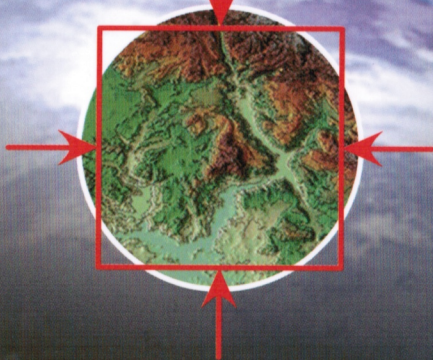
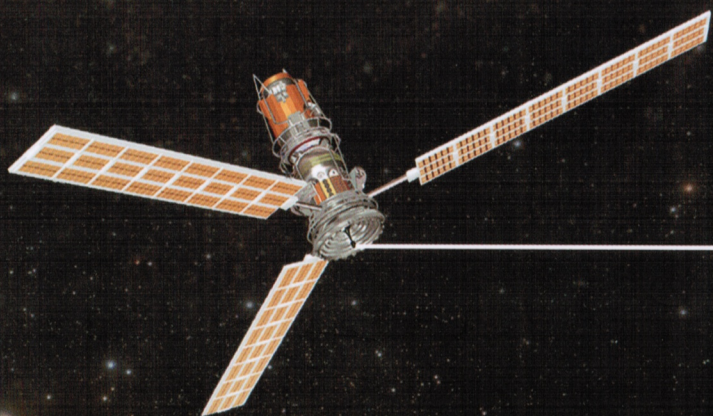




О. О. ЖЕЛЕЗНАК, Л. С. ЧУБКО

КОСМІЧНА ФОТОГРАММЕТРІЯ



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет

О.О. Железняк, Л.С. Чубко

КОСМІЧНА ФОТОГРАММЕТРІЯ

Рекомендовано

*Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України
як навчальний посібник для студентів
вищих навчальних закладів*

Київ 2012

УДК 629.783:528.7 (075.8)
ББК Д131.4я7
Ж 512

Рецензенти:

К. І. Чурюмов — чл.-кор. НАНУ, д-р фіз.-мат. наук, проф. (Київський національний університет імені Т. Г. Шевченка);
В. С. Кислюк — д-р фіз.-мат. наук, проф. (Головна астрономічна обсерваторія НАН України);
В. О. Боровий — д-р техн. наук, проф. (Інститут землевпорядкування та інформаційних технологій при Національному авіаційному університеті)

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки,
молоді та спорту України
(лист №1/11-5667 від 06.07.2011)*

Железняк О.О.

Ж 512 Космічна фотограмметрія: навч. посіб. / О. О. Железняк, Л. С. Чубко. — К.: НАУ, 2012. — 220 с.
ISBN 978-966-598-734-5

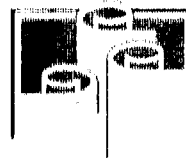
У посібнику розглянуто основні теоретичні і практичні питання космічної фотограмметрії, зокрема опрацювання космічних зображень, урахування спотворень зображення, зумовлених особливостями умов їх отримання, а також принципи роботи різних приладів, що використовуються як датчики систем космічного знімання, інтерпретації даних і головних алгоритмів корекції, перетворення зображень земних покривів чи результатами космічного знімання.

Для студентів вищих навчальних закладів.

УДК 629.783:528.7 (075.8)
ББК Д131.4я7

© Железняк О. О.,
Чубко Л. С., 2012
© НАУ, 2012

ISBN 978-966-598-734-5



ЗМІСТ

Перелік використаних скорочень	7
Вступ	8
Розділ 1. ЕЛЕМЕНТИ ТЕОРІЇ РУХУ ШТУЧНИХ СУПУТНИКІВ ЗЕМЛІ	10
1.1. Закони Кеплера	10
1.2. Елементи орбіти	12
1.3. Системи координат	15
1.3.1. Орбітальна система координат	15
1.3.2. Перехід з орбітальної в екваторіальну та геоцентричну системи координат	16
1.4. Незбурений рух (задача двох тіл)	18
1.5. Збурений рух	21
1.6. Вплив гравітаційного поля Землі	23
1.6.1. Нормальне та аномальне поле Землі	23
1.6.2. Місячно-сонячні збурювання	26
1.7. Опір атмосфери і час існування штучного супутника Землі	27
1.8. Вплив світлового тиску на рух супутника	29
1.9. Врахування освітленості земної поверхні і часу запуску штучного супутника	30
1.10. Класифікація орбіт супутників	35
1.10.1. Класифікація орбіт за висотою	35
1.10.2. Класифікація орбіт за нахилом до площини екватора	38
1.10.3. Класифікація орбіт за значенням ексцентриситету	39
1.10.4. Класифікація орбіт за синхронізацією	40
1.10.5. Спеціальна класифікація орбіт: сонячно-синхронні та квазіполярні	42
Контрольні питання до розділу 1	44

