



CARTOGRAPHY GEOINFORMATICS

«6B07302 – Геоинформатика» білім беру бағдарламасы

АРАҚАШЫҚТЫҚТАН ЗЕРДЕЛЕУ НЕГІЗДЕРІ

2-курс

5-дәріс

Радиолокациялық ғарыштық суреттер және олардың ерекшеліктері

5

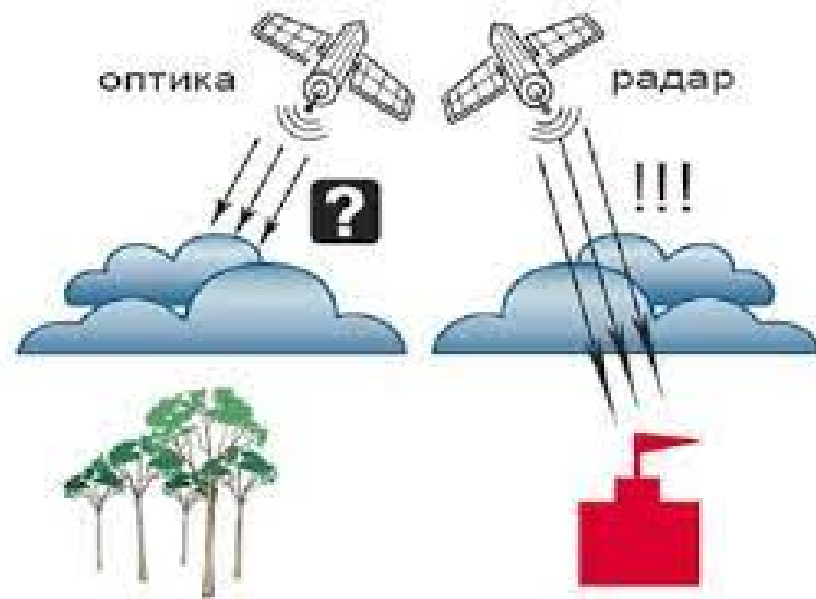
Мақсаты:

Студенттерге радиолокациялық (микротолқынды) ғарыштық түсірілімдердің физикалық принциптерін, белсенді және пассивті сенсорлардың айырмашылықтарын, синтетикалық апертуралы радиолокацияның (SAR) жұмыс істеу қағидаларын және олардың қолдану салаларын үйрету. Сонымен қатар SAR, InSAR және PolSAR жүйелерінің ерекшеліктерін, олардың артықшылықтарын және экологиялық мониторингтегі рөлін түсіндіру.

Негізгі сұрақтар:

1. Радиолокациялық ғарыштық суреттердің оптикалық суреттерден басты айырмашылығы неде?
2. Белсенді және пассивті микротолқынды сенсорлар қалай жұмыс істейді?
3. SAR (Synthetic Aperture Radar) жүйесінің негізгі жұмыс қағидалары қандай?
4. Интерферометриялық SAR (InSAR) және Поляриметриялық SAR (PolSAR) жүйелерінің ерекшеліктері қандай?
5. Радиолокациялық жүйелердің атмосфералық әсер мен тәулік уақытына тәуелсіздігі неліктен маңызды?
6. Поляризация мен жиіліктің радиолокациялық кескін сапасына әсері қандай?
7. SAR технологиясының артықшылықтары мен шектеулері қандай?
8. SAR суреттері экологиялық және геодинамикалық процестерді зерттеуде қалай қолданылады?
9. Радиолокациялық жүйелердің даму кезеңдері қандай?
10. SAR жүйелерінің табиғи апаттар мониторингіндегі рөлі қандай?

Радиолокацияның негізгі айырмашылықтары



Esri Australia. ArcGIS Pro. <https://esriaustralia.com.au/arcgis-pro>

Оптикалықтан айырмашылығы

- Радиолокация Жер бетіне әсер ету үшін микротолқынды (радио) энергияны пайдаланады. Оптикалық суреттер толқын ұзындығы 0,4 мкм-ден 2,5 мкм-ге дейінгі көрінетін немесе инфрақызыл сәулеленуді қолданады.

Басты артықшылығы

- Радиолокациялық жүйелердің жұмысы атмосфералық жағдайларға (бұлт, тұман, жаңбыр) және тәулік уақытына (күн сәулесінің болуына) тәуелді емес.

Жұмыс принципі

- Радиолокациялық кескін беттің қаттылығына, диэлектрлік қасиеттеріне және геометриялық сипаттамаларына (бағыты мен еңісіне) байланысты.

