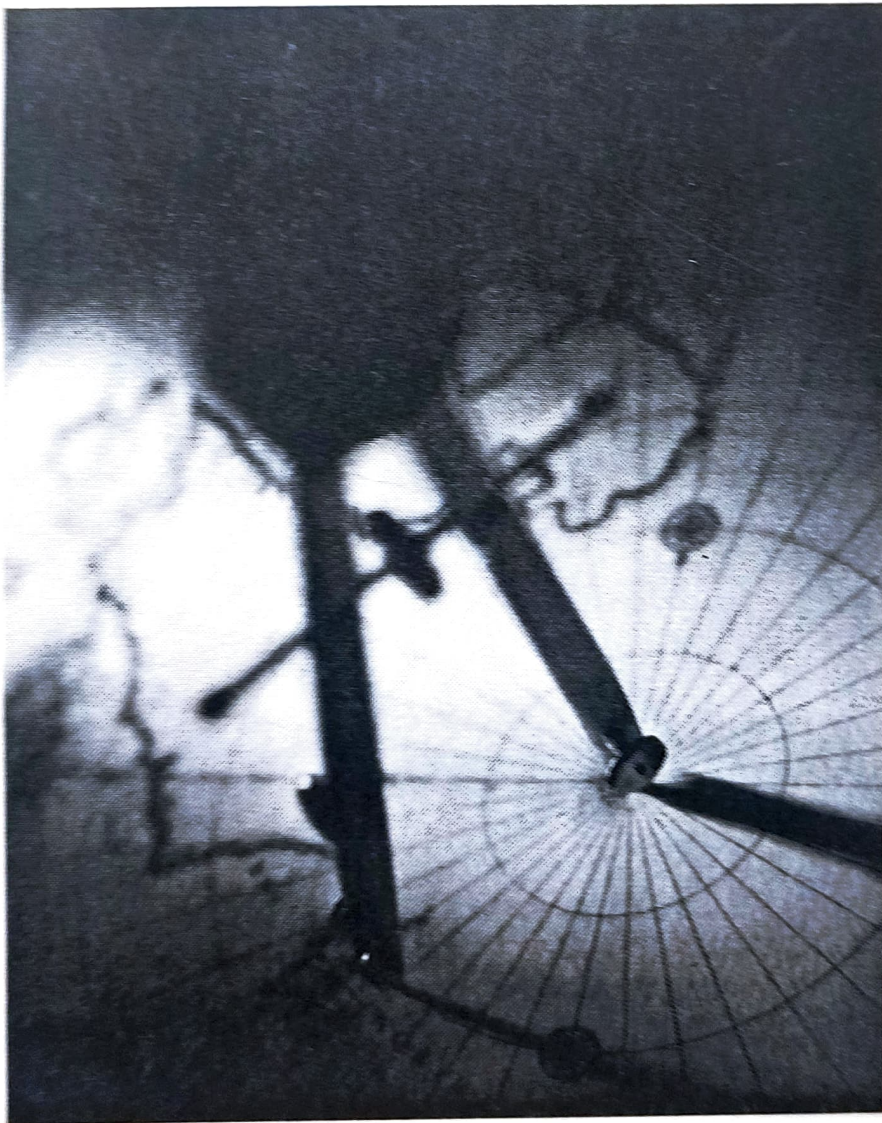


# *Фотограмметрія*



**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ**

**НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ЦЕНТР  
ПО ПІДГОТОВЦІ МОЛОДШИХ СПЕЦІАЛІСТІВ**

## **ФОТОГРАММЕТРІЯ**

### **КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

**ДЛЯ СТУДЕНТІВ АГРАРНИХ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ  
ЗАКЛАДІВ ПО ПІДГОТОВЦІ МОЛОДШИХ СПЕЦІАЛІСТІВ  
ІЗ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 5.070906 “ЗЕМЛЕВПОРЯДКУВАННЯ”**

*Бр. 50/7*

**2005**

Укладач

Кочеригін Л.Ю., викладач Боярського сільсько-господарського технікуму НАУ

Рецензенти:

Костик В.О., заступник директора з навчальної роботи Житомирського технікуму землевпорядкування;

Кордуба Ю.Г., викладач Львівського екологічного політехнікуму

Редактор

Цибенко Н.В.

