

## Тема 2. Загальні засади створення САПР у будівництві

### 1. Державна нормативна база з розробки проектної документації для будівництва

На сьогоднішній день існує гостра потреба вдосконалення індустрії будівельного проектування в Україні. Значною мірою вирішення цього питання полягає у комплексному залученні, а в майбутньому - повній переорієнтації на автоматизовані системи проектування. Йдеться про систематизацію накопиченого досвіду та напрацьованої бази даних у цифровому форматі для втілення в норму нової ідеології в проектуванні; розробку проектної документації на основі загальної, зручної для всіх користувачів (від замовника проекту, виконавця будівельно-монтажних робіт до експлуатаційних служб), універсальну лінію інтегрованого проектування з високим ступенем мобільності.

В основу створення [САПР](#) покладено законодавчу базу, яка регламентує діяльність і створення об'єктів архітектури, нормативні документи будівельної галузі щодо міцнісних розрахунків, технології спорудження будівель:

1. Конституція України;
2. Закон про архітектурну діяльність;
3. ДБН.

Основним документом, що регламентує діяльність у сфері проектування будівельних об'єктів, є нормативний документ [2]. Ці норми на основі класифікації наслідків за відповідальністю об'єктів та споруд [3] і категорій складності об'єктів [4,2] визначають стадійність проектування об'єктів промислового та цивільного призначення. Також цей документ регламентує склад і зміст проекту (затверджувальної частини робочого проекту), тобто визначає розділи, які необхідно розробляти залежно від функціонального призначення об'єкта проектування.

У технічному завданні на проектування або в іншій договірній документації має бути вказаний клас відповідальності об'єкта, який визначається замовником за узгодженням із генеральним проектувальником та організацією, яка здійснює науковий супровід проектних робіт. Будівлі або споруді може бути присвоєний клас відповідальності СС1, СС2, СС3 [3]. Найвищі вимоги із проектування, зведення та експлуатації відповідають об'єктам класу СС3. Після визначення класу відповідальності будівлі чи споруди за наслідками, згідно з [3] та іншими нормативними документами,



										рні фер ми інж ене рні мер ежі				дови ща	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
П р о є к т	57%	-	-	3	3	2	2	-	-	3	10	1	9	10	-
П І Р	60%	-	-	8	6	7	3	-	-	4	-	-	10	-	2
П І Р П	58%	-	-	7	6	6	3	-	-	4	2	1	9	2	2

Він повинен складатися із таких основних розділів:

- пояснювальна записка з вихідними даними;
- архітектурно-будівельне рішення, генплан, благоустрій територій, схема руху транспорту (за необхідністю);
- технологічна частина (за необхідністю);
- рішення з інженерного обладнання і зовнішніх інженерних мереж;
- оцінка впливів на навколишнє середовище (ОВНС);
- організація будівництва;
- кошторисна документація;
- відомість обсягів робіт.

На всіх етапах робіт і для всіх осіб, які беруть участь у роботах із проектування, виготовлення, зведення, експлуатації, реконструкції будівельних об'єктів, повинна бути визначена відповідальність персоналу, а також забезпечені заходи щодо взаємодії виконавців [3].

Суб'єкти господарської діяльності можуть отримати державне право (ліцензію) на виконання проектних робіт за умови виконання таких вимог:

- наявність адміністративних і виробничих приміщень площею згідно з вимогами державних будівельних норм;
- укомплектованість суб'єкта господарської діяльності інженерно-технічними працівниками відповідно до вимог;
- укомплектованість суб'єкта господарської діяльності обчислювальною, розмножувальною та організаційною технікою, відповідним програмним забезпеченням, необхідним для провадження проектного процесу;
- наявність інформаційного забезпечення процесу розробки проектної документації, можливості оперативного внесення змін та доповнень до проектної документації, нормативних умов обліку та збереження проектної документації, [ефективного](#) контролю, який забезпечує повноту та комплектність проектної документації;
- наявність державних стандартів, інших нормативних документів та нормативно-правових актів;
- виконання робіт, які потребують матеріалів, що містять державну таємницю, наявність режимно-секретного органу відповідно до статті 21 Закону України «Про державну таємницю».

