Зміст

Передмова ... 7
Від автора ... 8
Структура підручника ... 10
Вступ ... 12
1. Предмет і завдання математичної картографії ... 12
2. Короткий історичний нарис розвитку картографії і математичного обґрунтування карт ... 13

Розділ 1. Загальні відомості про фігуру Землі, її поверхню та спотворення, які виникають унаслідок її зображення. Загальні питання теорії математичної картографії ... 23
1.1. Фігура Землі та її математична поверхня ... 23
1.2. Координати точок поверхні еліпсоїда і кулі ... 26
1.3. Картографічна проєкція і картографічна сітка ... 29
1.4. Поняття про спотворення, що виникають унаслідок зображення поверхні Землі математичної на площині ... 30
1.5. Зображення азимута напрямку в проєкції. Кут між меридіаном і паралеллю в зображенні на площині. Умови ортогональності картографічної сітки ... 33
1.6. Масштаби довжин: уздовж довільного напрямку та вздовж меридіана і паралелі ... 37
1.7. Поняття про екстремальні масштаби довжин. Головні напрямки. Еліпс спотворень і його орієнтування ... 40
1.8. Частинний масштаб площі ... 47
1.9. Спотворення кутів. Найбільше спотворення кута ... 48
1.10. Зображення поверхні еліпсоїда (кулі) на площині. Умови зображення ... 51
1.10.1. Рівнокутове зображення ... 51
1.10.2. Рівноплощове зображення ... 52
1.10.3. Довільне зображення ... 52
Контрольні питання до розділу 1 ... 53

Розділ 2. Зображення земного еліпсоїда на кулі ... 57
2.1. Загальні положення ... 57
2.2. Рівнокутове зображення ... 59
2.3. Рівноплощове зображення ... 61
2.4. Рівнопроміжкове зображення ... 65
2.4.1. Масштаб уздовж меридіана $m = 1$ ... 65
2.4.2. Масштаб уздовж паралелі $n = 1$ ... 66
Контрольні питання до розділу 2 ... 68

Розділ 3. Картографічні проєкції ... 70
3.1. Класифікація проєкцій ... 70
3.1.1. Класифікація проєкцій за характером спотворень ... 70
Рівнокутові проєкції ... 70
Рівноплощові проєкції ... 70
Довільні проєкції ... 71
3.1.2. Класифікація проєкцій за виглядом нормальної сітки ... 72
Циліндричні проєкції ... 72
Конічні проєкції ... 73
Азимутні проєкції ... 74
Псевдоциліндричні проєкції ... 74
Псевдоконічні проєкції ... 75
Псевдоазимутні проєкції ... 75
Поліконічні проєкції ... 76
Колові проєкції ... 76
Похідні проєкції ... 77

3.1.3. Класифікація проєкцій за розташуванням допоміжної поверхні ... 77
3.1.4. Класифікація проєкцій за іншими ознаками ... 78
3.2. Скісна і поперечна системи полярних сферичних координат. Визначення координат полюсів і точок земної поверхні в цих системах ... 79
Контрольні питання до розділу 3 ... 86

Розділ 4. Циліндричні проєкції ... 87
4.1. Основні поняття. Картографічна сітка. Загальні формули ... 87
4.2. Рівнокутові (конформні) прямі циліндричні проєкції ... 89
4.2.1. Визначення положення ортодроми ... 97
4.2.2. Визначення напряму ортодроми ... 98
4.2.3. Визначення довжини ортодроми ... 99
4.2.4. Визначення координат проміжних точок ортодроми ... 99
4.3. Рівноплощові (еквівалентні) прямі циліндричні проєкції ... 101
4.3.1. Еквівалентна проєкція Бермана ... 103
4.4. Рівнопроміжкові (еквідистантні) прямі циліндричні проєкції ... 105
4.5. Довільні циліндричні проєкції ... 107
4.6. Скісні та поперечні циліндричні проєкції ... 109
4.6.1. Рівнокутова поперечно-циліндрична проєкція ... 113
4.6.2. Рівноплощова поперечно-циліндрична проєкція ... 115
4.6.3. Поперечна рівнопроміжкова циліндрична проєкція ... 116
4.6.4. Основні відомості про проєкцію Ґавсса–Крюгера ... 119
4.6.5. Перспективно-циліндричні проєкції ... 127
4.7. Довільні циліндричні проєкції з наперед заданим розподілом спотворень ... 133
Контрольні питання до розділу 4 ... 135

