пропозиції;

е) виготовлення та випробування макетів з метою перевірки принципів роботи ТС та її складових частин;

f) виявлення нових виробів та матеріалів, які повинні бути розробленими іншими організаціями, складання технічних вимог до цих виробів та матеріалів;

g) складання переліку робіт, які потрібно провести на наступних стадіях розробки;

h) опрацювання основних питань технології виготовлення.

*Технічний проект* — це сукупність конструкторських документів, які

повинні містити кінцеві технічні результати, що дають повну уяву про будову технічної системи, та початкові дані для розробки робочої документації.

У загальному випадку при розробці технічного проекту виконують наступні роботи:

a) розробку конструктивних рішень виробу та його основних складових частин;

b) виконання необхідних розрахунків, у тому числі таких, що підтверджують техніко-економічні показники, встановлені технічним завданням;

c) виконання необхідних принципових схем, схем з’єднань тощо;

d) розробку та обґрунтування технічних рішень, що забезпечують показники надійності системи;

e) аналіз конструкції виробу на технологічність, розробку метрологічного забезпечення;

f) розробку, виготовлення та випробування макетів;

g) оцінку виробу у відношенні його відповідності вимогам ергономіки, технічної естетики;

h) оцінку можливостей транспортування, зберігання, а також монтажу виробу на місці його застосування;

i) оцінку експлуатаційних даних виробу (взаємозамінності, зручності обслуговування, ремонтопридатності, стійкості проти дії зовнішнього середовища, можливості швидкого усунення відмов, контролю якості роботи технічної системи, забезпеченості засобами контролю технічного, стану тощо);

j) остаточне оформлення заяв на розробку та виготовлення нових виробів (у тому числі засобів вимірювання) та матеріалів, які використовуються у новій технічній системі, що проектується;

k) проведення заходів щодо забезпечення заданого у технічному завданні рівня стандартизації та уніфікації виробу;

l) перевірку ТС на патентну чистоту та конкурентоспроможність, оформлення заяв на винаходи;

m) виявлення номенклатури закупівельних виробів та узгодження їх застосування;

n) перевірку на відповідність вимогам техніки безпеки та промислової санітарії; інші.

Робоча конструкторська документація включає в себе наступний набір документів:

♦ відомість специфікацій;

♦ відомість документів, на які є посилання;

♦ відомість покупних виробів;

♦ відомість технічної пропозиції, ескізного проекту або технічного проекту;

♦ пояснювальна записка;

♦ розрахунки.

Так, пояснювальна записка у загальному випадку повинна складатися з розділів:

♦ вступ (з зазначенням на основі яких документів розроблено проект);

♦ призначення та область застосування технічної системи;

♦ технічна характеристика;

♦ опис та обґрунтування вибраної конструкції;

♦ розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність системи;

♦ опис організації роботи з застосуванням даної ТС;

♦ техніко-економічні показники, що оцінюються;

♦ рівень стандартизації та уніфікації.

У залежності від особливостей ТС окремі розділи можуть об’єднуватися, вилучатися або доповнюватися.

***ВИСНОВОК***

Таким чином, розглянуті стадії створення документації на ТС, що проектується, вказують на ряд етапів, на які розбивається процес проектування в часі. Така хронологічна послідовність робіт по виконанню проекту відображає процес поступового уточнення знань про технічну систему, відповідає виконанню робіт з дедалі більшим рівнем деталізації.

Отже, можна провести декомпозицію процесу проектування з різних точок зору. З одного боку, процес проектування ділиться на етапи: функціональний, конструкторський, технологічний. З іншого боку, в залежності від ступеня детальності виконуваних робіт процес проектування може складатися з етапів: технічної пропозиції, ескізного проекту, технічного проекту. Зв’язок між ними очевидний.

І нарешті, на кожному з етапів (функціональному, конструкторському, технологічному) та будь-якій стадії підготовки конструкторської документації (технічній пропозиції, ескізному чи технічному проекті) в залежності від рівня абстрагування (ступеня деталізації опису) ТС процес проектування також може розбиватися на певні рівні. їх часто називають ієрархічними рівнями проектування. Так, наприклад, для задач електротехніки виділяють системний (структурний, архітектурний, макро-) рівень, функціонально-логічний (схемний, мета-) рівень, компонентний (приладний, мікро-) рівень. Зрозуміло, що кількість таких рівнів абстрагування при проектуванні ТС та їх назва суттєво залежать від традицій, що склалися в тій предметній області, до якої належить ТС, що проектується, а також, об’єктивно, від складності самої технічної системи.

