



③-то лятно училище EEOBSS

Разделителна способност. Визуална интерпретация на изображения. Обработка на изображения.

доц. д-р Лъчезар Филчев
секция „Дистанционни изследвания и ГИС“
ИКИТ-БАН

Изобразяване на данни от дистанционните изследвания

- **Спътниковите изображения** не са снимки, а образни представяния на измерените данни. Спътниковите системи измерват електромагнитната радиация в различни "области" или канали от електромагнитния спектър (напр., във видимия или инфрачервения диапазон).
- Разделянето на целия електромагнитен спектър на различни спектрални области има предимството за **комбинирането им** по различни начини, като така се получава повече информация в сравнение с обикновените панхроматични изображения (със само една честотна област).
- Във всяка област сивите скали се отнасят съответно за интензивността на електромагнитната радиация и се запазват в цифров вид под формата на **пиксели**. Присвоявайки трите основни цвята (червен, зелен и син) на три различни области, се получават **комбинирани спътникови изображения**.



Спътниково изображение в реални цветове на район от Карлсруе - Германия, заснето с LANDSAT през 1999 г. Източник: [Landsat](https://landsat.gsfc.nasa.gov/)

Изобразяване на данни от дистанционните изследвания - 2

- Например, спътникът на САЩ [LANDSAT 7](#) има 8 спектрални диапазона. Комбинацията от 3, 2, 1 канал дава едно очевидно естествено **спътниково изображение с реални цветове**.
- Повече обекти или структури от земната повърхност могат да се идентифицират с помощта на **други спектрални области или техни комбинации**. Тези обекти включват водни тела, различни растителни видове и класове на земеползване. С помощта на топлинните спектрални области могат да се идентифицира и температурата на повърхността на Земята.
- Тези други комбинации са т.нар. **изображения с условни цветове**. Те показват типовете земно покритие в условен цвят, сравнен с това, което е видимо за очите ни



Спътниково изображение с условни цветове на района Рейн–Некар - Германия, получено от LANDSAT 7, (комбинация 543).

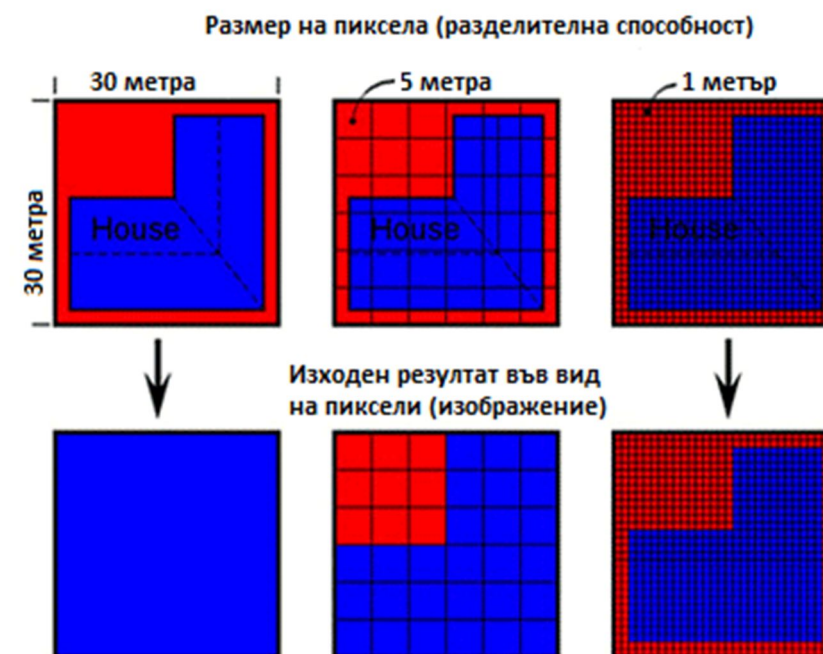
[Източник: Landsat](#)

Математически операции и индекси

- Освен присвояването на трите основни цвята на различните спектрални области, повече информация може да се получи чрез прилагането на **математически операции** върху суровите данни. Могат да се получат **Изкуствени канали**, напр. вегетационни индекси, показващи жизнеността на растението, изразени чрез Нормализирания разликов вегетационен индекс (**Normalized Difference Vegetation Index - NDVI**).

Пространствена разделителна способност

- Спутниковите инструменти регистрират информацията за обектите във вид на матрица. Цифровите данни от обхванатата област се събират във вид на точки от изображение, наречени пиксели. Един **пиксел** е най-малката единица за площ в едно цифрово изображение.
- Големината на пиксела зависи от вида на инструмента и определя **разделителната способност на изображението**. Разделителната способност се измерва с дължината на ръба на пиксела. Колкото е по-висока разделителната способност и по-фина матрицата, толкова е по-висока степента на различимите детайли върху земната повърхност.