Белсенді және Пассивті микротолқынды сенсорлар

Сенсор түрі

Сипаттамасы

Белсенді сенсорлар

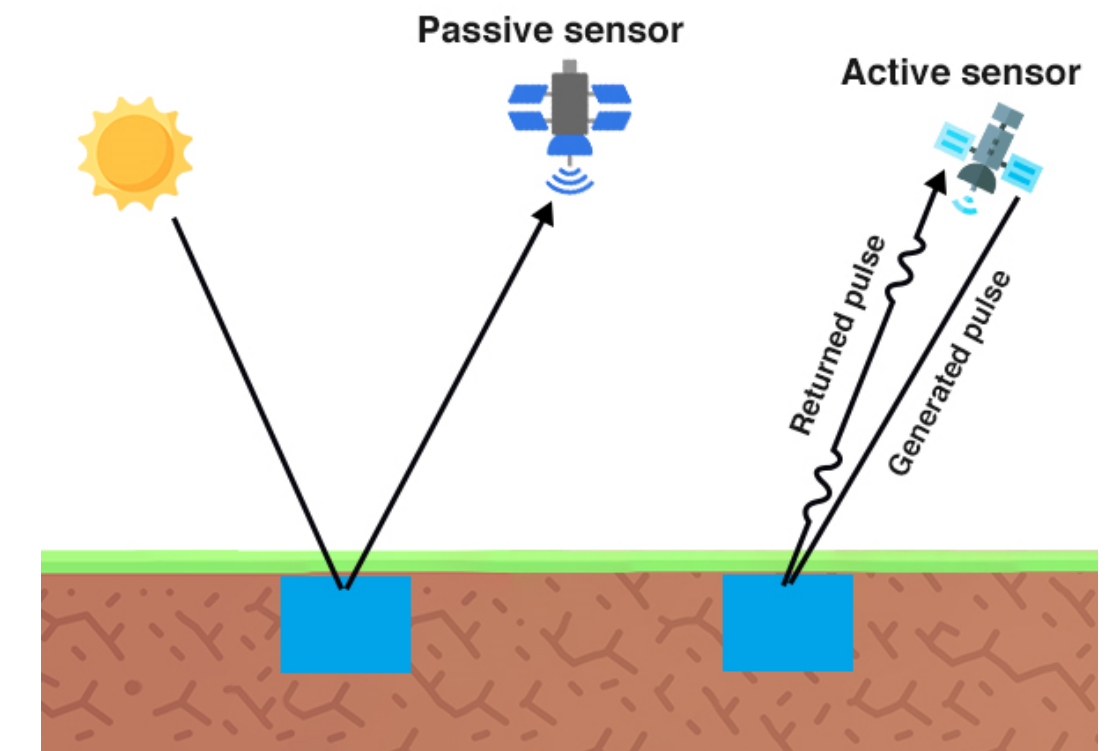
- Өздері энергия көзін (микротолқынды импульс) шығарады, содан кейін нысаннан шағылысқан сигналды тіркейді. Олар атмосфераны тесіп өтетін ұзақ толқын ұзындығын пайдаланады. SAR (Синтетикалық Апертуралы Радиолокация).

Пассивті сенсорлар

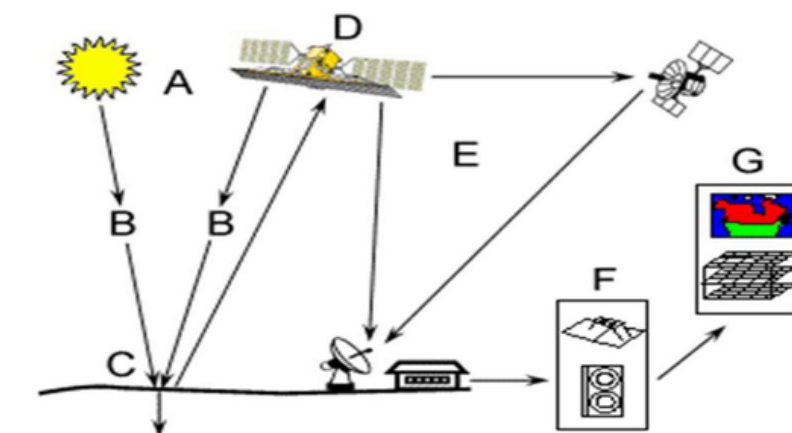
- Жер бетінен немесе атмосферадан шығатын табиғи микротолқынды сәулеленуді тіркейді. Микротолқынды радиометрлер.