Відповідальний  
за випуск

Куліковський Б.Б.

---

## ВСТУП

1. Завдання дисципліни "Фотограмметрія".
2. Роль вітчизняних і зарубіжних вчених у розвитку даної науки.
3. Зв'язок з землепорядкуванням та перспективи її розвитку стосовно прийнятих державних законів і постанов.
4. Короткий огляд розвитку фотограмметрії.

Дисципліна "Фотограмметрія" вивчає різноманітні об'єкти та явища шляхом виконання вимірювань за їх фотографіями, а також вивчає властивості фотозображення, розробляє прилади та методи вимірювання фотознімків.

Головною особливістю дисципліни "Фотограмметрія" є безконтактне та дистанційне (на якійсь певній відстані) вивчення об'єкту.

Під терміном "дистанційне зондування" розуміють фотографічні та нефотографічні методи зйомки для зондування Землі з літака або супутника. До фотографічних методів відносять класичні методи аерофотозйомки та аналізу, до нефотографічних методів відносять перш за все реєстрацію даних за допомогою оптико-механічного сканера.

Слово "Фотограмметрія" походить від грецьких слів: "фотос" – світло, "грамма" – запис, "метрео" – вимірювання і означає вимірювання світло-запису, тобто вимірювальну фотографію.

Фотограмметрія має такі переваги:

- ✓ значно підвищує продуктивність праці, тому що вимірюються не об'єкти, а їх фотозображення;
- ✓ забезпечує високу точність вимірювань і визначень, що гарантується сучасними вимірювальними та обчислювальними засобами;
- ✓ гарантує об'єктивність, достовірність і оперативність (швидкість) отримання інформації;
- ✓ надає можливість вивчення рухомих об'єктів та короткочасних явищ;
- ✓ надає можливість автоматизації робіт.

Розділи фотограмметрії, що вивчають засоби визначення просторового (тримірного) положення точок об'єкта називається стереофотограмметрією, а засоби визначення площинного (двомірний) зображення – плановою або контурною фотограмметрією.

За методами обробки фотознімків і характером отриманої продукції розрізняють п'ять видів зйомки: контурна аерозйомка, комбінована, стереотопографічна, наземна фототопографічна та космічна зйомки.

*Контурна зйомка – це сукупність робіт, в результаті виконання яких отримують контурний план (фотоплан) місцевості.*

Початковою стадією контурної аерозйомки є аерофотозйомка місцевості, в результаті якої отримують аерофільм, з якого виготовляють аеронегативи і друкують аерофотознімки. Але отримані аерофотознімки не є фотографічним планом місцевості, внаслідок викривлення зображення через їх нахил під час зйомки, впливу рельєфу місцевості та інших факторів.

З метою отримання фотоплану (одномасштабного фотографічного зображення місцевості) необхідно трансформувати аеронегативи. Для цього необхідно мати на аеронегативі чотири точки з відомими координатами, які визначаються при проведенні фототриангуляції, тобто розпізнання точок на знімку і на місцевості та визначення їх геодезичних координат. Після цього в камеральних умовах за допомогою фототрансформування виконують монтаж трансформованих аерофотознімків виготовляють фотоплан місцевості.

Для розкриття змісту зображення на фотоплані його дешифрують, тобто виявляють його топографічні та сільськогосподарські елементи місцевості, а також викреслюють їх умовними знаками. Для прискорення виготовлення фотоплану дешифрують аерофотознімки, а потім переносять їх на фотоплан. На основі дешифрованого фотоплану отримують контурний фотоплан.