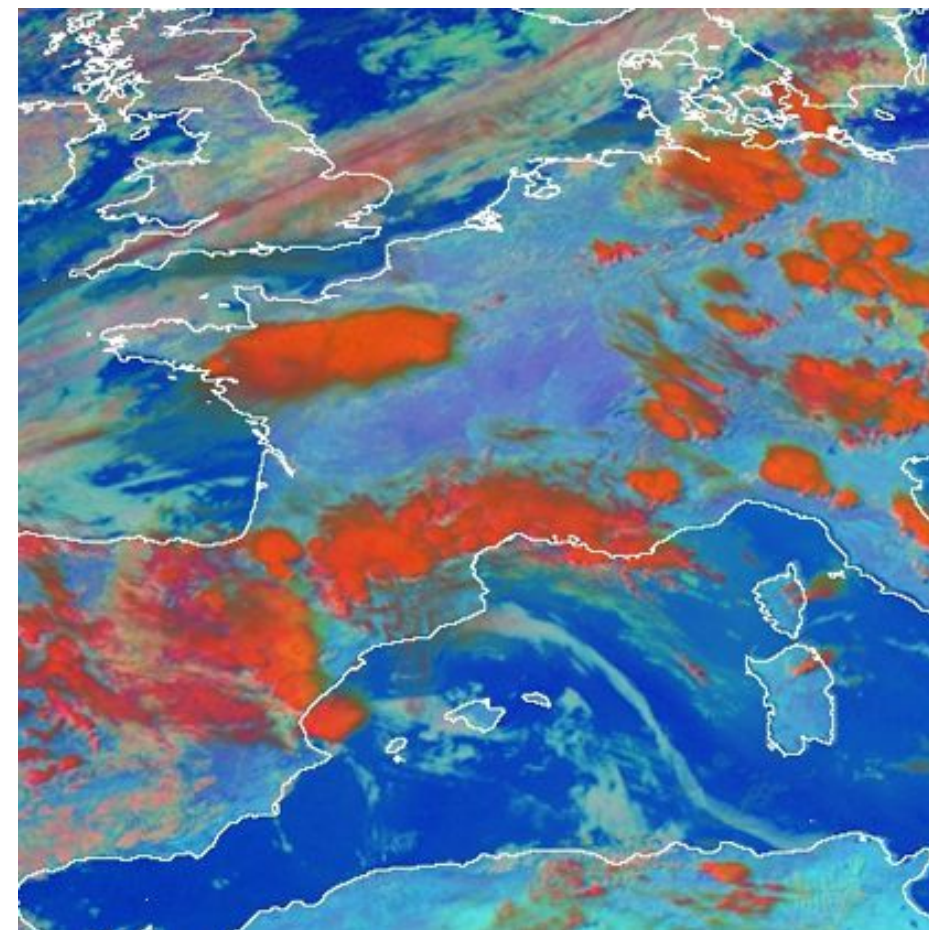


Пространствена разделителна способност.

Източник: Satellite Imaging Corporation

Пространствена разделителна способност - 2

- Разделителната способност на съвременните спътникови системи варира от няколко сантиметра (например, за военни цели) до километри. Приложение:
- **Ниска разделителна способност:** над 30 m
- **Средна разделителна способност:** 2 - 30 m
- **Висока разделителна способност:** под 2 m

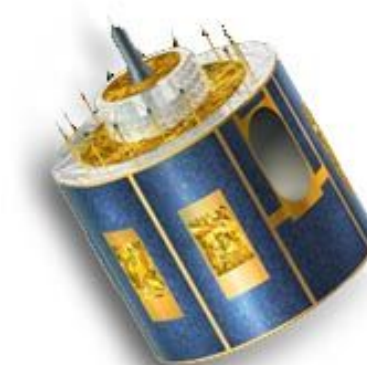


Ниска разделителна способност на Западна Европа - METEOSAT (1 km).