Характерним прикладом такої складної багаторівневої технічної системи може бути комп’ютер чи інша подібна система обробки цифрової інформації, в процесі проектування яких традиційно виділяють наступні ієрархічні рівні абстрагування:

1) найвищий рівень (системний, рівень архітектури комп’ютерної багато-процесорної системи, рівень операційної системи);

2) рівень машинних команд (рівень архітектури процесора);

3) мікропрограмний рівень;

4) функціонально-логічний рівень (рівень автоматів та комбінаційних схем);

5) схемотехнічний рівень (рівень електричних схем, що реалізують функціонально-логічні елементи);

6) компонентний рівень (фізико-топологічний рівень, рівень фрагментів мікросхем, розташування шаблонів на кристалі);

7) фізико-технологічний рівень (проектування шаблонів для виготовлення кристалу).

Кожний з таких рівнів обслуговується своїм власним теоретичним апаратом, кожний з них використовує теоретичний та практичний доробок своїх власних прикладних наук. Математичні моделі технічної системи, які вводяться до розгляду на кожному з таких рівнів, відносяться, як правило, до різних класів математичних об’єктів.

Отже, процес проектування при різних видах декомпозиції може бути розкладено на складові частини чи етапи, на кожному з яких вирішується певна задача проектування.

Кожна з таких задач має типову структуру {типовий маршрут проектування, типовий склад) — рис. 1.



Рис. 1. Схема типового маршруту проектування ТС

Як видно з рисунка, ядром процесу проектування є процедура аналізу, оскільки вона багаторазово повторюється в ітераційному циклі проектування. Процедура аналізу, в свою чергу, складається із двох компонентів: формування математичної моделі та її аналіз. Етап аналізу іноді називають також інженерними розрахунками. Саме тут (в ядрі процесу проектування), при аналізі математичної моделі в свій час природно виникла ідея застосування комп’ютерів для підвищення продуктивності розумової праці людини— ідея автоматизації інженерних розрахунків. Пізніше ця ідея почала поширюватись і на всі складові частини задачі проектування: аналіз, синтез, оптимізацію і на всі інші етапи проектування технічної системи. Так виникла автоматизація проектування ТС.

Отже, однією з умов застосування автоматизації проектування став перехід від неформальних, змістовних методів проектування (аналізу, синтезу та оптимізації) до формалізованих методів та використання математичних моделей (ММ).

**АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.**

Згідно з ДСТУ, автоматизованим проектуванням (АП) називається “проектування, при якому окремі перетворення опису об’єкта та (чи) алгоритму його функціонування або алгоритму процесу, а також перетворення описів різними мовами відбувається у взаємодії людини та комп’ютера”.

“Системою автоматизованого проектування (**САПР**) називається комплекс засобів автоматизації проектування, взаємопов’язаних з необхідними підрозділами проектної організації чи колективом спеціалістів, який виконує автоматизоване проектування”.

Враховуючи означення процесу проектування, можна сказати, що система автоматизованого проектування є організаційно-технічним комплексом, призначеним для автоматизації проектування об’єктів на всіх етапах: від видачі технічного завдання до отримання технічної документації.

В разі часткової автоматизації етапу проектування маємо системи автоматизованого моделювання, системи автоматизованої підготовки документації тощо.

При автоматизації конструкторського та технологічного етапів проектування, у противагу функціональному етапу, не завжди вдається формалізація задач у потрібній мірі. Тут велику роль відіграють методи так званої технічної творчості, винахідництва з використанням різних емпіричних правил, неформальних процедур тощо. Тому часто тут автоматизація зводиться до заміни середовища (або засобів праці) проектувальника при збереженні старих (“ручних”) методів проектування — заміна олівця та паперу конструктора на електронний олівець та дисплей; заміна паперових носіїв нормативно-довідкової інформації для технолога на комп’ютерні бази даних тощо.

Отже, для забезпечення переходу від традиційного “ручного” (неавтоматизованого) проектування до автоматизації проектування ТС необхідна наявність певних засобів, які в подальшому і називають компонентами САПР або видами забезпечення САПР.

Згідно з ДСТУ в САПР виділяють такі компоненти: технічне, програмне, лінгвістичне, інформаційне, математичне, методичне та організаційне забезпечення.

Технічним забезпеченням (ТЗ) автоматизованого проектування називається сукупність взаємопов’язаних та взаємодіючих засобів, призначених для виконання автоматизованого проектування.

Програмним забезпеченням (ПЗ) автоматизованого проектування називається сукупність програм, представлених у заданій формі і призначених для виконання автоматизованого проектування.

