

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	3
ВСТУП	4
Частина 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ. ПРЕДМЕТ ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ, ЇЇ ЗАВДАННЯ І МЕТОДИ	8
1. МЕТОД ПРОЕКТУВАННЯ	8
1.1. Поняття кресленика. Властивості кресленика	8
1.2. Метод центрального проектування	9
1.3. Метод паралельного проектування	11
1.4. Ортогональне проектування і його властивості.....	15
1.5. Метричні співвідношення при ортогональному проектуванні	15
1.5.1. Довжина відрізка.....	16
1.5.2. Проектування плоского кута.....	16
2. КОМПЛЕКСНИЙ КРЕСЛЕНИК	19
3. ПРОЕКТУВАННЯ ТОЧКИ.....	24
3.1. Трикартинне комплексне креслення	24
3.2. Проектування точки на дві площини (двокартинний кресленик).....	27
4. ПРОЕКТУВАННЯ ПРЯМОЇ.....	28
4.1. Проектування прямої загального положення.....	28
4.2. Сліди прямої загального положення	29
4.2.1. Сліди прямої на просторовому макеті	30
4.2.2. Сліди прямої на комплексному кресленнику	31
4.3. Проектування прямих, паралельних площинам проєкцій.....	33
4.3.1. Пряма, паралельна горизонтальній площині проєкції (Π_1)	33
4.3.2. Пряма, паралельна фронтальній площині проєкції (Π_2).....	34
4.3.3. Пряма, паралельна профільній площині проєкції (Π_3)	35
4.4. Проектуючі прямі	35
4.4.1. Горизонтально-проектуюча пряма.....	35
4.4.2. Фронтально-проектуюча пряма	36
4.4.3. Профільно-проектуюча пряма	37
4.5. Взаємне розташування прямих в просторі.....	38
4.5.1. Проектування паралельних прямих	38
4.5.2. Проектування перетинних прямих	38
4.5.3. Проектування мимобіжних прямих	39
4.6. Визначення натуральної величини (довжини) відрізка і кутів нахилу до площин проєкцій	41

5. ПРОЕКТУВАННЯ ПЛОЩИНИ.....	43
5.1. Завдання площині.....	43
5.1.1. Задання площини трьома точками	43
5.1.2. Задання площини слідами.....	44
5.2. Прямі і точки площини	46
5.3. Розташування площини щодо площин проекції.....	47
5.3.1. Проектуючі площини	47
5.3.1.1. Горизонтально-проектуюча площина	47
5.3.1.2. Фронтально-проектуюча площина	48
5.3.1.3. Профільно-проектуюча площина	48
5.3.2. Площин рівня.....	50
5.4. Лінії рівня площини	51
5.4.1. Проектування горизонталі площини	52
5.4.2. Проектування фронталі площини.....	53
5.4.3. Проектування профільної прямої площини	53
5.5. Лінії найбільшого нахилу площини. Кути нахилу площини до площин проекцій.....	56
5.5.1. Побудова ЛННП2 і кута нахилу площини до фронтальної площини проекцій	56
5.5.2. Побудова ЛННП1 і кута нахилу площини до горизонтальної площини проекцій	58
5.5.3. Побудова ЛННП3 і кута нахилу площини до профільної площини проекцій	59
5.6. Взаємне розташування площин.....	62
5.6.1. Паралельні площини	62
5.6.2. Пертинні площини.....	64
5.7. Взаємне розташування прямої і площини	68
5.7.1. Умови належності прямої площині	68
5.7.2. Пряма, паралельна площині.....	69
5.7.3. Пряма перетинається з площиною	71
5.7.4. Пряма, перпендикулярна площині	74
5.7.5. Визначення відстані від точки до площини	76
6. ПЕРЕТВОРЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО КРЕСЛЕННЯ	78
6.1. Проектування на додаткову площину	79
6.2. Обертання навколо осі, перпендикулярної до однієї з площин проекцій..	82
6.3. Плоско-паралельне переміщення	83
6.4. Обертання площини навколо прямої рівня	84
6.5. Обертання площини навколо сліду	86
7. АКСОНОМЕТРІЯ	88
7.1. Основні поняття, визначення і співвідношення	88
7.2. Ізометрія.....	93
7.3. Диметрія.....	95