[Източник: Copyright 2005 EUMETSAT](#)

Пространствена разделителна способност - 3

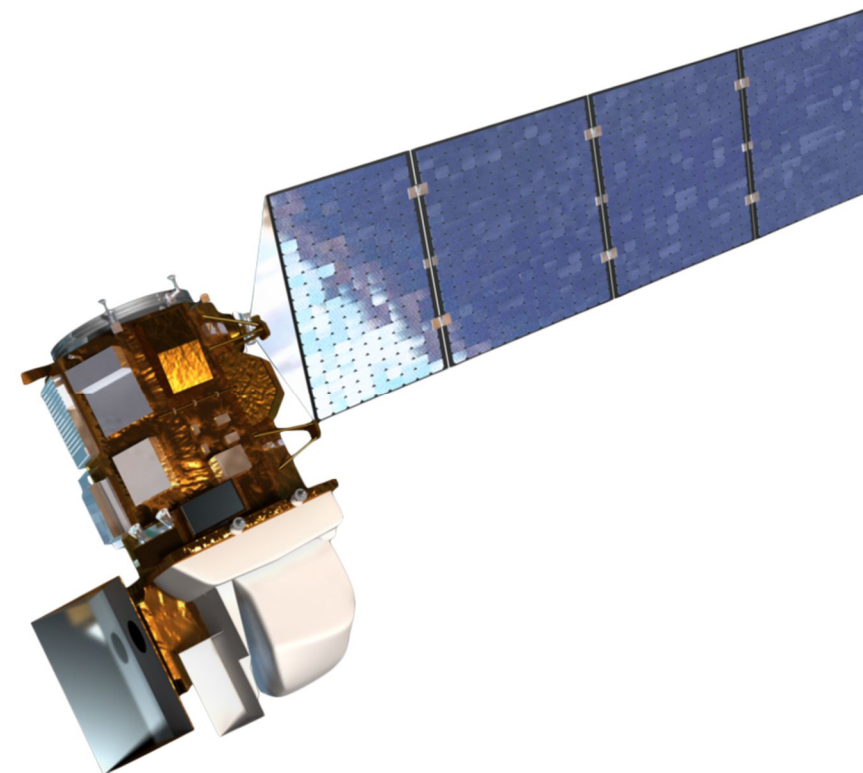
- Проектирането и изстрелването на спътниците зависи от тяхното предназначение и орбита.
- **По-ниската разделителна способност** обикновено отговаря на по-висока честота на повторение, тоест на по-кратък интервал (напр. за METEOSAT-8 – на всеки 15 min), в който спътникът изследва една и съща област. "Грубата" разделителна способност се използва за запис на големи или глобални области във връзка с **въпроси, свързани с климата**, например радиационният фон на Земята, и за наблюдение на времето. Други приложения са наблюдение на земеползването и океаните, ледената покривка на океаните и температурата на повърхността.



METEOSAT, EUMETSAT

Пространствена разделителна способност - 4

Спътниците със средна разделителна способност, като LANDSAT 7 се използват за глобално наблюдение на земната повърхност. Тропическите гори и тяхното обезлесяване са обект на наблюдение на спътниците LANDSAT повече от 30 години.



Landsat 8, NASA

Пространствена разделителна способност - 5

Данните с висока разделителна способност се използват предимно за по-малки области от земната повърхност. Тези данни станаха достъпни за търговска и частна употреба едва неотдавна. Спътници като IKONOS изпращат данни за **топографско** и **тематично картографиране**, например на земеползването, растителността, или данни, използвани като източници на градско планиране, големи проекти и др. Информацията може да се "**поръча**" и **предварително**, тъй като въртенето на спътниковите инструменти може да намали честотата на повторение и мониторингът на желаните области да се извърши по-рано ([Albertz 2007](#), [Löffler et al. 2005](#)).



Ikonos, DigitalGlobe

Радиометрична разделителна способност - 1

- Радиометричната разделителна способност показва степента, в която могат да се възприемат **разликите в яркостта** на едно изображение; тя се измерва с броя на нивата на сивото. Максималният брой нива на сивото се определя от броя на битовете (двоични числа). Едно 8-битово представяне има 256 нива на сивото, а едно 16-битово (спътниците ERS) представяне има 65 536 нива на сивото.



Радиометрична разделителна способност - 2

- Колкото по-фина или **по-висока** е **разделителната способност**, толкова по-добре се отразяват малките разлики и по-добре се измерва излъчената радиация, толкова по-голям е обемът на измерените данни.
- Предимството на по-високата радиометрична разделителна способност е сравнително малко – при сравнение на LANDSAT-MSS (6 бита) и TM (8 бита) подобрението е от порядъка на 2-3%.