Басты айырмашылық

- Белсенді сенсор – бақылаушы, пассивті сенсор – тек қабылдаушы.



<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.everythingrf.com%2Fcommunity%2Fwhat-is-microwave-remote-sensing>



SAR (Синтетикалық Апертуралы Радиолокация)

Жұмыс қағидасы

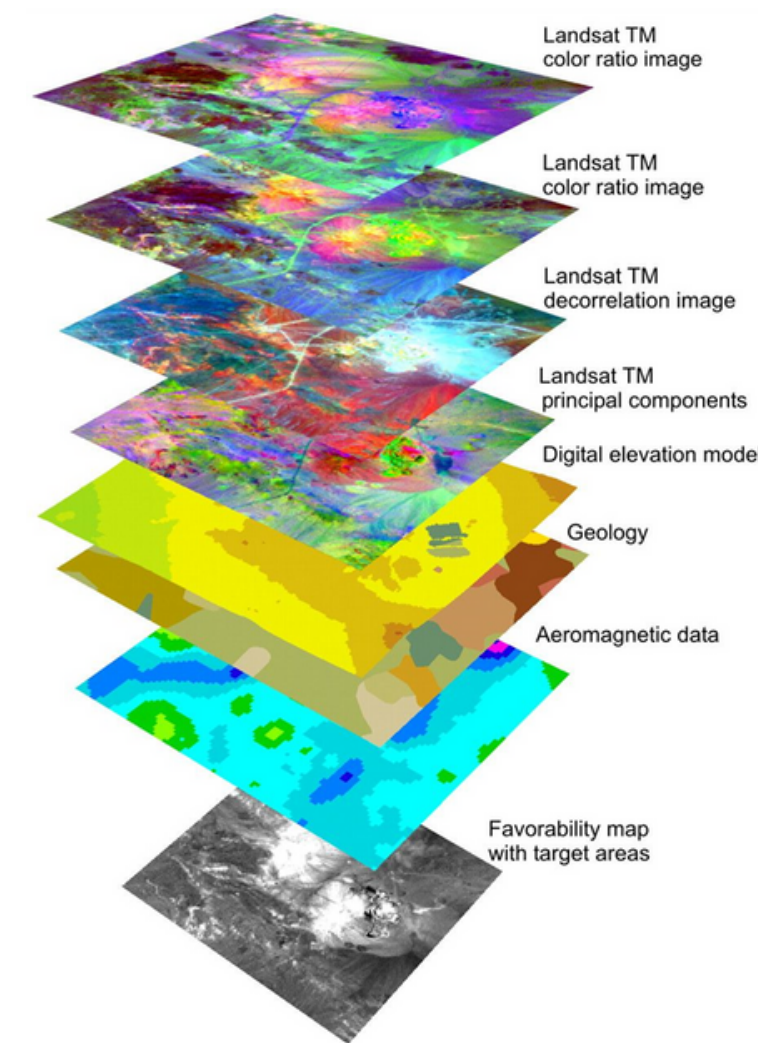
- SAR – радиолокациялық антенаның аз мөлшерін пайдаланып, үлкен "синтетикалық" антенаның әсерін жасайтын әдіс.