*Комбінована зйомка заключається у виготовленні фотоплану методами контурної аерозйомки та польової рисовки рельєфу на ньому за допомогою мензули та кіпрегеля. Під час зйомки рельєфу виконують і дешифрування. Таким чином, після виконання всіх робіт отримують топографічний фотоплан місцевості.*

*Стереотопографічна зйомка вирішує завдання складання топографічних карт (планів) шляхом камеральної обробки пар аерофотознімків, що перекриваються (стереопар), диференційним або більш точним універсальним методом.*

При диференційному методі складається фотоплан методами контурної аерозйомки, а рисовку рельєфу в горизонталі на аерофотознімках виконують за допомогою стереоприладів. Потім горизонталі та елементи дешифрування переносять на фотоплан, отримуючи топографічний фотоплан місцевості.

---

При універсальному методі на точних універсальних стереоприладах за парами знімків безпосередньо складають топографічну карту (план) місцевості.

*Наземна фототопографічна зйомка* в основному застосовується для складання топографічних карт гірських і високогірних районів, зйомки кар'єрів та ін., при дорожніх, геологічних, гідротехнічних і гляціологічних вишукуваннях в гірських районах, при зйомках різноманітного роду інженерних споруд для вивчення деформації, точності монтажу будівельних конструкцій, при архітектурних обмірах тощо. При цій зйомці фотографування виконують за допомогою спеціальних фотоапаратів – фототеодолітів.

*Космічна зйомка забезпечує найбільш швидке отримання об'єктивної інформації про поверхню Землі або її великих регіонів, а також про явища, які відбуваються на ній.*

Знімки можуть бути отримані різноманітними методами: фотографічними, радіо- та звуколокації, рентгеноскопії, голографії, телебачення тощо; при використанні їх з метою вимірювання та дешифрування знімків мають свої особливості.

Розвиток фотограмметрії ґрунтується на отриманні високоякісних фотоматеріалів, використанні якісних аерофотоапаратів для отримання аерофотознімків і космічних фотознімків з високою роздільною здатністю та високими метричними властивостями (без викривлень), а також при використанні високоякісних і надійних фотограмметричних і стереофотограмметричних приладів на базі сучасної техніки та електроніки.

Ідею автоматизації процесу стереовимірювань висунуто ще в 20–30-х роках ХХ століття проф. О.С. Скірідовим. В даний час фірма “Вільд” (Швейцарія) спільно з іншими фірмами розробила та виготовила прилад “Стереомат” декількох модифікацій. Також фірма “Цейс” (Німеччина) займається цими проблемами. Але використання таких приладів поки що стримується високою їх вартістю, недоліками конструкції та роботи без втручання людини (оператора).

У 80-х роках ХХ століття цифрова фотограмметрія почала розвиватися і широко використовуватися на виробництві. Так в Україні використовуються стереограф і цифрова станція “Дельта”.

Подальше вдосконалення автоматичних універсальних стереоприладів і систем дозволяє розширити їх можливості до такого ступеня, що вони будуть здатні обробляти знімки будь-яких регіонів без допомоги оператора і суттєво підвищать продуктивність фотограмметричних робіт.

Наукові та технічні проблеми фотограмметрії можна звести до таких вимог:

1. Проблема побудування об'єктивами якісних за всіма параметрами зображень, отримання, реєстрації та збереження зображень за допомогою високоякісних фотоматеріалів або інших засобів без срібла і разом – мати зображення без спотворень (високих метричних властивостей) і з великою дозвільною спроможністю.

2. Проблема розробки і створення надійних сучасних фотограмметричних та стереофотограмметричних приладів на базі найсучаснішої електронної техніки і повністю автоматизованих.

3. Економічні проблеми вартості і фінансування названих робіт.