Радиометрична разделителна способност - 3

Радиометричната разделителна способност зависи от дължините на вълната и от вида на радиометъра, спектрометъра:

- **LANDSAT-MSS** (от LANDSAT 1-3): 6 бита (64 стойности на сивото)
- **IRS-LISS I-III**: 7 бита (128 стойности на сивото)
- **LANDSAT-TM** (от LANDSAT 4-5) и **SPOT-HRV**: 8 бита (256 стойности на сивото)
- **LANDSAT-ETM & ETM+** (от LANDSAT 6-7): 9 бита (предават се само 8 бита)
- **IRS-LISS IV**: 10 бита (предават се само 7 бита)
- **IKONOS** и **QuickBird**: 11 бита.



Времева разделителна способност -1

- Времевата разделителна способност представлява времевият интервал между два аналогични полета върху една и съща област, наричан още честота на повторение.
- Времевата разделителна способност се определя от **височината и орбитата** на спътника, както и от **характеристиките на датчика** (зрителния ъгъл).

Времева разделителна способност -2

- Честотата на повторение и времевата разделителна способност на **спътниците за наблюдение на Земята** е 14-16 дни (IKONOS: 14 дни, LANDSAT-7: 16 дни, SPOT: 26 дни). **Метеорологичните спътници**, като METEOSAT -8 с 15 min имат значително по-малка честота на повторение.



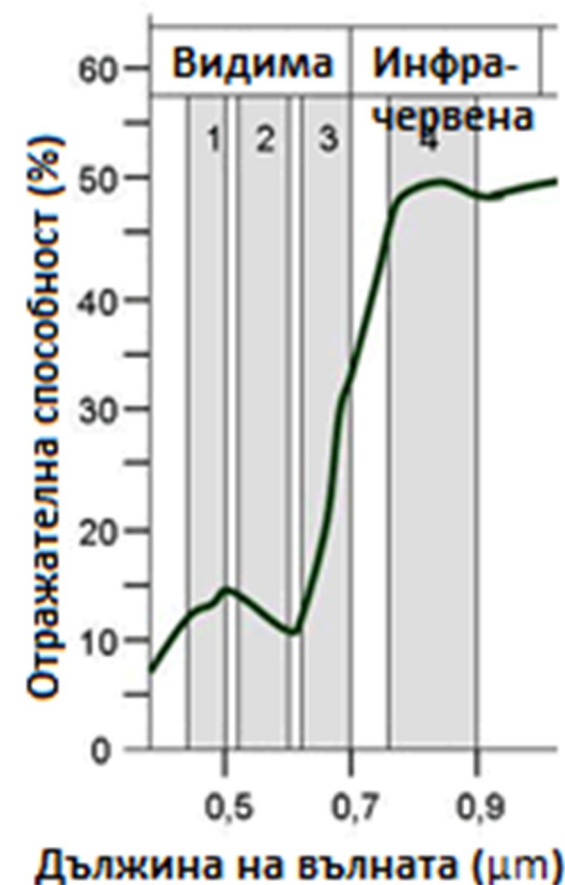
Лас Вегас във времето през 1973, 2000 и 2006 година. Източник: UNEP

Времева разделителна способност -3

- Изображения на дадена област, заснети в различни моменти от време (веднъж на месец, година или десет години) могат да се използват за **мултиемпорален анализ**. Ето няколко примера за възможностите за анализ, предоставени от тях:
 - сезонни промени в растителността,
 - разрастване на градовете в течение на десетилетия, или
 - документиране на изсичането на горите в областите с тропични гори и др.

Вегетационен индекс - 1

- **Вегетационният индекс** обикновено се изчислява, за да може да се определи по-добре жизнеността и фотосинтезата на растенията. Интересното тук е характерното **повдигане** на отражателната крива на растителността от видимата към инфрачервената светлина.
- Ниската отражателна способност на растителността в червената област е последвана от рязко повдигане на кривата към висока отражателна способност в близко инфрачервената област. Това рязко повишаване на отражателната способност е известно като **червен ръб** (виж фигурата).





Вегетационен индекс - 2

- Най-простият вегетационен индекс е т.нар. дробен-вегетационен индекс (Ratio-Vegetation-Index - **RVI**):