7.4. Аксонометричні проекції кіл, що лежать у площинах, паралельних координатним площинам проекцій	97
7.4.1. Ізометричні проекції кіл, що лежать у площинах, паралельних координатним площинам	98
7.4.2. Диметричні проекції кіл, розташованих на координатних площинах П1, П2, П3 або на площинах, паралельних координатним	99
7.4.3. Побудова найбільш поширених кривих	100
8. БАГАТОГРАННИКИ	104
8.1. Види багатогранників	104
8.1.1. Призми	104
8.1.2. Піраміди	105
8.1.3. Призматоїди	106
8.1.4. Антипризми	107
8.1.5. Ромбоєдр	107
8.1.6. Правильні багатогранники	108
8.2. Побудова креслеників багатогранників і проектування точок, що належать їх поверхням	110
8.2.1. Проектування призми	110
8.2.2. Проектування піраміди	112
8.2.3. Проектування точок, що лежать на бічній поверхні гранного тіла ..	113
8.3. Перетин багатогранників проектуючою площиною	115
8.3.1. Перетин призми проектуючою площиною	116
8.3.2. Перетин піраміди проектуючою площиною	117
8.4. Взаємний перетин багатогранників	117
8.4.1. Проектування призми з призматичним отвором	118
8.4.2. Проектування піраміди з призматичним отвором	120
8.4.3. Проектування нахиленої призми загального положення, що перетинається прямою загального положення (побудова комплексного кресленника)	121
8.4.4. Проектування двох похилих перетинних призм загального положення. Побудова комплексного кресленника	122
9. ПОВЕРХНІ	124
9.1. Кінематичне утворення поверхонь	125
9.2. Визначник поверхні	126
9.3. Задання поверхні на кресленнику	126
9.4. Лнійчаті розгортні поверхні	127
9.4.1. Циліндрова поверхня	127
9.4.2. Конічна поверхня	130
9.5. Поверхні обертання	132
9.5.1. Тор	133
9.5.2. Сфера	134
9.6. Перетин поверхонь проектуючою площиною	135

9.6.1. Перетин циліндра	135
9.6.2. Перетин конуса	137
9.6.3. Перетин сфери	142
9.7. Перетин поверхонь	144
9.7.1. Перетин призми з циліндром	144
9.7.2. Піраміда з циліндровим отвором	146
9.7.3. Перетин циліндра з призмою	147
9.7.4. Перетин сфери з призмою	148
9.7.5. Перетин поверхонь	149
9.7.5.1. Перетин поверхонь обертання з сферою	149
9.7.5.2. Перетин двох циліндрів рівних діаметрів	150
9.7.5.3. Циліндр з циліндровим отвором	150
9.7.6. Перетин конуса з циліндром	152
9.8. Перетин геометричних фігур проєктуючою площиною	153
9.8.1. Перетин призми з циліндровим отвором	153
9.8.2. Перетин піраміди з циліндровим отвором	154
9.8.3. Перетин сфери з призматичним отвором	155
9.8.4. Перетин циліндра з циліндровим отвором проєктуючою площиною	156
9.8.5. Перетин конуса з циліндровим отвором проєктуючою площиною	157
Частина 2. ОСНОВИ ПРОФЕСІЙНОГО КОНСТРУЮВАННЯ	160
10. ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНИКІВ (ФОРМАТИ, МАСШТАБИ, ТИПИ ЛІНІЙ)	160
11. ВИДИ, РОЗРІЗИ, ПЕРЕТИНИ	168
12. ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ, ГРАНИЧНИХ ВІДХИЛЕНЬ І ШОРСТКОСТЕЙ ПОВЕРХНІ	191
13. ЕСКІЗУВАННЯ	213
14. РОЗНІМНІ З'ЄДНАННЯ	220
15. НЕРОЗ'ЄМНІ З'ЄДНАННЯ	229

ПЕРЕДМОВА

В основу підручника покладена методика, яка сформувалась впродовж навчання багатьох поколінь спеціалістів. Відповідно до цієї методики навчальний курс включає:

- теоретичний лекційний матеріал;
- матеріал для виконання практичних занять;
- завдання для самостійної (домашньої) роботи;
- завдання для контролю і самоконтролю знань.

