

**В.А. Баженов, Е.З. Криксунов,
А.В. Перельмутер, О.В. Шишов**

ІНФОРМАТИКА

Інформаційні технології в будівництві

Системи автоматизованого проектування

*Затверджено
Міністерством освіти і науки України
як підручник
для студентів вищих навчальних закладів*

Третє видання, стереотипне

Київ “Каравела” 2016

УДК 004:69(075.8)
ББК 32.973.26-018
І 74

Гриф надано
Міністерством освіти і науки України
(лист № 1/11-2848 від 16.06.2004 р.)

Наукова редакція:

Лізунов П.П.,

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри
основ інформатики, проректор з наукової роботи
Київського національного університету будівництва і архітектури

Рецензенти:

Верюжський Ю.В.,

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерних
технологій будівництва Національного авіаційного університету;

Лантух-Лященко А.І.,

доктор технічних наук, професор кафедри мостів і тунелів
Національного транспортного університету.

Баженов В.А., Криксунов Е.З., Перельмутер А.В., Шишов О.В.

І 74 Інформатика. Інформаційні технології в будівництві. Системи автоматизованого проектування: Підручник. 3-тє вид. – К.: Каравела, 2016. – 488 с.

ISBN 978-966-2229-15-8

У підручнику розглядається застосування систем автоматизованого проектування для об'єктів будівництва. Докладно представлено теоретичні основи і структуру автоматизованого програмного комплексу SCAD. Обговорено способи переходу від реальної споруди до комп'ютерної моделі. Показано особливості проектування в середовищі SCAD металевих та залізобетонних конструкцій. Приділено велику увагу прийомам роботи в системі комп'ютерної графіки AutoCAD.

Призначений для студентів будівельних спеціальностей вищих навчальних закладів.

УДК 004:69(075.8)
ББК 32.973.26-018

© Баженов В.А., Криксунов Е.З.,
Перельмутер А.В., Шишов О.В., 2016
© Видавництво “Каравела”, 2016

ISBN 978-966-2229-15-8

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	8
1. Інформаційні технології в проектуванні	10
1.1. Проектування як інформаційний процес	10
1.2. Програми для будівельного проектування	11
Частина I. СИСТЕМА КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ AutoCAD ...	16
2. Організація роботи із системою AutoCAD	18
2.1. Робочий стіл AutoCAD	18
2.2. Задання координат точок	25
2.3. Прив'язки точок	28
2.4. Способи вибору об'єкта (<i>Select objects</i>)	32
2.5. Введення команд	34
2.6. Встановлення габаритних розмірів рисунка	39
3. Команди роботи з файлами	41
3.1. Створення нового файлу	41
3.2. Відкриття існуючого рисунка	42
3.3. Збереження файлу	43
4. Задання властивостей графічних об'єктів	44
4.1. Типи ліній	45
4.2. Товщина (вага) ліній	46
4.3. Поточний колір	47
4.4. Режим зафарбовування	47
4.5. Шари рисунка	48
4.6. Меню властивостей об'єктів	50
5. Побудова графічних об'єктів	52
5.1. Відрізок (<i>LINE</i>)	52
5.2. Конструкційна пряма (<i>XLIN</i>)	54
5.3. Промінь (<i>RAY</i>)	54
5.4. Прямокутник (<i>RECTANG</i>)	55
5.5. Мультилінія (<i>MLINE</i>)	56
5.6. Коло (<i>CIRCLE</i>)	58
5.7. Дуга (<i>ARC</i>)	62
5.8. Полілінія (<i>PLINE</i>)	66

