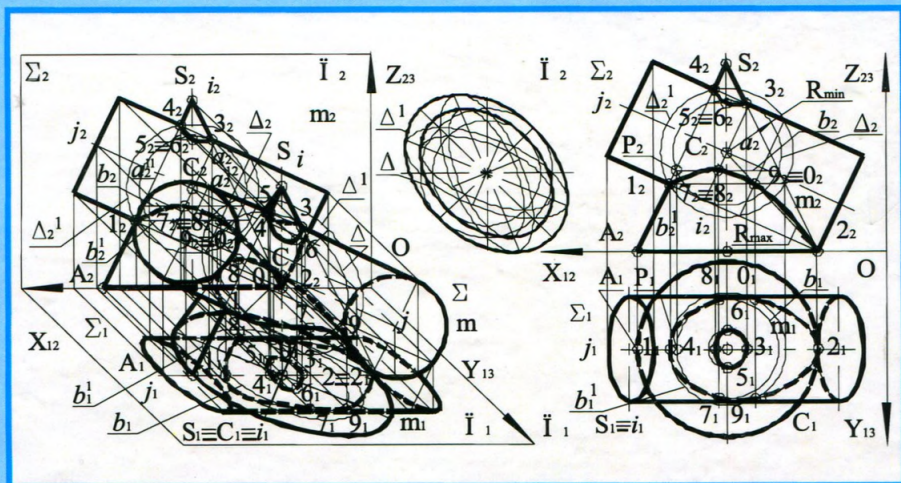


514.18
Б87

Браїлов Олександр Юрійович

ІНЖЕНЕРНА ГЕОМЕТРІЯ

ПІДРУЧНИК



ВИДАВНИЦТВО "КАРАВЕЛА"

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ**

БРАІЛОВ О. Ю.

ІНЖЕНЕРНА ГЕОМЕТРІЯ

*Підручник
для студентів
вищих навчальних закладів*

КИЇВ «КАРАВЕЛА» 2018

УДК 621.91.011
+515.2:518.62

Гриф надано
МОНМС України
(лист №1/11-5297 від
01.10.2012 р.)

Рецензенти:

А. В. Грішин, доктор технічних наук, професор, проректор по науковій роботі Одеської державної академії будівництва та архітектури;

О. Ф. Дашенко, доктор технічних наук, професор, Заслужений діяч науки й техніки України, лауреат Державної премії України, директор Інституту машинобудування Одеського національного політехнічного університету;

В. Ф. Семенюк, доктор технічних наук, професор, академік Підйомно-транспортної академії наук України, декан Німецького технічного факультету Одеського національного політехнічного університету.

**Б 53 БРАІЛОВ О. Ю. ІНЖЕНЕРНА ГЕОМЕТРІЯ.
ПІДРУЧНИК. - КИЇВ: КАРАВЕЛА, 2018. - 516 с. [МАЛ. 243]**

У підручнику викладаються теоретичні та методичні аспекти створення параметричної геометричної моделі виробу для побудови креслення. Доповнені автором закони проєкційних зв'язків дозволяють вирішувати геометричні завдання в кожному з восьми октантів. Запропонована універсальна структура формальних алгоритмів розв'язку позиційних, метричних і аксонометричних задач, а також розв'язку задачі побудови розгортки криволінійної поверхні. Розв'язання кожного базового інженерного завдання супроводжується побудовою та взаємно однозначним перетворенням двовимірних і тривимірних геометричних моделей виробу. Кожний крок алгоритму відображається в знаковій (семіотичній) моделі розв'язання інженерного завдання. Комплексна комбінація геометричних моделей і семіотичної моделі формує розуміння суті досліджуваного явища.

для студентів, магістрів, аспірантів, докторантів, викладачів технічних університетів і академій, а також інженерів-практиків.

© О.Ю. Браїлов, 2018

ISBN 978-966-2229-74-5

© Видавництво «Каравела», 2018

ЗМІСТ

РЕКОМЕНДАЦІЯ	12
ПЕРЕДМОВА	13
ВСТУП	19
Нарисна геометрія.....	19
Предмет, мета та задачі нарисної геометрії.....	19
Вида геометричних образів та фігур.....	21
Визначник геометричного образу.....	21
1. МЕТОД ПРОЕКЦІОНАННЯ. АПАРАТ І ОПЕРАЦІЇ ПРОЕКЦІОНАННЯ	22
2. ВИДИ ПРОЕКЦІОНАННЯ. ЦЕНТР ПРОЕКЦІОНАННЯ	24
2.1. Центральне (конічне) проєкціювання.....	24
2.2. Паралельне (циліндричне) проєкціювання.....	25
2.3. Властивості центрального (конічного) проєкціювання.....	27
2.4. Властивості паралельного (циліндричного) косокутного проєкціювання.....	29
2.5. Властивості паралельного (циліндричного) прямокутного (ортогонального) проєкціювання.....	31
3. СТВОРЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО КРЕСЛЕННЯ. ОКТАНТИ. МЕТОД ГАСПАРА МОНЖА	34
3.1. Поняття октанта.....	34
3.2. Суть методу Гаспара Монжа.....	36