Для зменшення імовірності виникнення помилок при проектуванні рекомендується:

- підбирати персонал відповідної кваліфікації, включаючи використання системи контролю, якості та ліцензування прав на заняття різними видами професійної діяльності;
- регламентувати всі робочі процедури, способи та форми документування контролю за результатами роботи персоналу.

## 2. Практичні аспекти розробки проектної документації

Фактично розробка кожного проекту є логічним поєднанням його складових частин. Але практика проектування демонструє розривність між потоками даних на різних етапах роботи над проектом. Оскільки кінцевим

результатом проекту є комплекс необхідної документації об'єкта, зібраний воедино, то актуальним кроком до оптимізації роботи фахівців-проектувальників виступає інтеграція даних від самого початку проектування. Метою функціонування наскрізних програмних комплексів для проектування будівель є оптимізована автоматизована робота інженерів із налагодженням інформаційних нерозривних зв'язків на різних етапах розробки та між різними розділами проекту.

Розглянемо, як відбувається процес розробки проектної документації на практиці. Для кращого розуміння специфіки спільного проектування об'єктів різної складності, проаналізуємо весь обсяг робіт, який необхідно виконати проектувальникам [2,6].

Групу розробників архітектурно-будівельних проектів складають: архітектори, конструктори, фахівці з інженерних мереж, кошторисники тощо. Очолює роботи з розробки проектної документації ГАП (або ГПП). При проектуванні технічно складних об'єктів можуть призначатись ГАП та ГПП одночасно. При цьому провідна роль покладається на одного з них. ГАП (ГПП) забезпечує підготовку договорів, координує дії виконавців, веде переговори з замовниками, субпідрядниками- проектувальниками та підрядниками, контролює склад проектної документації.

Після передачі замовником вихідних даних проектувальнику розпочинається безпосередній процес проектування. Розглянемо його складові частини. Архітектор розробляє архітектурні рішення для проекту, терміни та вартість робіт узгоджуються з ГАП (ГПП) [7]. Наступний розділ проекту - конструктивна частина. Тут конструктор узгоджує з архітектором принципові рішення і виконує розробку конструктивного розділу проекту. На цьому етапі ведеться розробка проектних рішень для інженерних мереж. Наступний етап розробки проекту - підрахунок об'ємів матеріалів, конструктивних елементів і робіт. Далі ці об'єми вводяться в кошторисні програми, «вручну» кожному об'єму підбирається норматив і створюється кошторис [8]. Завершальна частина - розробка проекту організації будівництва.

Схематично процес розробки проектної документації подано на рис. 1.

Характерною проблемою в описаному традиційному процесі проектування є те, що кожна складова частина проекту розробляється на базі попередньої, але взаємозалежний постійний інформаційний зв'язок між ними відсутній.



Рис. 1. Схематичне зображення традиційного підходу до розробки проектної документації для будівництва

Сьогоднішні реалії потребують скорочення термінів проектування, тому активно застосовується практика спільного (одночасного) проектування різних складових проекту. Складність спільного проектування полягає у багаторазовій переробці розділів проекту. Архітектори, враховуючи побажання замовників, відшукують найкращі варіанти, і кожне нове прийняття рішень призводить до необхідності перегляду та переробки інших частин проектної документації. Такі процеси не рідкість, на практиці вони суттєво знижують продуктивність праці проектувальників. Ще однією проблемою на фоні загального розвитку будівельних обсягів, попиту на будівництво та проектування є збільшення інформаційних потоків. Вся інформація по проекту не може контролюватися однією людиною - ГШПом (ГАПом). Виникає потреба колективної обробки даних по частинах [9]. Це, в свою чергу, неминуче затягує терміни проектування і збільшує ймовірність проектних помилок за рахунок «неузгодженості» роботи суміжників. До того, як вже зазначалось, багаторазове введення даних також підвищує ризик появи механічних помилок.

Часто виникають ситуації, коли проект знаходиться на високому ступені готовності, але раптом з'являється нова ідея або з певних інших причин виникає об'єктивна необхідність цей проект кардинально змінити. У такому випадку необхідно заново розробляти практично всю його графічну (а то й розрахункову, економічну та інші) частини. В такій ситуації (на жаль, потреба в останній момент радикально змінити проект не є виключенням), внесення змін у майже готовий проект є складним і небажаним завданням для проектувальників. Час, що залишається до здачі, не завжди дозволяє якісно здійснити зміни, а роботи, виконані нашвидкоруч, підвищують ризик помилкових рішень, які доведеться з великими втратами усувати вже при будівництві.