Все це пов'язано з загальними проблемами розвитку науки і виробництва. Названа перша проблема повинна вирішувати завдання створення системи побудування зображення такої якості, щоб збільшення до 15 разів без втрати точності та якості стало звичайною справою. Для цього треба створити дуже якісні та недорогі оптичні системи для об'єктивів. Друга проблема в даний час може вирішуватись застосуванням цифрової фотограмметрії. Перспективи розвитку фотограмметрії також можуть забезпечити застосування супутникових систем GPS (глобальні позиційні системи) та автоматизацію спостережень.

**Фотограмметрія**, як технічна дисципліна, в першу чергу ґрунтується на фізико-математичних дисциплінах, геодезії. З них особливо важливі розділи оптики, геометрії та тригонометрії.

Питання дешифрування, особливо сільськогосподарського, вимагають знання основ ґрунтознавства, геоботаніки, землеробства, меліорації, рослинництва та шляхових справ.

Питання зйомки рельєфу потребують достатніх знань геоморфології.

При вивченні фотограмметрії необхідно знати потреби землеустрою та планування сільських населених пунктів.

Сучасний облік земель та висока механізація сільськогосподарських угідь підвищили вимоги до землеустрою, а відповідно, і до якості планів місцевості та їх детальності. Тому землеустрій потребує переважно великомасштабних планів.

Для розвитку економіки країни та для виконання багатьох реформ треба мати повну інформацію про природно-географічний стан всіх регіонів. Така інформація надається створенням топографічних карт. *Найбільш оперативним, об'єктивним, економічно вигідним і сучасним методом створення і оновлення цих карт є*

---

*фотограмметричний метод*, з використанням аерофотознімків та результатів космічного фотографування.

Фотограмметричний метод легше за інші піддається вдосконаленню, переходу на сучасніші методики і технології.

Розглядаючи питання *розвитку фотограмметрії* можна сказати, що деякі елементи перспективи були відомі ще давнім римлянам і грекам, але основи теорії перспективи були складені в епоху Відродження та розвинуті в наступні століття. Роботи італійця Альберті (1511), німця Дюрера (1525) італійця Убальді (1600), французів Дезарга (1636) і Ламберта (1759), Ломоносова та інших склали наукову основу для геометричного рішення задачі визначення форми, розмірів та положення предмета за його перспективним зображенням.

В середині XVIII століття М.В.Ломоносов застосував перспективну зарисовку місцевості для складання карт, а в 1791 році француз Ботан-Бопре склав карту острова Тасманія за перспективними малюнками, що були отримані за допомогою оптичної камери.

Після винаходу фотографії в 1839 році французьким вченим Дагером і англійським інженером Тальботом з'явилася ідея використання результатів фотографування для складання карт. Французький інженер Еме Лосседа в 1862 році сконструював фотокамеру – прообраз сучасного фототеодоліта і застосував його для складання топографічних карт. Паризький фотограф Фелікс Турнашон, відомий під літературним псевдонімом Надар, у 1858 році вперше виконав повітряне фотографування з прив'язаної повітряної кулі з висоти 80 метрів. У 1860 році Е. Лосседа виконав фотографування вулиць і будинків Парижа з даху висотного будинку та склав план цієї ділянки, розробив і використав закони перспективи. За точністю план виявився досконалішим за наземну зйомку. З цього часу почалося застосування фотограмметрії для топографічних цілей. З 80-х років XIX століття фототеодолітну зйомку стали використовувати при картографуванні гірських районів Італії, Австрії, Німеччини і Канади. В Росії поручик А.М. Кованько вперше в 1886 році сфотографував Санкт-Петербург з повітряної кулі аерофотоапаратом конструкції інженера В.М. Среднєвського. Метод фототеодолітної зйомки в Росії використовували вчені та інженери М.О. Віллер, Р.Ю. Тілліє і П.І. Шуров для вишукувань залізничних доріг Сибіру та Закавказзя в 1891–1898 роках. Академік Б.Б. Галіцин і ад'ютант Ф.Н. Чернишов провели фототеодолітну зйомку і склали карту ділянок Нової Землі площею 300 кв. верст. У 1897 році та в наступні роки фотографу-