4. ГЕОМЕТРИЧНІ МОДЕЛІ ТА АНАЛІТИЧНА МОДЕЛЬ ТОЧКИ	37
4.1. Закони проєкційних зв'язків.....	40
4.2. Класифікація точок.....	41
Контрольні питання до першого інформаційного блоку.....	42
5. ГЕОМЕТРИЧНІ ТА АНАЛІТИЧНІ МОДЕЛІ ПРЯМОЇ ЛІНІЇ	43
5.1. Класифікація прямих ліній.....	44
5.2. Способи завдання відрізка та визначники прямої лінії.....	44
5.3. Геометрична модель прямої лінії загального положення.....	45
5.4. Особливості комплексного креслення прямої лінії загального положення.....	45
5.5. Геометричні моделі прямої лінії рівня.....	47
5.5.1. Геометрична модель горизонтальної прямої лінії рівня та властивості цієї моделі.....	48
5.5.2. Геометрична модель фронтальної прямої лінії рівня та властивості цієї моделі.....	49
5.5.3. Геометрична модель профільної прямої лінії рівня та властивості цієї моделі.....	51
5.5.4. Особливості комплексного креслення прямої лінії рівня.....	52
5.6. Геометричні моделі проєкціуючої прямої лінії.....	53
5.6.1. Геометрична модель горизонтально проєкціуючої прямої лінії та властивості цієї моделі.....	54

5.6.2. Геометрична модель фронтально проєкціуючої прямої лінії та властивості цієї моделі.....	56
5.6.3. Геометрична модель профільно проєкціуючої прямої лінії та властивості цієї моделі.....	57
5.6.4. Особливості комплексного креслення проєкціуючої прямої лінії.....	59
5.7. Аналітичні моделі прямої лінії.....	59
6. ГЕОМЕТРИЧНІ ТА АНАЛІТИЧНІ МОДЕЛІ ПЛОЩИНИ.....	61
6.1. Класифікація площин.....	61
6.2. Способи завдання площини на комплексному кресленні. Визначники площини.....	62
6.3. Геометрична модель площини загального положення.....	63
6.4. Особливості комплексного креслення площини загального положення.....	64
6.5. Геометричні моделі площини рівня.....	65
6.5.1. Геометрична модель горизонтальної площини рівня та властивості цієї моделі.....	66
6.5.2. Геометрична модель фронтальної площини рівня та властивості цієї моделі.....	68
6.5.3. Геометрична модель профільної площини рівня та властивості цієї моделі.....	70
6.5.4. Особливості комплексного креслення площини рівня.....	72
6.6. Геометричні моделі проєкціуючої площини.....	73

6.6.1. Геометрична модель горизонтально проєкціуючої площини та властивості цієї моделі.....	74
6.6.2. Геометрична модель фронтально проєкціуючої площини та властивості цієї моделі.....	76
6.6.3. Геометрична модель профільно проєкціуючої площини та властивості цієї моделі.....	78
6.6.4. Особливості комплексного креслення проєкціуючої площини.....	80
6.7. Аналітичні моделі площини.....	81
6.8. Головні лінії площини.....	82
Контрольні питання до другого інформаційного блоку.....	84
7. ГЕОМЕТРИЧНІ ТА АНАЛІТИЧНІ МОДЕЛІ ПОВЕРХНІ.....	86
7.1. Способи створення, способи опису та відображення, класифікація поверхонь.....	86
7.2. Контур та обрис поверхні. Спосіб завдання поверхні на комплексному кресленні.....	90
7.3. Лінійчасті розгортні поверхні з однією напрямною лінією.....	91
7.4. Лінійчасті нерозгортні поверхні з двома напрямними лініями та площиною паралелізму.....	97
7.5. Лінійчасті нерозгортні поверхні з трьома напрямними лініями.....	102
7.6. Гвинтові поверхні.....	104
7.7. Поверхні обертання та їх аналітичні моделі.....	107
7.8. Ознака належності точки поверхні.....	112
Контрольні питання до третього інформаційного блоку.....	112

8. ПОЗИЦІЙНІ ЗАДАЧІ	115
8.1. Поняття й класифікація позиційних задач.....	115
8.2. Поняття конкуруючих точок. Правило визначення видимості конструктивних елементів виробу.....	116
8.3. Взаємне розташування, належність і перетинання однотипних лінійних геометричних образів.....	116
8.3.1. Взаємне розташування, належність (збіг) точок. Правило визначення видимості конкуруючих точок.....	117
8.3.2. Взаємне розташування, належність і перетинання прямих ліній.....	122
8.3.3. Взаємне розташування, належність і перетинання площин.....	129
8.4. Взаємне розташування, належність і перетинання різномісних лінійних геометричних образів.....	133
8.4.1. Взаємне розташування, належність (збіг) точки та прямої лінії.....	133
8.4.2. Взаємне розташування, належність (збіг) точки та площини.....	135
8.4.3. Взаємне розташування, належність і перетинання прямої лінії та площини.....	138
8.5. Взаємне розташування, належність (збіг) точки та поверхні.....	142
8.6. Застосування ознак інцидентності геометричних образів для розв'язання інженерних задач.....	147
8.6.1. Задача про належність прямої лінії площині (задача 1)	147

