

Кочеригін Л.Ю.

ФОТОГРАММЕТРІЯ

**Навчальний посібник
для студентів аграрних ВНЗ (коледжів і технікумів)
за напрямом підготовки 19 «Архітектура та будівництво»
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»**



2019

УДК 528.711.18 (075.8)
ББК 26.12я.73

Рекомендовано до друку вченою
радою Білоцерківського НАУ
(протокол № 10 від 10.06.2019 р.)

Кочеригін Л.Ю. **Фотограмметрія:** навч. посіб. для студ. аграрних ВНЗ (коледжів і технікумів) за напрямом підготовки 19 «Архітектура та будівництво» спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій». Біла Церква, 2019. 496 с.

Посібник виконано з урахуванням стандартів ОПП та ОКХ 2013 р. за освітньо-кваліфікаційним рівнем «молодший спеціаліст» спеціальності «землепорядкування» та навчальною програмою затвердженою Департаментом науково-освітнього забезпечення АПВ та розвитку сільських територій Мінагрополітики України 12.06.2014 р. Розділи присвячені історії виникнення і розвитку аерофотознімання, лінійній перспективі, контурному зніманні та методам створення топографічних планів і карт за фотозображенням, основам цифрової фотограмметрії та дистанційному зондуванню Землі, космічному зніманню й основам застосування GPS технологій, а також прикладним питанням використання матеріалів аерофотозйомки при проведенні земельно-кадастрових робіт.

Навчальний посібник розроблений на основі теоретичних і практичних положень провідних вчених та науковців у галузі фотограмметрії Богомолова Л.А., Гебгарда Я.І., Дорожинського О.Л., Ільїнського Н.Д., Келля Л.Н., Кісліцина О.С., Лобанова А.Н., Могильного С.Г., Мурашева С.А., Назарова А.С., Обіралова О.І., Сердюкова В.М., Фельдмана М.Й., Фостікова А.О. та ін.

Призначений для студентів і викладачів ВНЗ за напрямом підготовки 19 «Архітектура та будівництво» спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій».

Рецензенти:

Кохан С. С., завідувач кафедри геоінформатики і аерокосмічних досліджень Землі НУБіП України, д-р техн. наук, доцент;

Шульц Р. В., декан факультету ГІС і управління територіями КНУБА, професор, д-р техн. наук;

Матвієнко А. М., викладач спеціальних дисциплін ВСП Шевченківський коледж Уманського НУС, спеціаліст вищої категорії.

ISBN 978-966-2122-72-5

© Л.Ю. Кочеригін, 2019

ПЕРЕДМОВА

Метою вивчення дисципліни «Фотограмметрія» передбачено не лише отримання знань з основ фотографії, лінійної перспективи, методів аерофотознімання і космічного знімання, але й отримання практичних умінь і навичок щодо виготовлення планово-картографічного матеріалу для потреб землеустрою та кадастру. Фотограмметрію слід вивчати в тісному зв'язку із топографічним землепорядним кресленням, геодезією, землепорядним проектуванням та організацією землепорядних робіт, земельним правом тощо.

Завданням дисципліни «Фотограмметрія» є вивчення різноманітних об'єктів та явищ шляхом виконання вимірювань за їх фотографіями, а також вивчення властивості фотозображення та методів вимірювання фотознімків.

У результаті вивчення цієї навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- будову і принципи дії сучасних фотограмметричних приладів та інструментів;
- способи й засоби аерокосмічного знімання;
- основи фотографії, лінійної перспективи, наземного фотографічного і космічного знімання поверхні Землі;
- способи зображення рельєфу на матеріалах аерофотозйомки і способи коректування планів місцевості та відновлення меж фотограмметричними методами;
- сучасну технологію фотограмметричного опрацювання фотознімків.

Уміти:

- опрацьовувати матеріали аерофотозйомки з метою виявлення їх якості і придатності для подальших робіт;
- враховувати поправки при визначенні площ та при роботі з аеро- і космічними фотознімками із застосуванням знань побудови лінійної перспективи;
- виконувати дешифрування аеро- і космічних знімків;
- працювати на фотограмметричних приладах;
- створювати планово-картографічні матеріали за аерокосмічними знімками;

- готувати, оформляти і використовувати фотограмметричну продукцію при проведенні землевпорядних та кадастрово-геодезичних робіт;
- здійснювати контроль за дотриманням правил охорони праці і пожежної безпеки.