Окрім того, прослідковується тенденція до постійного ускладнення інженерних будівельних проектів. Закономірний розвиток будівельної галузі веде до зростання попиту на будівництво, а це, в свою чергу, сприяє зростанню конкуренції. У такій ситуації фахівцям-проектувальникам доводиться залучати всі можливі сили для здобуття права на проектування, враховувати всі побажання і вирішувати будь-які проектні завдання інвесторів, беручи до уваги тенденцію, що спостерігається у проектних компаніях.

Після розробки проекту документація потрапляє до генпідрядника, тут після вивчення всього комплексу проектної документації, як правило, починається перевірка/уточнення кошторисної документації. Найчастіше це виконується вручну на паперових кресленнях за допомогою лінійки та калькулятора. Проводяться заміри, потім, як правило, створюються таблиці Excel і визначаються фізичні об'єми по об'єкту. На даному етапі не є виключенням уточнення матеріалів із заміною передбачених у проекті, а інколи - й конструктивних рішень.

Єдиним можливим варіантом виходу з ситуації, що має місце на сьогодні, є підвищення [ефективності](#) праці проєктувальників за рахунок впровадження комплексної комп'ютерної автоматизації всього процесу розробки проектної документації.

Таким чином, державою встановлено норми, що визначають основні вимоги та стадійність проєктування, а також прийнято програму розробки 3D-версії вітчизняної системи автоматизованого проєктування об'єктів будівництва для можливості переходу від 2D- до наскрізного 3D-проєктування. У практиці вітчизняного проєктування застосовується класична методика розробки проєктів, яка знаходиться у жорстких технологічних рамках і не дає можливості вдосконалення індустрії будівельного проєктування. У переважній більшості проєктні роботи виконуються без інтеграції даних. Комплексна автоматизована технологія проєктування об'єктів на основі інтегрованої технологічної лінії проєктування, що використовує уніфіковану цифрову модель об'єкта (ЦМО), дає можливість вийти на новий рівень інтеграції програмних комплексів на основі єдиного стандарту зберігання та передавання інформації. Таким чином, створюється нерозривний інформаційний ланцюг підтримки проєкту на всіх етапах його життєвого циклу. Цифрова модель об'єкта є структурованим відображенням даних проєкту і містить всю необхідну для роботи суміжників інформацію. Робота з цифровою моделлю об'єкта полягає в інтеграції програм архітектурного проєктування, конструктивних і кошторисних розрахунків, проєктування інженерних мереж і програм управління будівництвом.

### 3. Аналіз рівня автоматизації виконання проєктних робіт у будівництві

Застосування ЕОМ при проєктуванні будівельних об'єктів з часом зазнавало значних змін. З появою обчислювальної техніки був зроблений перехід від традиційних "ручних" методів проєктування до реалізації окремих завдань проєктування на ЕОМ [10, 11]. Цей підхід, що характеризував використання ЕОМ на першому етапі розвитку, носить назву "позадачного" і полягав у тому, що кожне нове завдання вирішується за допомогою наступної автономної програми, яка функціонує незалежно від інших. Корінний недолік такого підходу полягає в тому, що подібні програми будуються за принципом «натурального господарства», коли для вирішення окремого завдання

потрібна повна підготовка допоміжних засобів (технічних, інформаційних, програмних тощо). Оскільки проектування об'єкта, як правило, припускає і його оптимізацію, то машинна програма в цьому випадку є «симбіозом» моделі об'єкта проектування і деякого алгоритму оптимізації. Природньо, що в цьому випадку ні модель, ні алгоритм оптимізації не можуть використовуватися для інших об'єктів (під конкретну задачу (будівлю) розроблявся алгоритм, а потім - програма, для інших будівель все доводилось робити заново) [12].