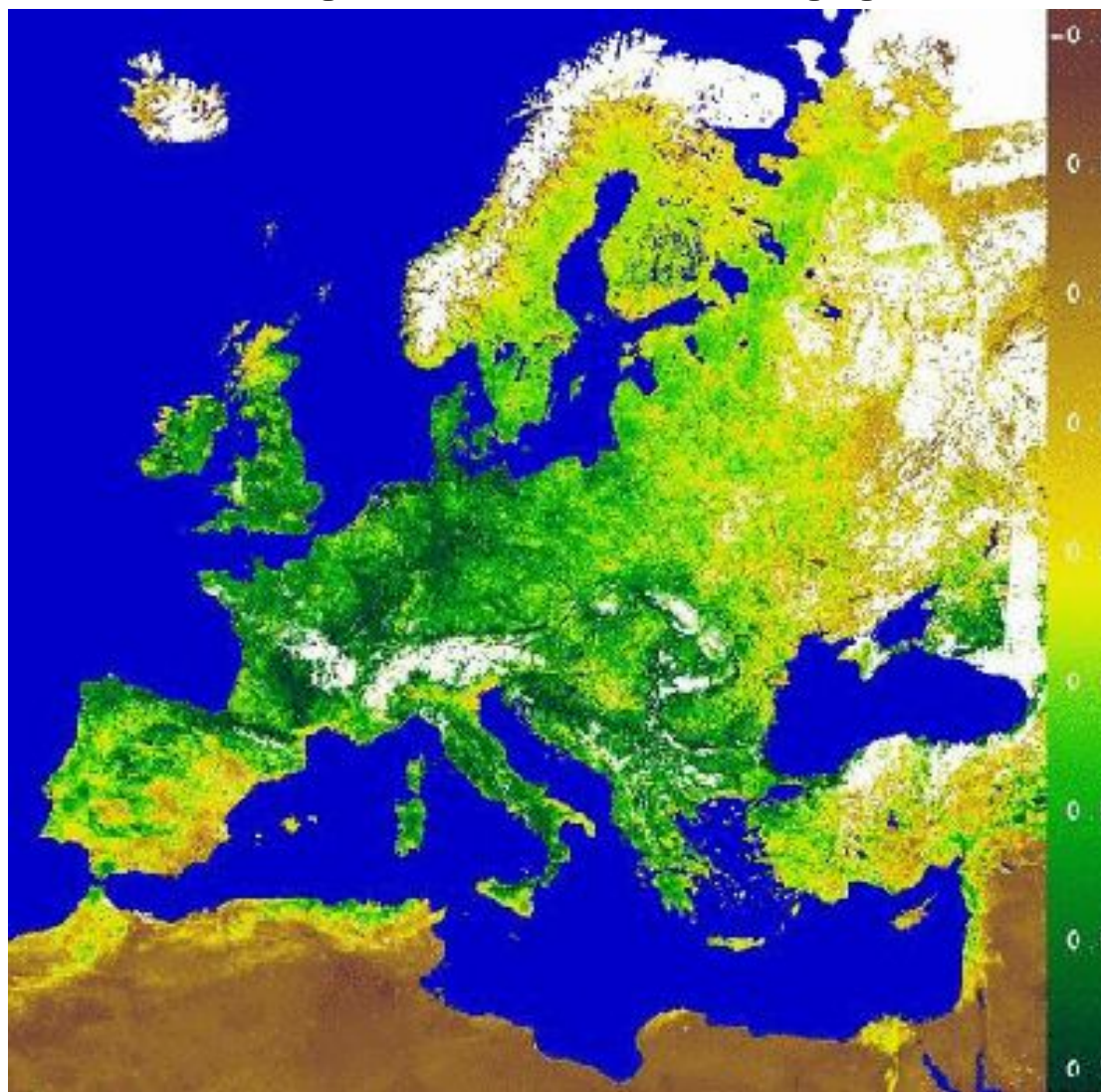
$$RVI = NIR / Red$$

- Колкото по-голямо е горното съотношение, толкова по-голям е процентът на здравата растителност.

Вегетационен индекс - 3

- Нормализиран разликов вегетационен индекс
- Нормализираният разликов вегетационен индекс (Normalized Difference Vegetation Index - **NDVI**) най-често се проявява и свързва данните от близко инфрачервената област с данните от червената спектрална област. Той е стандартизиран и стойностите му са между -1 (липса на каквато и да е растителност) и +1 (обилна растителност). Разликите в осветеността и влиянието на годността на земята могат да се компенсират:
- $NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$

Вегетационен индекс - 4



NDVI в Европа.
Източник: [DLR](#)



Визуална интерпретация на изображенията - 1

- **Визуалната интерпретация** на спътниковите изображения е сложен процес. Тя включва смисъла на съдържанието на изображението, но излиза извън рамките на това, което се вижда на изображението, разпознавайки пространствените структури и структурите на пейзажа. Този процес може да се раздели най-общо на две нива:
- **Разпознаване на обектите**, като улици, ниви, реки и др. Качеството на разпознаване зависи от опита в интерпретацията на изображения и визуалното възприятие.
- **Същинската интерпретация** се осъществява чрез заключения (от предишни разпознати обекти) за разположение, възстановяване и др. Тук от основно значение са познаването на специфичната материя и опитът.