ванням з прив'язаної повітряної кулі займалися засновники фотограмметрії в Росії Д.Д. Біляєв, І.А. Козлов, Л.П. Зверінцев, В.Ф. Найдюнов і С.А. Ульянов. У 1901 році співробітник фірми "Карл Цейс" К. Пульфріх сконструював стереофотограмметричний прилад – стереокомпаратор, принципова схема якого збереглася і донині. В 1908 році фірма "Карл Цейс" створила стереоавтограф для обробки фототеодолітних фотознімків. З появою авіації перша повітряна аерофотозйомка для військових цілей була виконана під час першої світової війни при облозі міста Перемишля.

15 травня 1919 року згідно з декретом, який підписав В.І. Ленін, була створена геодезична служба під керівництвом Вищого геодезичного управління. З 1925 року систематично виконувалися аерофотознімки для потреб народного господарства аерофотозйомочними підрозділами при добровільних товариствах, повітряного флоту "Доброльот" і "Укрповітрошлях". Цими роботами керували і використовували їх для топографічних цілей радянські спеціалісти професори М.Д. Бонч-Бруєвич, М.М. Алексопольський, В.С. Цвет-Колядінський, П.П. Соколов, Д.А. Сольський тощо. У 1925–1930 роках виконувалися роботи з створення контурних планів і фотопланів для різноманітних відомств. У 1924 році Н.М. Алексопольський розробив методику комбінованої зйомки. Комбінований метод широко застосовувався в 1930–1935 роках для картографування рівнинних і горбистих регіонів у масштабі 1:25000. Як найбільш виробничий, цей метод поступово витиснув мензульну зйомку, яка до 1924 року була основним методом топографічної зйомки.

Після 1935 року в результаті успішного розвитку стереотопографічної зйомки розроблені методи, що дозволяють в камеральних умовах виконувати за знімками рівнинних і горбистих районів зйомки не тільки контурів, але й рельєфу. В зв'язку з цим комбінований метод став втрачати своє первинне значення і використовується тепер лише в закритих або рівнинних місцях при картографуванні великих масштабів.

Професор Ф.В. Дробишев у 1936 році створив топографічний стереометр, а проф. М.Д. Коншин розробив технологію і методику виконання диференційного методу стереотопографічної зйомки. Це дозволило в 50-х роках ХХ століття завершити картографування всієї території СРСР в масштабі 1:100 000.

Подальші розвитки теорії, методики і приладів у фотограмметрії здійснювали відомі радянські фотограмметристи: член-кор. АН СРСР Н.Г. Кель, проф. М.Д. Коншин, Г.В. Романовський, А.С. Скіридов.

---

Ф.В. Дробишев, М.А. Урмаєв та інші. Об'єктиви, що створені проф. М.М. Русіновим, стали відомими і поширеними в усьому світі.

На сьогоднішній день розроблені та впроваджуються прилади та аналітичні методи з застосуванням ЕОМ, а також в багатьох випадках використовуються результати космічного фотографування. Програми аналітичних фототриангуляцій та інших робіт були складені під керівництвом проф. А.Н. Лобанова та І.Т. Антипова.

На сучасному виробництві використовуються методи цифрової обробки стереомоделі та створені універсальні програмні модулі для вирішення завдань щодо автоматизованої обробки стереофотознімків.

### **Прочитайте**

Л-2, с. 4–8; Л-3, с. 3–9; Л-4, с.4–9; Л-5, с. 4–8; Л-6, с. 4–13; Л-7, с. 4–8, 478–481.