Оскільки галузь застосування аерофотогеодезичних методів у землеустрої та кадастрі має прикладне значення у підготовці майбутнього фахівця, вивченню підлягають усі основні розділи цієї науки, її методи, принципи та способи.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	3
Розділ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ТА ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ФОТОГРАММЕТРІЇ.....	5
1.1. Поняття про дисципліну «Фотограмметрія»	5
1.2. Роль вітчизняних і зарубіжних вчених у розвитку науки фотограмметрія, її зв'язок із землепорядкуванням та перспективи розвитку	10
1.3. Короткий огляд розвитку фотограмметрії	13
1.4. Галузі застосування фотограмметрії в теперішніх умовах нашої держави.....	37
Розділ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОТОГРАММЕТРІЇ	43
2.1. Основні відомості про фотографію.....	43
2.1.1. Фотометрія	43
2.1.2. Фотоапарати, їх типи і будова.....	45
2.1.3. Основні характеристики об'єктива та масштаб зображення	49
2.1.4. Світлочутливі матеріали та їх основні характеристики...54	
2.1.5. Процеси у фотографії: знімальний, негативний, позитивний	57
2.1.6. Репродукування та виготовлення світлокопій. Ціанотипія	62
2.1.7. Поняття про кольорову фотографію та аерофотознімання. Панорамна фотографія	64
2.1.8. Спектрональне аерофотознімання	70
2.2. Основні відомості про лінійну перспективу	75
2.2.1. Види перспектив.....	75
2.2.2. Основні елементи центральної проєкції, побудова перспектив.....	80
2.2.3. Теорема Шаля. Епюри	84
2.2.4. Масштаб перспективи. Перспектива кута	86
2.3. Основні відомості про аерофотознімання	91
2.3.1. Поняття та технологічна схема контурного аерофотознімання	91
2.3.2. Процеси при аерофотозніманні. Перекриття аерофотознімків.....	96

2.3.3. Сучасна технологія фотограмметричного опрацювання фотознімків	101
2.3.4. Вимоги до матеріалів фотографічної і фотограм- метричної якості продукції, здача матеріалів замовнику	103
2.4. Аерофотознімки та вимірювання на них	110
2.4.1. Елементи внутрішнього і зовнішнього орієнтування. Залежність між плоскими координатами точок місцевості і аерофотознімка	110
2.4.2. Спільний вплив кута нахилу та рельєфу місцевості на геометричні властивості аерофотознімка	112
2.4.3. Робоча площа аерофотознімка та її відмежування	120
2.4.4. Визначення масштабу аерофотознімка та його використання при проведенні землепорядних робіт	122
2.4.5. Монтування аерофотознімків для складання фотосхем	124

Розділ 3. КОНТУРНЕ ЗНІМАННЯ

3.1. Прив'язка аерофотознімків	129
3.1.1. Поняття про прив'язку аерофотознімків	129
3.1.2. Розміщення зон розташування розпізнавальних знаків та вибір і оформлення опознаків на аерофото- знімках і на місцевості	130
3.1.3. Вибір способу геодезичної прив'язки аерофото- знімків та меж землекористувань (землеволодінь) та здача матеріалів замовнику	135
3.2. Фототріангуляція	142
3.2.1. Загальні відомості про фототріангуляцію та її способи	142
3.2.2. Графічна побудова одномаршрутного фототріангу- ляційного ряду	145
3.2.3. Точність графічного фототріангуляційного ряду	150
3.3. Дешифрування аерофотознімків	152
3.3.1. Поняття про дешифрування аерофотознімків	152
3.3.2. Дешифрувальні ознаки об'єктів	155
3.3.3. Характеристика методів, видів та способів дешифрування	163
3.3.4. Зміст, особливості, технологія та об'єкти сільсько- господарського дешифрування	166
3.3.5. Викреслювання, оформлення і здавання дешифро- ваних аерофотознімків	173
3.4. Трансформування аерофотознімків	177