Мәні

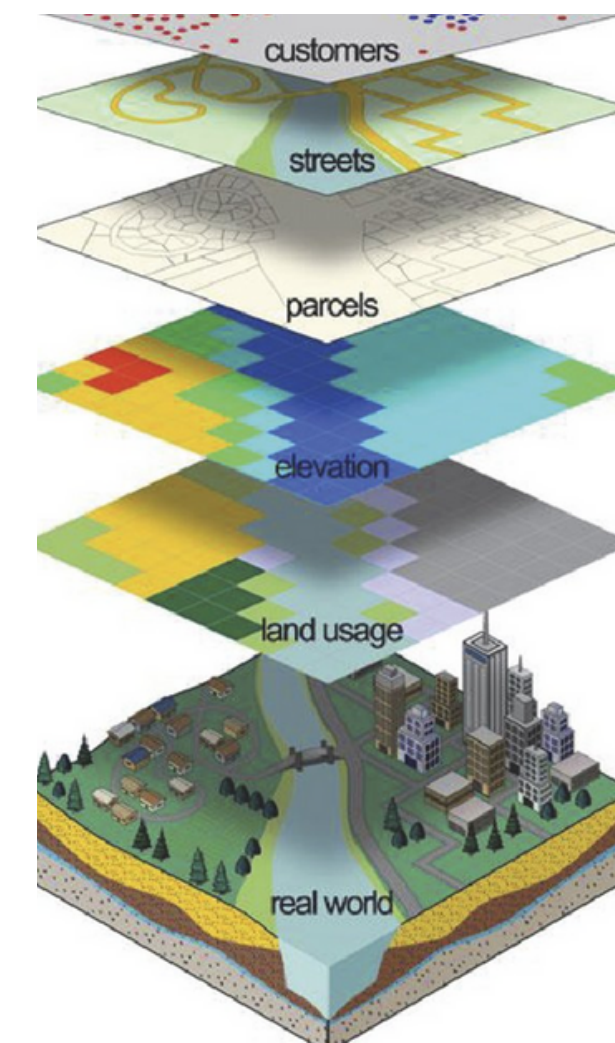
- Ғарыш аппаратының қозғалысын пайдалана отырып, сигналдарды тіркеу және оларды өңдеу арқылы жоғары кеңістіктік ажыратымдылыққа қол жеткізеді.

Артықшылығы

- Ажыратымдылық спутник биіктігіне немесе толқын ұзындығына емес, антенна ұзындығына байланысты болады.



California State University San Marcos.
Geographic Information Systems (GIS).
<https://www.csusm.edu/iits/services/ats/gis/index.html>



Janke, J. R. (2010). Geographical Information Systems (GIS) and Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) methods for the evaluation of solar farms locations: Case study in south-eastern Spain. Renewable Energy, 34(7), 1777-1785.
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2008.11.017>

Поляризация және Жиілік ұғымдары

Жиілік (Толқын ұзындығы)

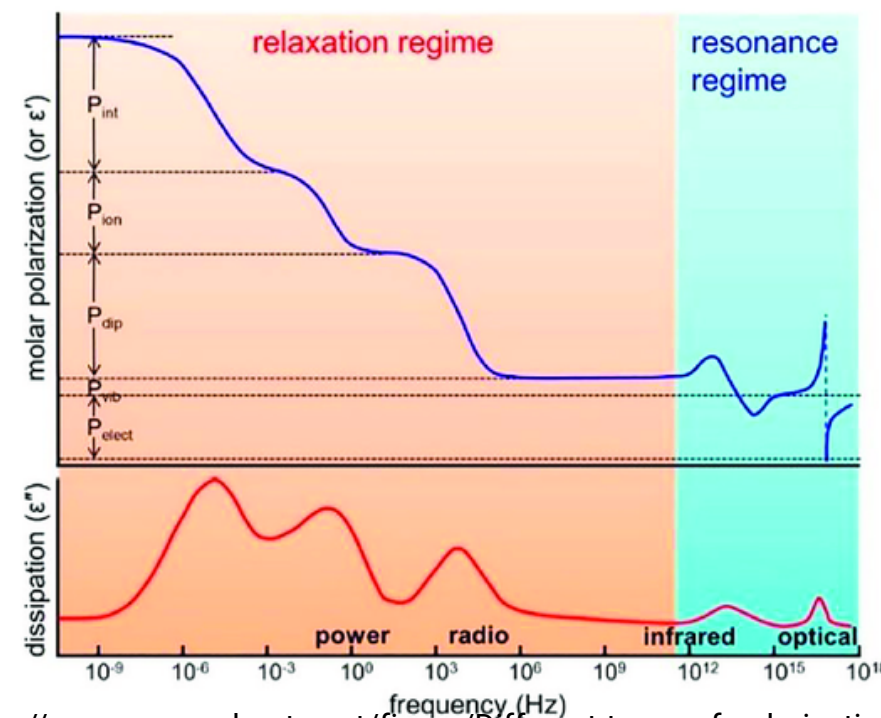
- SAR жүйелері әртүрлі жиілік диапазондарын пайдаланады (мысалы, X, C, L, P жолақтары). Әрбір жолақ өзіндік тереңдікке ену қабілетімен (L және P жолақтары өсімдіктерге терең енуі мүмкін) және шашырау сезімталдығымен сипатталады.

Поляризация

- Шығарылатын және қабылданатын микротолқындардың тербеліс бағыты. Төрт негізгі комбинация бар (мысалы, HH, VV, HV, VH).