### **Питання для самоконтролю**

1. Яке призначення “Фотограмметрії” як дисципліни?
2. У чому основні переваги фотограмметрії над іншими видами топографічних зйомок?
3. У чому різниця між контурною і наземною фототопографічною зйомкою?
4. У чому полягає різниця між комбінованою і мензульною зйомкою?
5. У чому особливість стереотопографічної зйомки?
6. Які дисципліни забезпечують вивчення “Фотограмметрії”?
7. Які перспективи розвитку фотограмметрії?

### **1. ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО ФОТОГРАФІЮ**

1. Фотоапарати, їх типи і будова.
2. Основні характеристики об'єктива.
3. Масштаб фотографічного зображення.
4. Світлочутливі матеріали та їх основні характеристики.
5. Процеси в фотографії: зйомочний, негативний, позитивний.
6. Оцінка якості фотозображення.
7. Репродукування та виготовлення світлокопій.
8. Поняття про кольорову фотографію.

використовувати поряд з графічними планами матеріали аерофото-знімання. Для цього необхідно замовити в аерофотогеодезичних підприємствах разом з графічними планами світлокопії фотопланів в декількох екземплярах і аерофотознімки без елементів дешифрування.

### Прочитайте

Л-5, с. 247–249; Л-7, с. 461–472.

### Питання для самоконтролю

1. В чому полягає інформаційна ємність аерофотознімка?
2. Чому рекомендують разом з графічними матеріалами використовувати аерофотознімки?
3. Яку додаткову інформацію можливо отримати за допомогою аерофотознімків при складанні проектів землеустрою?
4. Чим відрізняються процеси топографічно-знімальні і перенесення проектів в натуру?
5. Яка цінність аерофотознімків при перенесенні проектів в натуру?

### Література

Л-1. Богомолов Л.А. Дешифрование аэрофотоснимков: Учеб. пособие. – М.: Недра, 1976. – 145 с.

Л-2. Дейнеко В.Ф. Аэрофотогеодезия: Систем. курс. – Геодезиздат, 1957. – 340 с.

Л-3. Краснощеков И.А., Нормандская О.Б., Кислова А.М., Кислов В.В. Фотограмметрия: Учеб. для вузов. 2-е изд. – М.: Недра, 1978. – 471 с.

Л-4. Лобанов А.Н. Фотограмметрия: Учеб. для вузов 2-е изд. – М.: Недра, 1984. – 552 с.

Л-5. Мурашев С.А., Гебгарт Я.И., Кислицын А.С. Аэрофотогеодезия: Учеб. – М.: Недра, 1985. – 287 с.

Л-6. Сердюков В.М. Фотограмметрия: Учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 1983. – 351 с.

Л-7. Фельдман М.И., Фостиков А.А. Фотограмметрия: учеб. для техникумов. – М.: Недра, 1993. – 510 с.

Л-8. Фельдман М.И., Фостиков А.О. Фотограмметрия: Підруч. – К., 1999. 316 с.

## З М І С Т

Вступ .....	3
1. Основні відомості про фотографію .....	9
2. Основні відомості про лінійну перспективу .....	19
3. Основні відомості про аерофотозйомку .....	28
4. Аерофотознімки та вимірювання на них .....	38
5. Прив'язка аерофотознімків .....	53
6. Фототриангуляція .....	59
7. Дешифрування аерофотознімків .....	64
8. Трансформування аерофотознімків .....	72
9. Фотоплани .....	84
10. Комбінований метод зйомки .....	91
11. Виготовлення топографічних карт диференційним методом .....	95
12. Виготовлення топографічних карт універсальним методом .....	106
13. Основні відомості про наземну фототопографічну зйомку ...	111
14. Основні відомості про космічну зйомку поверхні Землі .....	115
15. Використання матеріалів аерофотозйомки при коректуванні планів .....	122
16. Використання матеріалів аерофотозйомки при встановленні та відновленні меж .....	126
17. Використання матеріалів аерофотозйомки при земельно- облікових роботах .....	130
18. Використання матеріалів аерофотозйомки при перенесенні проекту в натуру .....	134
Література .....	137