Визуална интерпретация на изображенията - 2

- **Основните фактори на интерпретация в** разпознаването на обекти са: яркостта на съответната област, както и разликите в яркостта на различните области, наситеността на сивото или на определен цвят, формата на обектите (линии, контур и силует), съвкупността от изображения, размерът на обектите (представяне чрез скала на изображенията), текстурата на повърхностите (структурата на областта), засенчването или дълбоката сянка, относителното разположение на обектите (среда), както и схемите на обектите (напоителни мрежи, схеми на растителност, схеми на населени места, схеми на транспорта) ([Albertz 2007](#)).

Визуална интерпретация на изображенията - 3

- Първата стъпка в разпознаването на обектите и структурите е свързана със израза: *"Мога да разпозная в едно изображение само това, което вече познавам.,,"*
- Следователно, **предишните познания и опитът** играят много голяма роля в процеса на интерпретация, тъй като само чрез познания за специфичните обекти могат да се направят връзки между основните процеси.
- Двете стъпки – разпознаването и интерпретацията, не следват "механично" една след друга, а по скоро преминават през **процес на многократно повторение**, при който двете стъпки разчитат в голяма степен една на друга ([Albertz, 2007](#)).



Визуална интерпретация на изображенията - 4

- **Практика на интерпретация на изображения**
- **Набавяне на документи:** спътникови изображения, карти и др.
- **Предварителна интерпретация:** грубо разпределение, разделяне на областта и др.
- **Частично предварително изследване на Земята:** разпознаване на регионалните особености
- **Подробна интерпретация:** Същност на работата: областите се разглеждат поотделно, обектите се разпознават и сравняват с картите. Започва се с лесно идентифицируемите обекти.
- **Изследване на земята / Полево сравнение:** метод за двойна проверка на несигурни резултати от интерпретацията
- **Изобразяване на резултатите:** чрез карти, скици, тематично картографиране и др.

Обработка на изображения - 1

Корекции

Обработката на изображения е процес, който прави изображенията годни за интерпретация с определена цел.

Геометрична корекция

Геометричната корекция на данните от изображенията е важна предварителна стъпка, която трябва да се извърши, преди изображенията да бъдат използвани в географските информационни системи (geographic information systems - GIS) и други програми за обработка на изображения. За да се обработят данните заедно с други данни или карти в GIS, всички данни трябва да имат една и съща координатна система. Геометричната корекция, още наречена **георефериране**, е процедура, при която на съдържанието на картата се присвоява пространствена координатна система (например, географска ширина и дължина).

Обработка на изображения - 2



Схематично представяне на геометрична корекция.

Обработка на изображения - 3

- При геореферирането се търсят **точки от изображението и точки на преминаване**, които след това могат да бъдат разпознати в координатите. Точките на преминаване обикновено се определят с помощта на GPS приемник на терена или с помощта на **карти**. Могат да се идентифицират визуални пресечки на улици, мостове над вода и др. и да се отбележат техните координати. След това се намират точките, съответни на тези точки във все още негеореферираното спътниково изображение. Тези корелации служат за определянето на проекции с помощта на различни допълнителни процедури.