Розділ 2. КОСМІЧНЕ ЗНІМАННЯ ПОВЕРХНІ ПЛАНЕТИ . . .	45
2.1. Космічні знімальні системи	45
2.1.1. Засоби космічного знімання Землі	54
2.1.2. Супутникова система моніторингу Землі	59
2.1.3. Супутники дистанційного зондування Землі	60
2.1.4. Європейська система космічного знімання високого розділення Pleiades	63
2.1.5. Міжнародна стандартизація параметрів і систем супутників дистанційного зондування	72
2.2. Дистанційні дослідження Землі в загальнодержавній космічній програмі	74
2.3. Навігаційні системи	83
2.3.1. Космічна навігація	83
2.3.2. Інерційна навігація	84
2.4. Космічні знімки	86
2.4.1. Поняття знімку	86
2.4.2. Масштаб і оглядовість знімків	87
2.4.3. Основні типи космічних знімків	89
2.5. Геометричні параметри космічного знімання	94
2.6. Калібрування космічних знімальних систем	101
2.6.1. Аберації оптичних систем. Дисторсія	101
2.6.2. Визначення елементів внутрішнього орієнтування	102
2.6.3. Калібрування космічних знімальних систем за знімками зірок	105
2.6.4. Спосіб калібрування знімальних камер за результатами вимірювань	107
2.7. Вплив атмосфери на інформацію про об'єкт	109
2.7.1. Поширення електромагнітних хвиль	110
2.7.2. Будова атмосфери	111
2.7.3. Рефракція світлових променів	113
2.7.4. Вплив задимленості атмосфери	115
2.7.5. Релеєвське розсіювання оптичного сигналу в атмосфері	116
2.7.6. Аерозольне ослаблення	117
2.7.7. Вплив молекулярного поглинання	118
2.7.8. Вплив турбулентності	121
2.7.9. Нелінійні ефекти розповсюдження	122
2.7.10. Фонові перешкоди від сторонніх джерел в атмосфері	123

2.8. Біоптозональне космічне знімання	125
2.9. Панорамне знімання	125
<i>Контрольні питання до розділу 2</i>	128
Розділ 3. ОПРАЦЮВАННЯ КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ	129
3.1. Геометрична модель космічного знімання	133
3.2. Радіометрична модель	135
3.3. Геометричне опрацювання зображень	137
3.3.1. Організація геометричного опрацювання	139
3.3.2. Геометричне коригування з використанням функції раціональних поліноміальних коефіцієнтів	142
3.3.3. Інші методи геометричного коригування	144
3.4. Просторова прив'язка зображень	145
3.4.1. Прив'язка за орбітальними даними	145
3.4.2. Прив'язка по опорних точках	149
3.4.3. Прив'язка по картах	149
3.4.4. Прив'язка по зірках	150
3.4.5. Прив'язка по наземних орієнтирах	151
3.4.6. Прив'язка знімків від геостационарних супутників по диску Землі	152
3.5. Радіометричне коригування	153
3.5.1. Радіометричні спотворення	153
3.5.2. Стадії радіометричного опрацювання	156
3.5.3. Способи радіометричного опрацювання	157
3.5.4. Усунення впливу атмосфери і врахування топографії підстилаючої поверхні при багатоспектральному зніманні	157
3.6. Особливості фотограмметричного опрацювання космічних фотознімків	158
3.7. Елементи зовнішнього орієнтування космічних знімків	160
3.7.1. Вплив кривизни земної поверхні на елементи зовнішнього орієнтування в різних системах координат	161
3.8. Визначення орієнтування базисів космічного знімання	163
3.8.1. Порухення умови компланарності в інерційній системі координат	163
3.8.2. Попереднє визначення напрямку базису знімання по двох точках в межах перекриття знімків. Задача Вайсяля	167

3.9. Методи фотограмметричного опрацювання космічних знімків	168
3.10. Розв'язок оберненої фотограмметричної засічки	169
3.11. Космічна фототріангуляція	172
3.12. Цифрове стереофотограмметричне опрацювання знімків	176
3.12.1. Бінокулярний зір. Стереоскопічне сприйняття	176
3.12.2. Технологія створення цифрових та електронних планів за матеріалами космічного знімання	180
3.12.3. Технологія цифрового стереофотограмметричного опрацювання знімків	180
3.13. Картографування поверхонь небесних тіл	184
<i>Контрольні питання до розділу 3</i>	<i>187</i>
Розділ 4. ЗАСТОСУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ЗЕМЛІ З КОСМОСУ	188
4.1. Топографічні карти	188
4.2. Тематичні карти	189
4.3. Моніторинг сільськогосподарських територій	190
4.4. Використання знімків з космосу для моніторингу лісового фонду	192
4.5. Моніторинг лісових та торф'яних пожеж	193
4.6. Розподіл покриття снігом та його динаміка на рівнинних територіях	194
4.7. Сніг як індикатор забруднення повітря	195
4.8. Спостереження за паводками	195
4.9. Моніторинг морських акваторій	196
4.10. Використання космічних знімків в геології	198
<i>Контрольні питання до розділу 4</i>	<i>202</i>
Рекомендована література	203
Предметний покажчик	205
<i>Додаток 1</i>	<i>207</i>
<i>Додаток 2</i>	<i>210</i>



ЖЕЛЕЗНЯК ОЛЕГ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

Доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри аерокосмічної геодезії Національного авіаційного університету. Почесний геодезист України. Автор понад 100 наукових праць. Досліджує проблеми динаміки самогравітуючих систем, гравіметрії та аерокосмічної розвідки територій, ефективного використання земельних ресурсів, економіко-математичного моделювання транспорту, системного аналізу.



ЧУБКО ЛАРИСА СЕРГІЇВНА

Кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри аерокосмічної геодезії Національного авіаційного університету. Лауреат премії Президента України для молодих вчених. Автор понад 50 наукових праць. Сфера наукових досліджень: космічна фотограмметрія, спектроскопія і фотометрія комет, кратероутворення, морфологія ландшафтів небесних тіл.