Підручник складається з друкованої книжки та електронної версії. Електронна версія може бути встановлена як на комп'ютері для індивідуального користування, так і на сервері для колективного користування. Потрібне ПЗ: Windows 95, Internet Explorer 6 і пізніші версії.

Електронна версія більш інформативна і повна порівняно з книжкою. В ній навчальний матеріал розділений на три рівні. На першому рівні викладені загальні відомості, визначення, властивості і т.п. З першого рівня можна перейти на другий, де більш детально розглянуті питання проектування геометричних об'єктів, наведені кресленики, рисунки і описана їх побудова.

На третьому рівні демонструється процес побудови креслеників у вигляді динамічних кроків. Побудова супроводжується покроковими текстами і поясненнями голосом лектора, що сприяє повнішому і глибшому засвоєнню матеріалу.

Переходи з першого рівня на другий, з другого на третій і навпаки в будь-якій послідовності виконуються за позначками (виділеними словами) у тексті.

В підручнику розміщена об'єднана інформація першого і другого рівнів (лекційний матеріал). У ній часто зустрічаються рекомендації такого змісту: «За більш детальними поясненнями зверніться до електронної версії (рис. х.хх)». Рис. х.хх — це позначка для виведення на екран монітора рис. х.хх і пояснень до нього. Як правило, це динамічні рисунки з покроковою побудовою.

В електронній версії на першій сторінці розміщений зміст (перелік тем). Під назвою кожної теми надрукований перелік рисунків з цієї теми, які можна вивести на екран.

ВСТУП

Інженерна графіка — загальнотехнічна дисципліна, в якій розглядаються методи, алгоритми геометричного проектування і прийоми розробки і оформлення графічної документації. Перш ніж приступити до виготовлення будь-якого виробу (деталі, механізму, електронної схеми, будівлі) його зображують на папері або екрані монітора, тобто створюють його кресленик. Основна відмінність кресленика від малюнка полягає в тому, що малюнок передає бачення його виконавця. Художник говорить: «Я так бачу». Малюнок може сприйматися кожним по своєму, індивідуально (неоднозначно). Проектувальник за допомогою кресленика передає об'єктивні дані про виріб, що розробляється. Кресленик це керівництво до дії для виробників. Він всіма повинен сприйматися однозначно, як технічний текст. Тому виконання креслення регламентується певними правилами, ГОСТами, які необхідно неухильно дотримуватися. Отже, сучасний фахівець повинен вміти за допомогою кресленика висловлювати свої творчі задуми, технічні ідеї для подальшого здійснення їх на практиці.

Геометричні моделі і їх графічні зображення широко використовується в найрізноманітніших галузях сучасної науки, техніки і виробництва, дозволяючи компактно і просто представити необхідну користувачеві інформацію.

Теоретичною основою інженерної графіки є нарисна геометрія, як теорія про методи зображення на площині просторових тіл. Походження нарисної геометрії тісно пов'язане з практикою. Вона є одним з найбільш практичних розділів математики, результат досліджень і узагальнень архітекторів, каменерізів, художників і інженерів.

Прообраз ортогонального проектування, що лежить в основі креслення — план. Планами користувалися ще архітектори старовини при зведенні будівель і забудові міст. Так, до 3-го тисячоліття до н.е. відноситься статуя Гуден, відома під назвою «Архітектор з планом». На використання креслень в давнину указує і складна архітектура фортець, храмів, палаців стародавнього Вавілона, Єгипту, Греції.

Римський архітектор Марк Вітрувій (1 століття до н.е.) пише, що архітектор при споруді будівлі користується наступними видами

зображень: іхнографією, орфографією і скенографією. «Іхнографія є належне і послідовне застосування циркуля і лінійки для отримань контурів плану на поверхні землі. Орфографія ж є вертикальне зображення фасаду і картина зовнішнього вигляду майбутньої будівлі, зроблена з належним дотриманням його пропорцій. Рівним чином скенографія є малюнок фасаду і сторін, що йдуть углиб, шляхом зведення всіх ліній до центру, наміченого циркулем» (Вітрувій. «Десять книг про архітектуру»).

З приведеної цитати видно, що в той час (1 століття до н.е.) були відомі і ортогональні креслення (план і фасад) і перспективне зображення (скенографія).