Інформаційним забезпеченням (ІЗ) автоматизованого проектування називається сукупність даних, необхідних для виконання АП.

Лінгвістичним забезпеченням (ЛЗ) автоматизованого проектування називається сукупність мов проектування, включаючи терміни та означення, правила формалізації природної мови та методи стиснення та розгортання текстів, необхідних для виконання АП в заданій формі.

Математичним забезпеченням (МЗ) автоматизованого проектування називається сукупність математичних методів, математичних моделей та ..алгоритмів проектування, необхідних для виконання автоматизованого проектування і представлених у заданій формі.

Методичним забезпеченням (МеЗ) автоматизованого проектування називається сукупність документів, що встановлюють склад та правила вибору та експлуатації засобів забезпечення автоматизованого проектування, необхідних для виконання автоматизованого проектування.

Організаційним забезпеченням (03) автоматизованого проектування називається сукупність документів, що встановлюють склад проектної організації та її підрозділи, зв’язок між ними, їх функції, а також форму подання результатів проектування та порядок розглядання проектних документів, необхідних для виконання автоматизованого проектування.

Як бачимо, хоча ці означення за ДСТУ і є дуже лаконічними, але вони дають певну уяву про види компонентів процесу автоматизації проектування та їх призначення, компонентів, які в сукупності і забезпечують саме автоматизацію творчого процесу, роблячи відмінним його від традиційного “ручного” проектування.

**ПОНЯТТЯ “СИСТЕМНОСТІ” В САПР**

Комплексне (системне) використання вказаних вище засобів автоматизації проектування приводить до утворення системи автоматизованого проектування. Можна сказати, що створення САПР є прикладом реалізації системного підходу до проектування: організація складного процесу — проектування ТС — відбувається за рахунок свого роду об’єднання більш простих процесів, елементів, засобів (технічного, програмного і т. д. забезпечення). У зв’язку з цим вказані компоненти САПР часто називають ще підсистемами САПР.

Поняття системності відіграє важливу роль в автоматизації проектування ще й тому, що процес проектування складних технічних систем сам по собі є також складним ієрархічним процесом, що поділяється на ряд етапів чи рівнів проектування, тобто є складною системою. Тому вивчення теорії САПР доцільно проводити, ґрунтуючись на позиціях системного підходу, базовим поняттям якого є поняття системності (поняття системи).

**ВИСНОВОК**

Як видно з рисунка 2, предметом та методом дисципліни “САПР автомобіля” є предмет та метод тих наук (останній стовпчик рисунка), які займаються пошуком відповіді на питання, зображені в передостанньому стовпчику рисунка.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ключові слова з назви дисципліни | Питання та задачі | **Науки, що відповіда­ють на питання** |
| Система | 4) Як орга­нізувати все в одну систему? | Об’єднати підсистеми (ТЗ, ПЗ, ІЗ, ЛЗ, МЗ, 03)Об’єднати рівні проектування | Теорія систем, математичне моделювання, кібернетика |
| Автома­-тизованого | 3) Як автомати­зувати? | Види підсистем САПР: ТЗ, ПЗ, ІЗ, ЛЗ, МЗ, 03. | **Computer Science** - Інформаційні технології |
| Проек­тування | 2) Як проекту­вати? | 1) Багаторівневе наскрізне проектування:* технічна пропозиція
* ескізний проект
* технічний проект Етапи:
1. функціональний:
* системний
* функціонально-логічний
* схемотехнічний приладовий (компонентний)
1. конструкторський
2. технологічний
 | 2) На кожному рівні виникають задачі:1. синтез:

формалізованийнеформалізований (інженерна творчість)1. аналіз:
* формалізація
* математична постановка задачі (ММ)
* аналіз ММ
1. оптимізація
 | Фундамен­тальні інженерні науки,Матема­тичне моделю­вання,Методи оптимізації |
| Техніч­них системСистем | 1) Що проекту­вати? | Знання про предметну область | Прикладні науки, що вивчають ТС |

*Рис. 2.* Схематичне подання питань про предмет та метод курсу “САПР автомобіля”

**КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ**

1. Як визначити потребу у проектуванні технічної системи?
2. За допомогою яких показників виражається у формальному вигляді мета розробки технічної системи?
3. З яких розділів складається технічне завдання?
4. Що таке технічні системи та їх роль в життєдіяльності людини?;
5. Що таке проектування технічної системи?;
6. За рахунок чого відбувається автоматизація проектування?;
7. Яку роль відіграє поняття системності в теорії САПР?.