8.6.2. Задача про належність точки площині (задача 2).....	150
8.6.3. Задача про паралельні площини (задача 3).....	155
8.7. Взаємний перетин геометричних образів.....	164
8.7.1. Класифікація позиційних задач про взаємний перетин геометричних образів.....	164
8.7.2. Поняття та критерій вибору посередника для позиційних задач.....	165
8.7.3. Алгоритм розв'язання позиційних задач про взаємний перетин геометричних образів.....	166
8.7.4. Побудова точки перетину прямої лінії та площини (задачі 4,5). Перша основна позиційна задача нарисної геометрії.....	171
8.7.5. Побудова лінії перетину двох площин (задача 6). Друга основна позиційна задача нарисної геометрії.....	191
8.7.6. Побудова точок перетину прямої лінії та поверхні (задача 7).....	204
8.7.7. Побудова лінії перетину площини та поверхні (задача 8).....	214
8.7.8. Побудова лінії перетину двох поверхонь (задачі 9, 10, 11).....	227
Контрольні питання до четвертого інформаційного блоку.....	267
9. МЕТРИЧНІ ЗАДАЧІ	269
9.1. Теорема про проекцію прямого кута.....	270
9.2. Розв'язання метричних задач без перетворення комплексного креслення.....	272

9.2.1. Перпендикулярність прямих ліній (задачі 12, 13).....	272
9.2.2. Перпендикулярність прямої лінії та площини (задача 14).....	277
9.2.3. Перпендикулярність двох площин.....	279
9.2.4. Кути між прямими лініями.....	280
9.2.5. Кут між прямою лінією та площиною (задача 15).....	280
9.2.6. Кут між площинами.....	287
9.3. Розв'язання метричних задач перетворенням комплексного креслення.....	289
9.3.1. Класифікація методів перетворення комплексного креслення геометричного образу.....	289
9.3.2. Методи перетворення комплексного креслення для непорушного геометричного образу.....	291
9.3.2.1. Метод заміни площин проєкцій із введенням площин і осей координат поза геометричним образом та його проєкціями (задача 16).....	291
9.3.2.2. Метод заміни площин проєкцій із введенням площин і осей координат через елементи геометричного образу та його проєкції. Метод прямокутного трикутника (задача 17).....	297
9.3.2.3. Алгоритм багаторазового застосування методу заміни площин проєкцій.....	300
9.3.3. Методи перетворення комплексного креслення при змінюваному (рухливому) положенні геометричного образу в просторі.....	305
9.3.3.1. Метод обертання геометричного образу навколо прямої лінії (осі) загального положення.....	305

9.3.3.2. Метод обертання геометричного образу навколо прямої лінії, перпендикулярної до площини проєкції. Метод обертання геометричного образу навколо проєкціуючої осі, (задача 18).....	307
9.3.3.3. Метод обертання геометричного образу навколо прямої лінії рівня (задача 19).....	310
9.3.3.4. Метод суміщення площини загального положення із площинами проєкцій обертанням навколо головних ліній (задача 20).....	317
9.3.3.5. Метод плоскопаралельного переміщення (задача 21).....	328
Контрольні питання до п'ятого інформаційного блоку.....	335
10. РОЗГОРТКИ ПОВЕРХОНЬ.....	337
10.1. Основні властивості розгортання.....	337
10.2. Ознака розгортання поверхні.....	338
10.3. Загальний принцип, метод і алгоритм побудови розгортай криволінійної поверхні.....	339
10.4. Способи побудови розгорток.....	343
10.5. Розгортка конусів і пірамід (задача 22).....	344
10.6. Розгортка циліндрів і призм (задача 23).....	350
Контрольні питання до шостого інформаційного блоку.....	362
11. АКСОНОМЕТРИЧНІ ПРОЕКЦІЇ.....	363
11.1. Проекційне креслення. Вимоги до проєкційного креслення та його побудови.....	363
11.2. Принципи побудови креслення.....	364
11.3. Визначення аксонометрії.....	366

11.4. Суть методу, апарат і операції аксонометричного проєкціювання.....	366
11.5. Властивості аксонометричних проєкцій.....	368
11.5.1. Наочність аксонометрії.....	368
11.5.2. Оборотно́сть аксонометрії.....	369
11.5.3. Вимірність аксонометрії.....	372
11.6. Теорема Польке-Шварца.....	374
11.7. Класифікація аксонометричних проєкцій.....	375
11.8. Стандартні види аксонометричних проєкцій.....	378
11.8.1. Прямокутна ізометрія.....	378
11.8.2. Прямокутна диметрія.....	386
11.8.3. Косокутна фронтальна ізометрія.....	401
11.8.4. Косокутна фронтальна диметрія.....	404
11.8.5. Косокутна горизонтальна ізометрія.....	407
11.9. Алгоритм побудови аксонометрії.....	410
Контрольні питання до сьомого інформаційного блоку.....	420
ВИСНОВКИ.....	422
ЛІТЕРАТУРА.....	432
ДОДАТОК.....	440