Розділ 5. Конічні проєкції ... 137
5.1. Основні поняття. Картографічна сітка. Загальні формули ... 137
5.2. Прямі рівнокутові (конформні) конічні проєкції ... 139
5.2.1. Проєкція Ґавсса–Ламберта ... 148
5.3. Рівноплощові (еквівалентні) прямі конічні проєкції ... 149
5.3.1. Проєкція Альберса ... 154
5.4. Рівнопроміжкові прямі конічні проєкції ... 156
5.4.1. Проєкція Птолемея ... 161
5.4.2. Проєкція Деліля ... 162
5.4.3. Проєкція Ейлера ... 164
5.4.4. Проєкція Вітковського ... 166
5.4.5. Пряма рівнопроміжкова конічна проєкція проф. Ф. Красовського ... 168

Розділ 6. Азимутні проєкції ... 170
6.1. Основні відомості. Картографічна сітка. Загальні формули ... 170
6.2. Рівнокутові азимутні проєкції ... 172
6.3. Рівноплощові (еквівалентні) азимутні проєкції. Проєкція Ламберта ... 174
6.4. Рівнопроміжкові вздовж вертикалів (меридианів) азимутні проєкції. *Проєкція Постеля* ... 176
6.5. Перспективно-азимутні проєкції ... 178
6.6. Гномонічні, стереографічні, ортографічні і зовнішні проєкції ... 179
6.6.1. Гномонічна проєкція ... 179
6.6.2. Стереографічна проєкція ... 181
6.6.3. Ортографічні проєкції ... 183
6.6.4. Зовнішні проєкції ... 184
А. Проєкція Кларка ... 186
Б. Проєкція Лаіра ... 187
В. Проєкції з позитивним зображенням ... 188
Г. Проєкції з негативним проєктуванням ... 189
Д. Проєкції з багатократним проєктуванням ... 190
6.7. Узагальнення і видозмінювання азимутних проєкцій ... 195

А. Проєкція Аітова ... 196
Б. Проєкція Аітова–Гаммера ... 197
6.8. Перспективно-азимутні проєкції еліпсоїда з негативним і позитивним зображеннями ... 201
Контрольні питання до розділу 6 ... 203

Розділ 7. Псевдоциліндричні, псевдоконічні та псевдоазимутні проєкції ... 206
7.1. Псевдоциліндричні проєкції ... 206
7.1.1. Загальні відомості та основні формули ... 206
7.1.2. Рівноплощові псевдоциліндричні проєкції ... 209
1. Проєкція Еккерта ... 210
2. Проєкція Сансона ... 213
3. Проєкція Каврайського ... 215
4. Проєкція Мольвейде ... 217
5. *Проєкція Мольвейде–Ґуда* ... 220
7.1.3. Довільні псевдоциліндричні проєкції ... 223
1. Проєкція Каврайського ... 223
2. Проєкція ЦНДІГАіК ... 227
3. Проєкція Урмаєва ... 228
7.2. Псевдоконічні проєкції ... 228
7.2.1. Основні відомості та загальні формули ... 228
7.2.2. Рівноплощові псевдоконічні проєкції ... 229
Проєкція Бонна ... 231
Серцеподібна проєкція ... 236
7.3. Псевдоазимутні проєкції ... 237
Контрольні питання до розділу 7 ... 239

Розділ 8. Поліконічні проєкції ... 241
8.1. Загальні відомості та формули ... 241
8.2. Проста поліконічна проєкція ... 243
8.3. Проста поліконічна проєкція для вузької меридіанної смуги ... 247
8.4. Довільні поліконічні проєкції, отримані за ескізами їх картографічних сіток ... 249
8.5. Видозмінна проста поліконічна проєкція. Проєкція карти масштабу 1:1000000 і критичні зауваження Ломніцкі стосовно міжнародної карти ... 259
8.6. Проєкція Лаллемана і критичні зауваження Ломніцкі ... 268
8.7. Проєкція Лагранжа ... 276
8.8. Деякі відомості про загальні поліконічні проєкції ... 284
Контрольні питання до розділу 8 ... 287