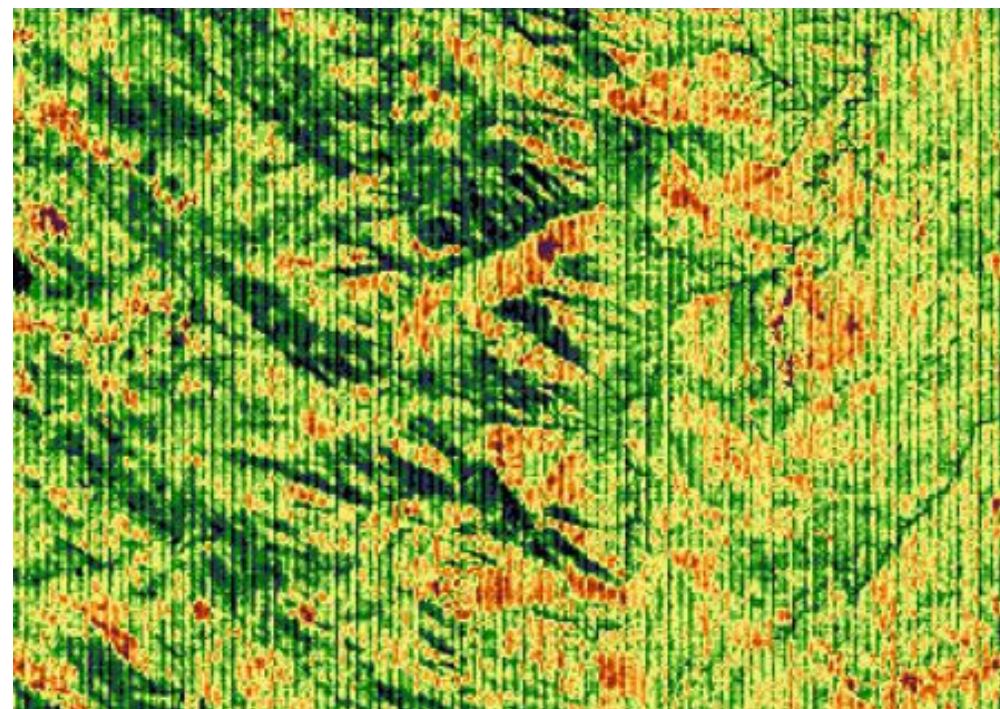
Обработка на изображения - 4

- Радиометрична корекция

Системните корекции са важни, когато в резултат от технически дефекти и недостатъци на датчиците и на системите за предаване на данни се получават грешки в конструкцията на данните от изображението. Причините за това могат да бъдат повреда в детектора и/или повреда в захранването на детектори, които работят едновременно.

Обработка на изображения - 5

- При скенерите, като Landsat TM и MSS, които имат съответно 6 и 15 редове на сканиране и които се използват за една и съща спектрална област, настъпва повреда в редовете на сканиране. Тези грешки винаги се появяват на еднакви интервали и предизвикват характерния лентов вид на изображението.



Характерен лентов вид на спътниково изображение, предизвикан от повреда в редовете на сканиране.

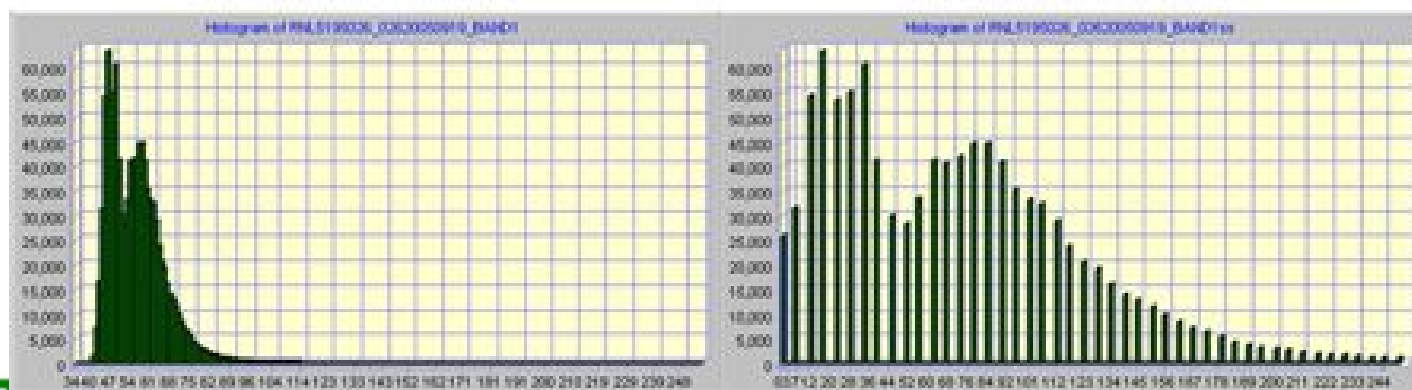
Източник: [Naumann, 2008](#)

Обработка на изображения - 6

- **Подобряване качеството на изображението**
- **Защо подобряваме качеството на спътниковите изображения? Използват се различни методи за подобряване качеството на спътниковите изображения с цел да се подготвят "суровите данни", така че реалният анализ на изображенията да бъде по-лесен, по-бърз и по-надежден. Избраният метод зависи от целта на анализа.**

Обработка на изображения - 7

- **Разширяване на хистограмата**
- При обработката на цифровите изображения статистиката на изображенията се изобразява с хистограма в скалата на сивото (честотно разпределение на сивите стойности)



Хистограма на сателитно изображение преди и след разширяването.



Обработка на изображения - 8

- Формата на хистограмата описва контрастния диапазон на спътниковото изображение и дава възможност да се коментира неговата хомогенност. Например, разпределение в скалата на сивото с ярко изразен максимум е указание за малък контраст. Максимум, който е просто разширен, е указание за хомогенност на изображението, но също и за по-широк диапазон на контраста.