3.4.1. Загальне поняття про трансформування аерофотознімків.....	177
3.4.2. Фототрансформатори і теорія фотомеханічного трансформування.....	182
3.4.3. Методика фотомеханічного трансформування аеронегативів рівнинної і нерівнинної місцевості.....	186
3.4.4. Методика оптико-графічного трансформування.....	189
3.4.5. Методика графічного трансформування.....	191
3.5. Фотоплани.....	195
3.5.1. Поняття про фотоплани та їх використання в землеустрої.....	195
3.5.2. Монтування фотопланів.....	196
3.5.3. Дешифрування фотопланів та способи перенесення цих елементів.....	200
3.5.4. Виготовлення контурних планів за фотопланами.....	202

Розділ 4. МЕТОДИ СТВОРЕННЯ ТОПОГРАФІЧНИХ ПЛАНІВ І КАРТ ЗА ФОТОЗОБРАЖЕННЯМ МІСЦЕВОСТІ....207

4.1. Комбінований метод знімання.....	207
4.1.1. Комбінований метод знімання та галузь його застосування.....	207
4.1.2. Технологічна схема та складання робочого проекту знімального обґрунтування при проведенні комбінованого методу знімання.....	208
4.1.3. Розпізнавання та закріплення точок знімального обґрунтування.....	211
4.1.4. Створення висотного знімального обґрунтування.....	213
4.1.5. Знімання рельєфу місцевості та матеріали, які здають внаслідок зйомки.....	214
4.2. Стереотопографічне знімання.....	220
4.2.1. Виготовлення топографічних карт диференційним методом.....	220
4.2.1.1. Поняття та технологічна схема процесу виготовлення топографічної карти диференційним методом.....	220
4.2.1.2. Стереоскопічний зір, різниця паралаксів.....	222
4.2.1.3. Види стереоефектів.....	226
4.2.1.4. Використання стереоскопічного зору для визначення підвишень точок місцевості.....	229
4.2.1.5. Стереоскоп та його використання.....	241
4.2.1.6. Топографічний стереометр Дробишева (СТД-2).....	245

4.2.1.7. Стереокомпаратор.....	248
4.2.2. Виготовлення топографічних карт універсальним методом	251
4.2.2.1. Поняття та технологічна схема процесу створення топографічної карти універсальним методом.....	251
4.2.2.2. Будова універсальних стереоприладів	253
4.2.2.3. Поняття про створення топографічної карти на стереопроекторі та стереографі	260
4.3. Основні відомості про наземне фототопографічне (фототеодолітне) знімання.....	263
4.3.1. Основне поняття про наземне фототопографічне знімання. Переваги, недоліки та галузь застосування	263
4.3.2. Визначення координат точок місцевості при наземному фототопографічному зніманні	267
4.3.3. Польові і камеральні роботи	270
4.4. Основні відомості про космічне знімання поверхні Землі.....	275
4.4.1. Поняття про космічне знімання поверхні Землі, галузь застосування.....	275
4.4.2. Методи отримання зображення поверхні Землі при космічному зніманні	278
4.4.3. Використання матеріалів космічного знімання.....	281
4.4.4. Супутникові системи	282
4.5. Глобальні супутникові системи (GPS).....	286
4.5.1. Загальні відомості про глобальні супутникові системи	286
4.5.2. Склад супутникової (приймальної) апаратури	306
4.5.3. Способи та методи супутникових визначень координат	309
4.5.4. Технологія виконання геодезичних робіт	312
4.5.5. Програмне забезпечення для оброблення GPS-вимірювань.....	318

Розділ 5. СУЧАСНА ФОТОГРАММЕТРІЯ І ДИСТАНЦІЙНЕ

ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ	325
5.1. Основи цифрової фотографії.....	325
5.1.1. Загальні відомості про цифрову фотографію	325
5.1.2. Коротка історія цифрової фотографії	327
5.1.3. Цифрові знімальні камери і системи	332
5.1.4. Формати запису зображення.....	339
5.1.5. Сканування фотографічних зображень	344