PolSAR (Поляриметриялық SAR)

- Нысандардың физикалық сипаттамаларын (мысалы, жер бетінің кедір-бұдырлығы, өсімдік тығыздығы) толығырақ талдау үшін бірнеше поляризация комбинацияларын тіркейді.



https://www.researchgate.net/figure/Different-types-of-polarization-as-a-function-of-frequency-in-polymers-P-elect_fig1_355471810

Интерферометриялық SAR (InSAR)

Жұмыс қағидасы

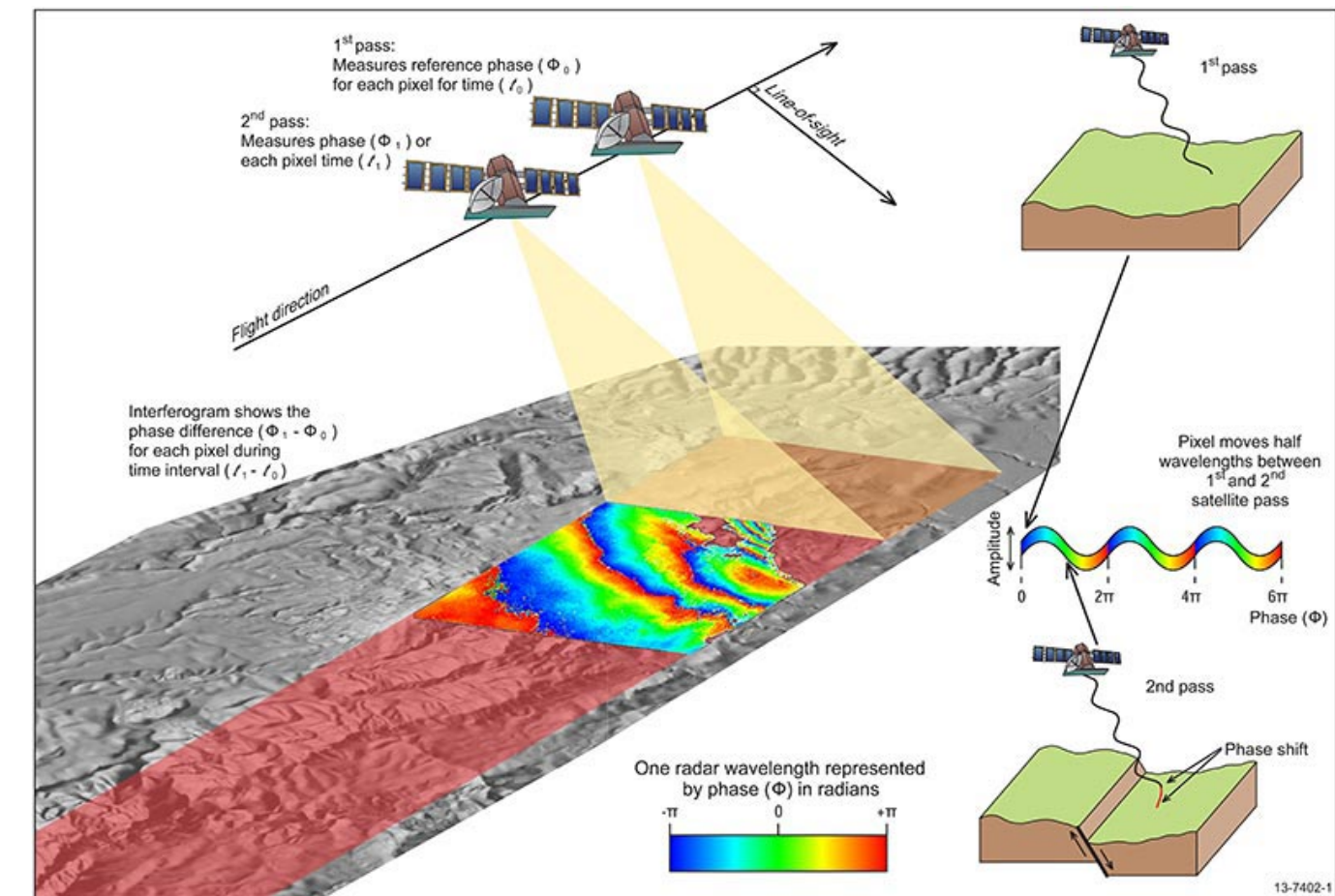
- Жер бетінің бір аймағынан екі сәл өзгеше радиолокациялық кескінді (бақылау нүктесі немесе уақыты бойынша) біріктіреді.