Розділ 9. Колові проєкції ... 289
9.1. Кульова (глобулярна) проєкція ... 289
9.2. Проєкція Ґрінтена ... 293
9.3. Проєкції Апіана, Араго, Лоріца, Менделєєва ... 298
9.3.1. Проєкція Апіана ... 298
9.3.2. Проєкція Араго ... 298
9.3.3. Проєкція Лоріца ... 298
9.3.4. Проєкція Менделєєва ... 299
9.4. Проєкція Лагранжа ... 300
9.5. Коротко про стереографічну проєкцію еліпсоїда ... 307
Контрольні питання до розділу 9 ... 307

Розділ 10. Похідні проєкції ... 309
10.1. Проєкції, отримані комбінацією рівнянь вихідних проєкцій. Проєкції Гаммера і Брейзінґа ... 309
10.2. Проєкції, отримані комбінацією сіток вихідних проєкцій ... 312
10.3. Гомографічне перетворення за методом М. Урмаєва ... 317
10.4. Пошук картографічних проєкцій ... 317

10.4.1. Проєкції з рівноподіленими паралелями....318
10.4.2. Проєкція Чебишова....324
Контрольні питання до розділу 10....328

Розділ 11. Геодезичні проєкції....330
11.1. Проєкція Ґавсса–Крюгера....330
11.2. Проєкція UTM (універсальна поперечно-циліндрична проєкція Меркатора)....338
11.3. Проєкція Ґавсса–Крюгера для широкої меридіанної смуги....338
11.4. Проєкція Кассіні–Зольднера....342
11.5. Проєкція Ґавсса-Ламберта....345
11.6. Стереографічна проєкція....347
11.7. Стереографічна проєкція Руссіля з видозмінним опрацюванням її професора Л. Ґрабовскі....347
11.8. Проєкція Баумана....352
11.9. Проєкція Схольса....353
11.10. Проєкція Лаборда....354
11.11. Пристосована конформна проєкція Каврайського....355
11.12. Проєкції, одержані за допомогою однорідних гармонічних поліномів....356
11.13. Проєкція Мюфлінга....359
Контрольні питання до розділу 11....360

Розділ 12. Підсумкова узагальнювальна частина....362
12.1. Топографічні карти, їх розграфлення і номенклатура....362
12.2. Вибір картографічної проєкції....367
12.3. Розпізнавання картографічних проєкцій....371
12.4. Проєкції, які найчастіше використовують в картографії на практиці....381
12.5. Проєкції навігаційних карт....383
12.6. Проєкції карти світу масштабу 1:2500000....386
Контрольні питання до розділу 12....389

Розділ 13. Доповнення. Практична частина....392
13.1. Про точність обчислень....392
13.2. Дослідження картографічної проєкції за виглядом її сітки меридіанів і паралелей та за її рівняннями....396
13.3. Дослідження картографічних проєкцій за їх рівняннями....406
13.4. Обчислення локсодромічного кута, довжини локсодроми і довжини ортодроми....420
13.5. Визначення координат рамки аркуша топографічної карти масштабу 1:100000 і побудова її основи....422
13.6. Обчислення координат, побудова й оформлення картографічної сітки проєкції Меркатора....438
13.7. Обчислення координат і побудова картографічної сітки прямої рівнокутової конічної проєкції (розв’язання конкретної задачі)....449
13.8. Деякі пояснення та рекомендації, що стосуються розв’язання числового прикладу й оформлення його результатів....454
13.9. Обчислення координат, побудова й оформлення картографічної сітки гномонічної проєкції....456
13.10. Стереографічна проєкція і графічний спосіб побудови її картографічної сітки....468
Контрольні питання до розділу 13....472

Список літератури....474

Додатки....476
Математичні і табличні величини та математичні формули....476
1. Математичні величини....476
2. Табличні величини....477
Математичні формули....484
Деякі міри довжини, площі, кутів....500