5.9. Багатокутник (<i>POLYGON</i>)	68
5.10. Кільце (<i>DOUGHNUT</i>)	70
5.11. Еліпс (<i>ELLIPSE</i>)	72
5.12. Сплайн-крива (<i>SPLINE</i>)	73
5.13. Точка (<i>Point</i>)	73
5.14. Штриховка (<i>BHATCH</i>)	75
6. Керування зображенням на екрані	79
6.1. Зміна масштабу зображення	79
6.2. Панорування (<i>PAN</i>)	83
6.3. Оновлення зображення (<i>REDRAWALL</i>)	83
6.4. Видові екрани (<i>VPORTS</i>)	84
6.5. Системи координат користувача ПСК (<i>UCS</i>)	85
6.6. Загальний вид (<i>Aerial View</i>)	87
7. Редагування рисунка	88
7.1. Стирання об'єктів (<i>ERASE</i>)	88
7.2. Переміщення об'єктів (<i>MOVE</i>)	90
7.3. Копіювання об'єктів (<i>COPY</i>)	91
7.4. Створення масива об'єктів (<i>ARRAY</i>)	93
7.5. Віддзеркалення об'єктів (<i>MIRROR</i>)	95
7.6. Поворот об'єктів (<i>ROTATE</i>)	96
7.7. Обрізання об'єктів (<i>TRIM</i>)	97
7.8. Подовження графічних елементів (<i>EXTEND</i>)	99
7.9. Сполучення об'єктів (<i>FILLET</i>)	101
7.10. Зняття фаски на графічних елементах (<i>CHAMFER</i>)	103
7.11. Зміна масштабу елементів рисунка (<i>SCALE</i>)	104
7.12. Часткове стирання елементів рисунка (<i>BREAK</i>)	105
7.13. Побудова подібних об'єктів (<i>OFFSET</i>)	108
7.14. Поділ графічних об'єктів (<i>DIVIDE</i>)	109
7.15. Розмітка графічних об'єктів (<i>MEASURE</i>)	110
7.16. Редагування мультіліній (<i>MLEDIT</i>)	111
7.17. Розчленування складених об'єктів (<i>EXPLODE</i>)	112
7.18. Внесення змін у рисунок	113
8. Текст	115
8.1. Утворення текстового стилю (<i>STYLE</i>)	115
8.2. Введення однорядкового тексту (<i>DTEXT</i>)	116
8.3. Введення багаторядкового тексту (<i>MTEXT</i>)	118

9. Нанесення розмірів	119
9.1. Створення розмірного стилю (<i>DIMSTYLE</i>).....	119
9.2. Команди нанесення розмірів.....	122
10. Блоки рисунків	129
10.1. Створення вбудованих блоків (<i>BLOCK</i>).....	129
10.2. Створення зовнішніх блоків (<i>WBLOCK</i>).....	131
10.3. Вставка блока в рисунок (<i>INSERT</i>).....	132
11. Виведення креслення на друк (<i>PLOT</i>)	134
12. Приклад створення креслення	136
12.1. Аналіз схеми.....	136
12.2. Визначення лімітів креслення.....	138
12.3. Побудова стінової панелі.....	140
12.4. Нанесення стінових панелей на фасад.....	142
12.5. Побудова балкона.....	145
12.6. Нанесення балконів на фасад.....	147
12.7. Креслення цоколя.....	150
12.8. Створення технічного поверху.....	151
Частина II. ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА ДЛЯ РОЗРАХУНКУ І ПРОЕКТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ... 155	
13. Загальний опис SCAD Office	155
13.1. Склад системи та основне призначення її компонент.....	155
13.2. Обчислювальний комплекс Structure CAD.....	157
13.3. Проектно-аналітичні програми.....	163
13.4. Проектно-конструкторські програми.....	165
13.5. Допоміжні програми.....	167
13.6. Загальні принципи керування компонентами системи SCAD Office.....	170
13.7. Реалізація експертизи конструктивних рішень у програмах- сагелітах.....	171
13.8. Місце системи у складі програмних засобів САПР об'єктів будівництва.....	178
14. Принципи розрахунку, покладені в основу обчислювального комплексу SCAD	184
14.1. Розрахункова схема методу скінченних елементів.....	184

14.2. Бібліотека скінченних елементів	192
14.3. Динамічна та статична лінійна задача	194
14.4. Розв'язання систем рівнянь.....	195
15. Побудова розрахункових моделей	198
15.1. Засоби графічного діалогу	198
15.2. Типові параметричні моделі	203
15.3. Моделювання комбінованих систем.....	211
15.4. Формування укрупнених моделей.....	224
16. Статичний розрахунок та аналіз результатів розрахунку ...	244
16.1. Параметри керування розрахунком	244
16.2. Вікно роботи процесора	246
16.3. Графічні засоби аналізу результатів розрахунку.....	250
16.4. Документування вхідних даних і результатів розрахунку	258
17. Інші види розрахунків.....	267
17.1. Врахування невизначеності параметрів розрахункової моделі	267
17.2. Комбінації завантажень	270
17.3. Розрахункові сполучення зусиль	271
17.4. Аналіз стійкості та енергетичний постпроцесор	280
17.5. Розрахунок навантажень від фрагмента схеми	286
18. Проектування елементів сталевих і залізобетонних конструкцій у середовищі SCAD	289
18.1. Армування перерізів елементів залізобетонних конструкцій	289
18.2. Перевірка несучої здатності елементів сталевих конструкцій	300
Частина III. ПРОГРАМИ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ І ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ВУЗЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ	313
19. Програма КРИСТАЛЛ – розрахунок і експертиза елементів сталевих конструкцій	313
19.1. Режими роботи програми.....	313
19.2. Параметри настройки	315

