

# Тема 1. Поняття про системи автоматизованого проектування

## 1. Місце та роль автоматизованого проектування серед інформаційних технологій

Автоматизація проектування займає особливе місце серед інформаційних технологій.

По-перше, автоматизація проектування - синтетична дисципліна, її складовими є багато інших сучасних інформаційних технологій. Так, технічне забезпечення систем автоматизованого проектування (САПР) базується на використанні обчислювальних мереж і телекомунікаційних технологій, в САПР використовуються персональні комп'ютери та робочі станції, є приклади застосування мейнфреймів. Математичне забезпечення САПР відрізняється багатством і різноманітністю використовуваних методів обчислювальної математики, статистики, математичного програмування, дискретної математики, штучного інтелекту. Програмні комплекси САПР відносяться до найбільш складних програмних систем, що базуються на операційних системах Unix, Windows- 95/NT, мовах програмування C, C++, Java та інших, сучасних CASE-технологіях, стандартах відкритих систем і обміну даними в комп'ютерних середовищах.

По-друге, знання основ автоматизації проектування та вміння працювати із засобами САПР необхідне практично будь-якому інженеру-розробнику. Комп'ютерами насичені проектні підрозділи, конструкторські бюро та офіси. Робота конструктора за звичайним кульманом, розрахунки за допомогою логарифмічної лінійки чи оформлення звіту на друкарській машинці стали анахронізмом. Установи, що ведуть розробки без САПР чи лише з малим відсотком їх використання, виявляються неконкурентноспроможними як через великі матеріальні та часові витрати, так і через невисоку якість проектів.

Поява перших програм для автоматизації проектування за кордоном і в колишньому СРСР відноситься до початку 60-х років. Тоді були створені програми для розв'язування задач будівельної механіки, аналізу електронних схем, проектування друкованих плат. Подальший розвиток САПР йшов шляхом створення апаратних і програмних засобів машинної графіки, підвищення обчислювальної ефективності програм моделювання та аналізу, розширення областей застосування САПР, спрощення користувацького інтерфейсу, впровадження в САПР елементів штучного інтелекту.

На сьогодні створено величезну кількість програмно - методичних комплексів для САПР із різним ступенем спеціалізації та прикладної

орієнтації. У результаті автоматизація проектування стала необхідною складовою частиною підготовки інженерів різних спеціальностей; інженер, що не володіє знаннями та не вміє працювати в САПР, не може вважатися повноцінним спеціалістом.

Проектування - одна з найважливіших сфер інженерної діяльності, це та ланка, що пов'язує наукові дослідження і практичну реалізацію. Від термінів та якості проектування значно залежать строки впровадження та якість готової продукції.

**Проектування** — вид цілеспрямованої виробничої діяльності людини чи колективу фахівців із розв'язання задач проектування, спрямованої на створення приладів чи систем, що відповідають технічному завданню, які оптимально задовольняють поставлені вимоги і задовільно функціонують протягом заданого проміжку часу при прогнозованих умовах середовища.

**Автоматизоване проектування** — проектування, при якому окремі перетворення об'єкта й (або) алгоритму його функціонування або алгоритму процесу, а також описи різноманітними мовами здійснюються взаємодією людини та комп'ютера.

Важко переоцінити значення автоматизації проектування для розвитку науки, техніки, народного господарства. Саме з автоматизацією проектування пов'язані принципові можливості створення найскладніших технічних об'єктів як у промисловому, так і цивільному будівництві. Адже проектування об'єктів потребує великих затрат людських і часових ресурсів і саме АП - основний спосіб підвищення продуктивності праці інженерно-технічних працівників, зайнятих проектуванням.

Автоматизоване проектування дозволяє: істотно скоротити терміни проектування і передачі конструкторської документації у будівництво; значно підвищити якість конструкторської та кошторисної документації; підвищити точність розрахунків; прийняти найкращі варіанти для реалізації на основі математичного аналізу варіантів проекту з оцінюванням технічних, технологічних і економічних характеристик виробництва і експлуатації об'єкта проектування; значно зменшити суб'єктивізм при ухваленні проектних рішень.