Подальший розвиток теорії зображень пов'язаний з іменами Леонардо да Вінчі, Альберта Дюрера, Жерара Дезарга, П'єра Ферма, Блеза Паскаля, Рене Декарта і інших.

Нарисна геометрія як наука була створена великим французьким вченим Гаспаром Монжем в книзі «Нарисна геометрія», що була опублікована в 1798 р.

Професору В.І. Курдюмову належать слова, що визначають саму суть нарисної геометрії: «Якщо креслення є мовою техніки, однаково зрозумілої всім народам, то нарисна геометрія служить граматиною цієї світової мови, оскільки вона учить нас правильно читати чужі думки і висловлювати на кресленні наші власні думки, користуючись як словами тільки одними лініями і точками, як елементами всякого зображення». (Курдюмов В.І. «Курс нарисної геометрії»).

Часто виникає питання: Навіщо сьогодні потрібна інженерна графіка, якщо у розпорядженні проектувальника є комп'ютер, графічні системи, наприклад AutoCad, КОМПАС та інші? Безумовно, машинна графіка дозволяє виконувати креслення швидше, з більшою точністю, дозволяє отримати в лічені секунди потрібне наочне зображення. Проте, остаточне рішення залишається за виконавцем, і, щоб це рішення було правильним, він повинен безпомилково прочитати отримане креслення, правильно вибрати потрібне зображення, види, розрізи, перетини. Акценти змістилися з виготовлення креслення на його швидке прочитання і інтерпретацію. Методи проектування не втратили своєї актуальності, як і проектування основних елементів: точки, прямої, ліній, поверхонь.

Підручник «Основи інженерної графіки з елементами професійного конструювання» призначений для студентів вищих навчальних

закладів інженерно — технічних спеціальностей та відповідає вимогам діючої навчальної програми та «Концепції розвитку електронного навчання в НТУ «ХПІ»».

Викладаємий матеріал складається з двох частин. Перша частина — теоретичні основи інженерної графіки. В цій частині розглядаються способи побудови зображень (креслеників) і вирішення на них елементарних позиційних і метричних задач. У кінці всіх тем розміщені матеріали для виконання практичних занять та тести для контролю і самоконтролю знань.

Друга частина підручника «Основи професійного конструювання» містить конкретні прийоми розробки конструкторської документації, загальні правила оформлення креслень, вимоги до їх форматів, масштабів, типів ліній, видів, розрізів, перетинів, приведені приклади їх правильного вибору і застосування. Наведені основні відомості і прийоми нанесення розмірів, граничних відхилень і шорсткості поверхонь. Надані загальні відомості про роз'ємні (різьбові) і нероз'ємні (зварні) з'єднання.

Цей навчальний курс дозволяє оволодіти навичками правильної розробки та читання робочих і складальних креслеників.

При створенні підручника автори намагались викласти матеріал так, щоб студент при самостійній роботі з підручником без допомоги викладача (з викладачем контакт обмежений) міг знайти сам відповіді на запитання, якщо вони виникли. На нашу думку, це забезпечується тривірневим викладом навчального матеріалу.

Якщо читач зустрінє незнайомий термін — до його послуг словник-довідник.

В електронній версії у вигляді додатків розміщені:

- словник-довідник;
- робочий зошит для самостійної роботи в аудиторії і дома;
- обов'язкові домашні завдання;
- «Це цікаво» (репродукції картин, виконаних відомими авіаконструкторами, вченими, художниками, які сприяють глибшому розвитку просторового мислення).

Підручник призначений для вивчення інженерної графіки студентами всіх форм навчання: очного, заочного, вечірнього, дистанційного, екстернатного. Детальність викладення матеріалу робить підручник доступним також для учнів технікумів, професійних училищ і навіть школярів старших класів середніх шкіл.

Автори висловлюють щирою подяку викладачам кафедри ГМКГ НТУ «ХП», інженерам В.Г. Свистуну, В.І. Матюхіну, С.П. Якименку, за допомогу в створенні та оформленні роботи, а також д.т.н., проф. Л.Н. Куценко, д.т.н., проф. Ю.М. Тормосову за рецензування роботи і висловлені зауваження та поради.