19.3. Конструювання поперечних перерізів	317
19.4. Розрахункові довжини	318
19.5. Перевірки	324
19.6. Проектування конструктивних елементів	333

20. Програма АРБАТ – розрахунок і експертиза елементів залізобетонних конструкцій 349

20.1. Режими роботи	349
20.2. Налаштування програми.....	350
20.3. Експертиза	351
20.4. Місцева міцність	377
20.5. Підбір арматури.....	380

21. Програма КАМИН – розрахунок та експертиза елементів кам’яних та армокам’яних конструкцій 390

21.1. Режими роботи	390
21.2. Кам’яні конструкції	391
21.3. Армокам’яні конструкції.....	402
21.4. Реконструйовані конструкції	405

22. Програма МОНОЛИТ – проектування монолітних ребристих перекриттів 412

22.1. Схема перекриття.....	412
22.2. Головне вікно.....	415
22.3. Введення вхідних даних	420
22.4. Конструювання.....	440
22.5. Результати	444

23. Програма КОМЕТА..... 453

23.1. Загальні відомості.....	453
23.2. Головне вікно.....	454
23.3. Розрахункові режими.....	457

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	487
-------------------------	-----

ПЕРЕДМОВА

Складність і великі розміри сучасних споруд, розмаїття і висока вартість будівельних матеріалів, різке скорочення термінів будівництва підвищили вимоги до якості проектної документації, а також технічної й економічної обґрунтованості прийнятих проектних рішень. На відміну від практики минулих років, коли після закінчення проекту і початком будівництва, як правило, лежав значний часовий інтервал, протягом якого кожен більш-менш серйозний проект проходив через безліч експертиз і погоджень, зараз процеси проектування і будівництва йдуть практично паралельно.

У цих умовах інженер-проектувальник повинен досконало володіти прогресивними методами проектування, у тому числі знати і вміти використовувати у своїй практичній діяльності сучасні інформаційні технології. Програмне забезпечення різного призначення, бази даних, засоби обчислювальної техніки та зв'язку використовуються на всіх етапах життєвого циклу будинків і споруджень – від архітектурного задуму й проектування до експлуатації готового об'єкта.

Персональний комп'ютер ліквідував існуючий раніше бар'єр між проектувальником і програмним забезпеченням і став незамінним інструментом, без якого в наш час немислима робота інженера. У своїй практичній діяльності проектувальники застосовують десятки прикладних програм практично у всіх розділах проектування. У першу чергу, це, звичайно, програми, призначені для підготовки креслень, серед яких найбільш популярним є універсальний графічний редактор AutoCAD. У середовищі AutoCAD розроблено різні додатки, що дозволяють автоматизувати процес підготовки графічних матеріалів за всіма розділами проекту.

Активно використовуються в проектній практиці розрахункові та розрахунково-аналітичні програми. З їхньою допомогою виконуються, наприклад, міцнісні розрахунки споруд, а також більшість перевірочних і розрахункових процедур при проектуванні елементів конструкцій. Основною перевагою таких програм є можливість виконання повного набору перевірок характеристик конструкції на відповідність діючим нормам проектування.

Отже, сучасне програмне забезпечення реалізує найновіші методи проектування, засновані на поєднанні накопиченого досвіду, що міститься у традиційній конструктивній формі, із можливістю глибокого аналізу цих конструктивних рішень. Крім того, воно може бути

використано в режимі реального часу, коли проектувальник негайно перевіряє свій задум і має можливість оперативного прийняття коригуючих рішень.

Навчання майбутнього фахівця таким методам роботи є вкрай важливою частиною професійної підготовки. При цьому навчання доцільно будувати на базі сучасних промислових програмних розробок, які широко застосовуються в проектній практиці. Саме тому підручник ґрунтується на двох фундаментальних розробках, перша з яких – AutoCAD – реалізує конструкторсько-креслярську компоненту проектної діяльності і є світовим лідером у цій галузі, а друга – система SCAD Office, яка також належить до найбільш популярних професійних інструментів проектувальника і дає можливість реалізувати проектно-розрахункову компоненту. Звичайно, у межах підручника розглядаються далеко не всі можливості зазначених програм. Проте наведеного матеріалу досить як для розуміння основних принципів, що покладені в основу програм, так і для набуття основних навичок роботи з ними.

Викладений у підручнику матеріал у повному обсязі використовується під час навчання студентів за спеціальністю “Промислове і цивільне будівництво” у Київському національному університеті будівництва і архітектури та в інших провідних ВНЗ України. Окремі модульні частини наведених матеріалів викладаються студентам й інших будівельних спеціальностей.