## 2. Складові процесу проектування

Проектування як процес, що розвивається в часі, поділяється на стадії, етапи, проектні процедури та операції.

Будівельне проектування в [САПР](#) має такі **стадії**:

- стадія технічного завдання.
- стадія ескізного проекту.
- стадія технічного проекту.
- стадія робочого проекту.

*На стадії технічного завдання* (залежно від цільового призначення) вивчаються потреби в отриманні нових проектних рішень, інформаційні, конструктивні та технологічні принципи проектування, прогнозуються можливі значення характеристик і параметрів об'єкта. Затверджуються проектні рішення у вигляді документації.

*На стадії ескізного проекту* розробляється проектна конструкторська документація, що містить принципові конструктивні рішення, достатні для загальної уяви про об'єкт, перевіряються, конкретизуються та коректуються принципи і положення, зазначені в технічному завданні.

*На стадії технічного проекту* виконується всестороння проробка всіх частин проекту, конкретизуються та деталізуються технічні рішення.

*На стадії робочого проекту* складається повний комплект конструкторсько-технічної документації, достатньої для будівництва об'єкта.

Процес проектування ділиться на **етапи**.

**Етап проектування** - частина процесу проектування, що включає формування усіх потрібних описів об'єкта.

**Проектні процедури** - складові частини етапу проектування. Це частина етапу, виконання якої закінчується отриманням проектного рішення. Кожній проектній процедурі відповідає певна задача проектування, яка вирішується у рамках даної процедури (наприклад, оформлення креслення конструкції).

**Проектна операція** - дрібніша складова частина процесу проектування, що входить до складу проектної процедури (наприклад, статичний розрахунок конструкції).

### 3. Основні відомості про САПР

Одним із важливих компонентів сучасного виробництва є **системи автоматизованого проектування (САПР)**.

**САПР** — організаційно-технічна (людино-машинна) система, що складається з комплексу засобів автоматизації проектування, взаємозв'язаних

із необхідними відділами проектної організації чи колективом фахівців (користувачем системи), і виконує автоматизоване проектування.

У загальному випадку розробка САПР - крупна науково-технічна проблема. За оцінками західних спеціалістів, для створення справжньої САПР потрібно від 100 до 300 люд/років.

Комп'ютерна графіка, будучи підсистемою САПР, розв'язує найбільш трудомістку і важливу задачу САПР: автоматизацію розробки та виконання конструкторської документації. Вона забезпечує створення, зберігання та обробку моделей геометричних об'єктів і їх графічне зображення за допомогою комп'ютера.

САПР включає такі технології:

- [CAD](#) (англ. *Computer-aided design*) — технологія автоматизованого проектування;
- [CAM](#) (англ. *Computer-aided manufacturing*) — технологія автоматизованого виробництва;
- [CAE](#) (англ. *Computer-aided engineering*) — технологія автоматизованої розробки;
- [CALS](#) (англ. *Continuous Acquisition and Life cycle Support*) — постійна інформаційна підтримка поставок і життєвого циклу.

#### 4. Переваги застосування інженерних САПР та їх роль у галузі матеріального виробництва

До появи ЕОМ випуск конкурентоздатної продукції здійснювався завдяки науковій організації процесу проектування та першокласним фахівцям. Застосування [САПР](#) дало безперечні переваги: дозволило впровадити стратегію накопичування та передавання знань і досвіду конструкторів, що забезпечує високу живучість, сприяє розв'язуванню тих практичних задач виробника, що дозволяють проводити прогресивну політику на ринку (знизити виробничі витрати та собівартість, скоротити час розробки та підвищити споживчі якості продукції).

Головною перевагою використання САПР є висока швидкість виходу продукції на ринок. Тут спрацьовує відома в економіці залежність між обсягом продажу товару та часом: виробник, який отримав через пізній вихід продукції на ринок менший прибуток, направить на розробку нового покоління продукції менше коштів, і так - до повної зупинки виробництва. Це підтверджують дослідження компанії Хьюлет-Паккард можливих втрат прибутку виробниками у конкурентній боротьбі: 33% втрат - через піврічне

спізнення виходу продукції на ринок; 22% втрат - через підвищення матеріалоемності продукції на 9%; лише 3,5% втрат - через підвищення витрат на проектування на 50%.