Обработка на изображения - 9

- **Разширяването на хистограмата** е метод за обработка на отделните стойности в изображението. Разширяването се използва като контрастиращо представяне на данните. Разширяването на контраста може да се използва в много различни процеси. Входните данни винаги се разширяват в цялата област от 0-255.

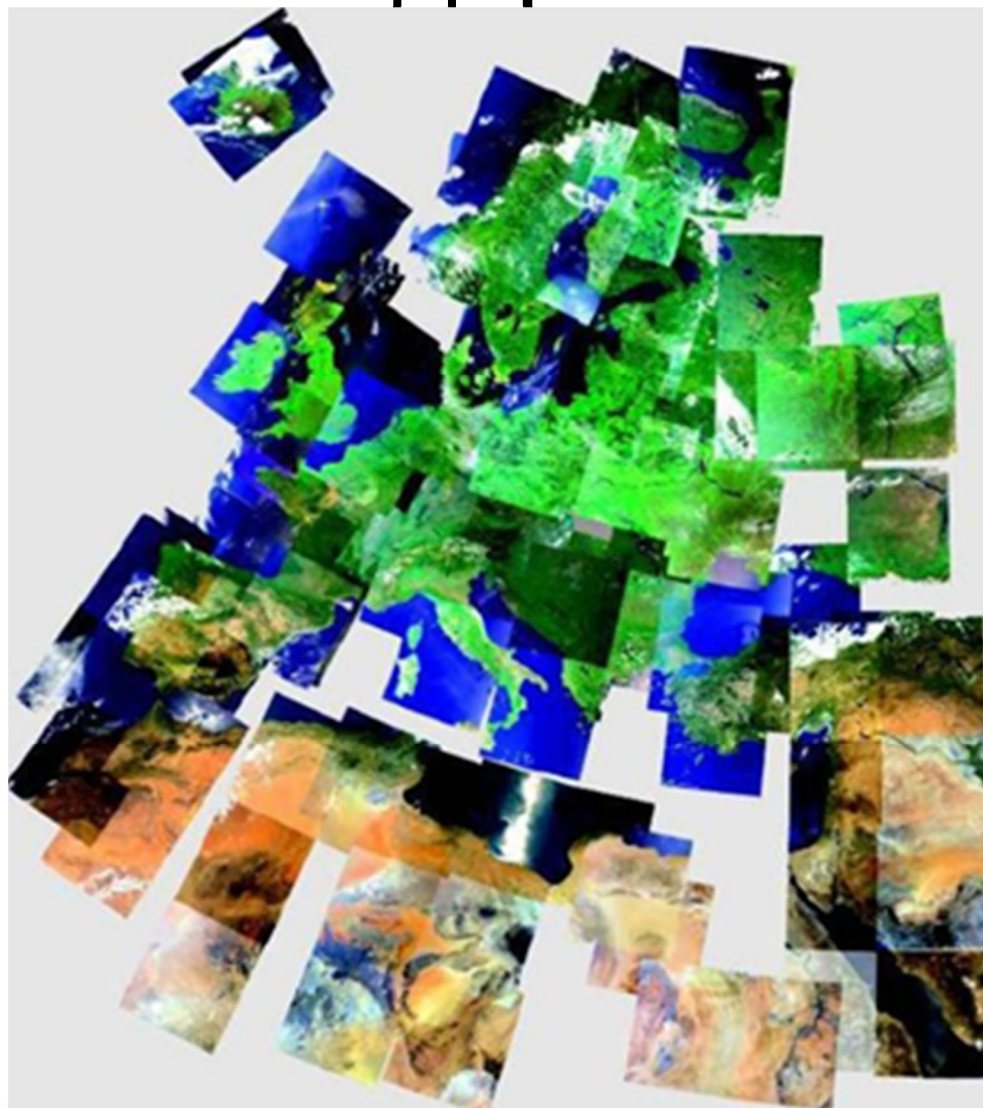
Обработка на изображения - 10

Филтър

- Така наречените филтърни операции променят структурата на изображението, като изчисляват отношенията на стойностите на съседните пиксели в скалата на сивото. Филтрите използват матрици от коефициенти, които изрязват малка част или матрица от оригиналното изображение, центрирана върху една отделна точка от изображението. След това филтърът / матрицата "обхожда" цялото изображение.



Благодаря Ви за вниманието!



E-mail: lachezarhf@space.bas.bg

E-Mail 2: admin@eeobss.space

Тел.: 02-979-24-11