5.2. Загальні відомості про цифрову фотограмметрію.....	346
5.2.1. Поняття цифрової фотограмметрії.....	346
5.2.2. Автоматична побудова моделі поверхні Землі.....	350
5.2.3. Цифрове ортофототрансформування.....	353
5.2.4. Побудова цифрової моделі рельєфу (ЦМР).....	355
5.2.5. Цифрові фотограмметричні станції для автоматизованого складання цифрових карт і планів.....	358
5.3. Основи дистанційного зондування землі і геоінформа- ційних технологій.....	361
5.3.1. Загальні відомості про дистанційне зондування Землі.....	361
5.3.2. Етапи дистанційного зондування та аналізу даних.....	364
5.3.3. Приклади застосування сучасної фотограмметрії і дистанційного зондування.....	370
5.3.3.1. Дистанційне зондування водних об'єктів.....	370
5.3.3.2. Дослідження характеристик земельних масивів за даними дистанційного зондування Землі.....	373
5.3.3.3. Використання ГІС/ДЗЗ-технологій для вивчення територіальної структури землекористу- вання регіону.....	380

Розділ 6. ЗАСТОСУВАННЯ ФОТОГРАММЕТРІЇ У

ЗЕМЛЕУСТРОЇ ТА КАДАСТРІ.....387

6.1. Використання матеріалів аерофотозйомки при встановленні та відновленні меж.....	387
6.1.1. Поняття про встановлення і відновлення меж.....	387
6.1.2. Переваги використання аерофотознімання при встановленні і відновленні меж землекористувань (землеволодінь).....	389
6.1.3. Техніка встановлення і відновлення меж при використанні аерофотознімків і фотопланів.....	391
6.1.4. Способи дешифрування при встановленні і відновленні меж.....	393
6.1.5. Прилади, що використовують у процесі виконання робіт.....	394
6.2. Використання матеріалів аерофотозйомки при коректуванні планів.....	397
6.2.1. Поняття фотограмметричного методу коректування плану зйомок минулих років.....	397
6.2.2. Проведення періодичних аерофотознімань.....	400
6.2.3. Підготовчі роботи та виявлення змін, що відбулися на місцевості.....	403

6.2.4. Нанесення зміненої ситуації на план у стаціонарних умовах.....	407
6.2.5. Нанесення зміненої ситуації на план у польових умовах.....	408
6.2.5.1. Нанесення зміненої ситуації спрощеними способами	408
6.2.5.2. Нанесення зміненої ситуації методом графічного трансформування	412
6.2.5.3. Коректування частини фотоплану землекористування способом врізання трансформованого знімка та польова перевірка результатів нанесення змін ситуації на план.....	416
6.2.5.5. Цифрові технології оновлення карт за аерофотознімками	418
6.3. Використання матеріалів аерофотозйомки при земельно-облікових роботах	422
6.3.1. Можливості використання аерофотознімків і фотопланів при обліку земель, технологічні схеми	422
6.3.2. Інвентаризації земель землекористувань і землеволодінь	426
6.3.3. Визначення коефіцієнта ерозії як елемента якісної оцінки земель.....	432
6.4. Використання матеріалів аерофотозйомки при проектуванні лінійних об'єктів	436
6.4.1. Проектування доріг за матеріалами аерофотозйомки.....	436
6.4.2. Трасування доріг за стереомоделями.....	442
6.4.3. Меліорація сільськогосподарських земель	446
6.5. Використання матеріалів аерофотозйомки при проектуванні, плануванні та забудові сільських населених пунктів	450
6.5.1. Застосування фотограмметричних методів для проектування сільських населених пунктів та систем водопостачання і водовідведення.....	450
6.5.2. Вибір масштабу топографічної основи при проектуванні та планування сільських населених пунктів у залежності від висоти перерізу рельєфу.....	453
6.5.3. Дешифрування населених пунктів.....	457
6.5.4. Облік земель і вибір масштабу плану.....	461
6.5.5. Основні вимоги, які постають при виборі території майбутнього населеного пункту та розрахунок його величини.....	463

6.5.6. Проектування систем водопостачання і водовідведення в сільських населених пунктах.....	466
6.6. Використання матеріалів аерофотозйомки при перенесенні проекту в природу	470
6.6.1. Фотозображення як важливе джерело інформації при землевпорядному проектуванні і перенесенні проекту в природу.....	470
6.6.2. Сутність і методи перенесення проектів в природу.....	471
6.6.3. Використання аерофотознімків і фотопланів.....	474
6.6.4. Особливості техніки перенесення елементів проекту в природу з використанням фотозображення місцевості	475
РЕКОМЕНДОВАНІ ТА ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА	480