САПР є індустріальними технологіями, що націлені на найважливіші галузі виробництва, визначаючи рівень розвитку та стратегічний потенціал нації. Без САПР неможливо виробляти сучасну техніку, що є дуже складною та вимагає надзвичайної точності виготовлення. Рівень розвитку САПР, кількість робочих місць і кількість інженерів, які професійно володіють САБ-технологіями, впливають на статок кожного члена суспільства.

## 5. Класифікація САПР

САПР залежно від їхнього функціонального призначення поділяються на:

- машинобудівні;
- архітектурно-будівельні;
- дизайнерсько-анімаційні;
- універсальні.

- до машинобудівних можна віднести такі прикладні пакети (ПП), як *Mechanical Desktop, Solid Works, Atodesk Inventor, Textran, КОМПАС*;

- до архітектурно-будівельних - *ArchiCAD, Autodesk Architectural Desktop, Allplan*;

- до дизайнерсько-анімаційних - *CorelDraw, Adobe Illustrator, 3D Studio*;

- до універсальних (популярних продуктів без чіткого проблемного спрямування, які частково поєднують усі попередні) можна віднести *AutoCAD, DenebaCAD, Actrix Technical* та інші [1].

## 6. Архітектурні та будівельні САПР

Розглянемо перелік *найтипівіших представників архітектурно-будівельних САПР*. Формування цього переліку зумовили ті фактори, що дозволяють класифікувати та розставити пріоритети серед численних архітектурно-будівельних САПР: апаратно-програмна база, на якій може функціонувати САПР (у першу чергу - тип комп'ютера та операційної системи), рівень універсальності (комплексності) САПР, її ціна та розповсюдження на практиці.

Універсальність (комплексність) інженерних архітектурно-будівельних САПР - це можливість виконання у межах одного програмного комплексу робіт, що належать до різних класів задач проектування, одночасного виконання розрахункових та графічних задач.

Фактор розповсюдження цих САПР залежить від використаної графічної платформи, рівня комплексності, локалізованості та перспектив розвитку пакету, надійності супроводження.

По-перше, відзначимо широко відомі потужні САПР *ArchiCAD* та *CADDy*, які вважаються безперечними лідерами.

По-друге, відзначимо системи, що інтенсивно завойовують свою частку світового ринку - САПР-пакети фірми *Intergraph*,: *Architron*, *ALLPlan*, *UniCAD*, *CADKey*, *Architectural Office*. Вони заслуговують високої оцінки та інтенсивно застосовуються зарубіжними користувачами, але на вітчизняному ринку не дають прийняттого співвідношення між ціною та можливостями та не мають шансів до широкого розповсюдження там, де повсюди є *AutoCAD*.

По-третє, важливим класом архітектурно-будівельних пакетів є САПР на базі системи *AutoCAD* для ПК. Наприклад, це європейські та американські лідери *ACADMAP* та *ArchPro* американської фірми *Eagle Point*, *AutoArchitect*, американської фірми *SOFTDESC*. Цей стан справ зумовлений розповсюдженістю пакету *AutoCAD*; його статусом фактичного світового стандарту САПР; кількістю вказаних систем та багатими можливостями прикладних програм, які працюють у середовищі *AutoCAD*, для підтримки архітектурних додатків; доступністю цін. Найбільшу цінність мають САПР на базі тих версій *AutoCAD*, в яких повною мірою реалізовано об'єктно-орієнтований підхід до роботи з додатками.

Ще одним напрямком архітектурно-будівельних САПР є пакети для широкого вжитку, наприклад, відомі системи *3D Home Architect*, *FloorPlan* та *FloorPlan Plus 3D*.

Особливо варто відзначити пакети для архітектурного та промислового дизайну, їх яскравим представником є *3D Studio VIZ*, який продовжив лінію *3D Studio* фірми *Autodesk* [1].