З появою обчислювальної техніки нових поколінь, вдосконаленням методів її використання та накопиченням досвіду з розробки програмних продуктів та пакетів прикладних програм намітився новий системний підхід до організації процесу розробки проектної документації на ЕОМ, що полягає у створенні укрупнених програмних комплексів у вигляді пакетів програм, а в подальшому - [САПР](#), орієнтованих на вирішення певного комплексу задач в автоматизованому режимі [13].

Незважаючи на постійний розвиток інформаційних технологій та сучасні можливості інформаційно-графічного супроводу будівельних об'єктів, більшість розробників проектної документації залишають консервативні погляди на процес і результат проектування. Сьогодні проектні організації виконують розробку проекту, активно застосовуючи програми автоматизованого архітектурного проектування ([AllPlan](#), [ArchiCAD](#), [AutoCAD](#) та ін.), але часто при такому підході не використовуються всі можливості цих комплексів, тим більше - не доводиться говорити про інтеграцію даних при роботі фахівців різних профілів у різних програмах. Всі етапи проекту, починаючи від попереднього оцінювання [ефективності](#) будівництва (форескізного етапу) до робочої документації, виконуються без інтеграції роботи програмних комплексів та інформаційної підтримки. Досвід показує, що при такій системі початкові дані для проектування інколи доводиться вводити до 6 разів. Всі проекти будівель, споруд і об'ємних конструкцій розробляються, досліджуються і передаються на будівельний майданчик для зведення через плоскі проекції. Хоча така практика працює багато десятиліть, але з урахуванням рівня розвитку сучасних САПР такі підходи не використовують потужних можливостей програмних засобів і відповідно - не сприяють оптимізації проектних робіт.

Сучасні системи автоматизованого проектування вже давно не є виключно системами дво- або тривимірного креслення. Вони включають розвинені засоби накопичення і використання знань, проектування у контексті паралельного проектування, розділення по стадіях, підсистемах і ролях [14]. Дотримання методологій проектування частково здійснюється стандартною функціональністю систем за рахунок реалізації організаційних мір, що дозволяють не тільки підтримувати нові функції, але і методологічні рішення в цілому. Для автоматизації цих можливостей потрібна відповідна



інформаційна підтримка з боку систем управління та спільної роботи із даними проекту (PDM, VPDM, CPD, CPC тощо). Більшість з них сьогодні позиціонуються в загальному випадку як системи CPDM (collaborative product definition management) [16].

На даний час поки що не існує систем, які повною мірою реалізують концепцію CPDM. Межі між CPD, CPC, VPDM, а також «класичними» PDM розмиті за своєю природою: не існує абсолютних критеріїв визначення належності системи до якогось специфічного класу. Багато розробників відносять свою систему до потрібного класу лише тому, що в неї включені відповідні функції. Якщо використовувати подібні «м'які» критерії, то майже всі сучасні PDM-системи можна позиціонувати як CPDM.

Об'єднання декількох ПП в єдину систему, призначену для реалізації певних функцій із комплексної автоматизації проектних робіт, дозволяє говорити про інший варіант розробки комплексів САПР [17]. При цьому якісних змін зазнають організація інформаційного, технічного та інших видів забезпечення і, що особливо важливо, умови обміну інформацією між людиною і ЕОМ.

Як правило, ці зміни направлені на підвищення гнучкості та універсальності системи, поліпшення характеристик взаємодії проектувальника з ЕОМ, підвищення якості отриманого результату і зниження часу його отримання. Власне САПР можуть, як підсистема, входити до системи більш високого рівня [13], наприклад АСУВ (автоматизованих систем управління виробництвом).

Окремі САПР можуть об'єднуватись за модульним принципом з універсальними інформаційними зв'язками, що налагоджені між модулями. При вирішенні завдань даного класу використовуються єдині інформаційні масиви, організовані в бази даних. У міжнародній термінології така концепція спільної роботи над проектом отримала назву [ВІМ](#).

У таких комплексах зростає потенційна значущість глобальності рішень, що приймає фахівець, а відповідно, і наслідків. Тому для роботи з такими системами необхідно мати фахівців з відповідним рівнем підготовки та готових до роботи в таких комплексах. Концепція роботи за принципом ВІМ не є простим інструментом для досягнення бажаних результатів. Перш за все - це об'єднання складних компонентів, але така складність та універсальність системи відкриває нові можливості вирішення інженерних задач проектування.