Нәтижесі

- Екі кескін арасындағы фазалық айырмашылықты өлшейді, бұл интерферограмма деп аталады.

Қолданылуы

- Топографиялық карталар жасау (DEM – сандық биіктік моделі).
- Геодинамикалық процестерді бақылау (жер сілкінісінен кейінгі жердің ығысуы, жанартаудың деформациясы).



<https://www.ga.gov.au/scientific-topics/positioning-navigation/positioning-australia/geodesy/geodetic-techniques/interferometric-synthetic-aperture-radar>

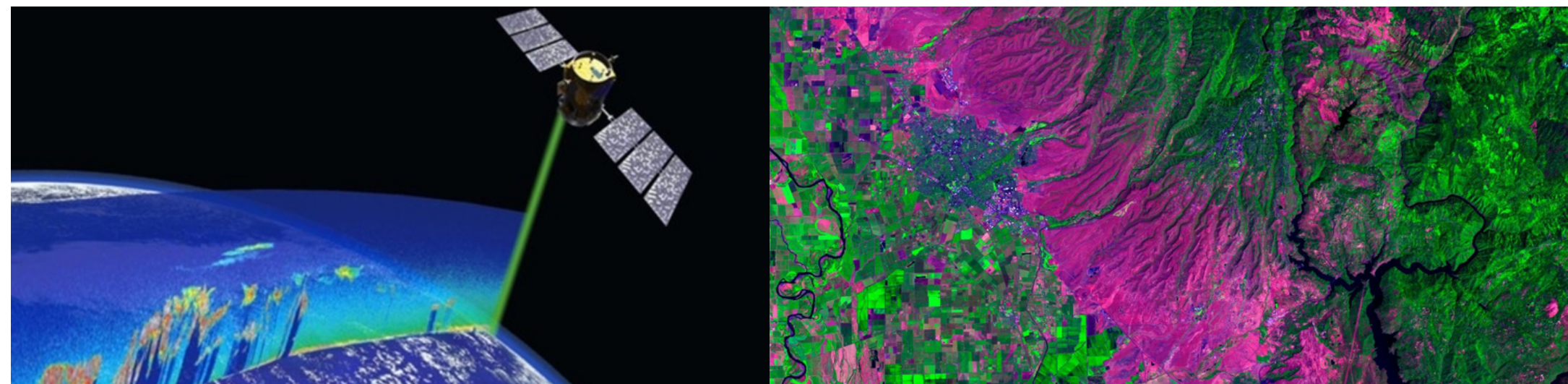
Артықшылықтары мен Шектеулері

Артықшылықтары

- Тәулік бойы жұмыс: Күн сәулесіне тәуелсіз.
- Атмосфераға ену: Бұлтты және тұманды жағдайларда мәліметтер ала алады.
- Геометриялық ақпарат: Объектілердің физикалық және диэлектрлік қасиеттері туралы мәліметтер береді.

Шектеулері

- Геометриялық бұрмаланулар: Спутникке жақын тұрған биік нысандар бұрмаланады (layover).
- Кескіннің «дақ» болуы (Speckle): Кескіндегі бұл шуды азайту үшін арнайы өңдеу қажет.



Қолдану салалары

Геодинамика

- Жер қабатының деформациясын, жер сілкінісі мен жанартау белсенділігін бақылау.

Гидрология/Мұздықтар

- Мұздықтардың қозғалысын, су тасқыны аймақтарын және ылғалдылықты бақылау.

Ауыл шаруашылығы/Орман

- Егіннің түрлерін жіктеу, топырақ ылғалдылығын бағалау және орман биомассасын бақылау.

Табиғи Апаттар

- Су тасқыны, дауыл, жер сілкінісі сияқты төтенше жағдайлар кезінде зардап шеккен аймақтарды жедел бағалау.

Бақылау сұрақтары:

1. Радиолокациялық ғарыштық суреттердің оптикалық суреттерден басты айырмашылығы неде?
2. Белсенді және пассивті микротолқынды сенсорлардың жұмыс істеу принциптерін түсіндіріңіз.
3. SAR (Synthetic Aperture Radar) жүйесінің негізгі жұмыс қағидалары қандай?
4. SAR жүйелерінің InSAR және PolSAR түрлерінің ерекшеліктері неде?
5. Радиолокациялық суреттердің артықшылықтары мен шектеулерін атаңыз.
6. Радиолокациялық жүйелердің атмосфералық жағдайлар мен тәулік уақытына тәуелсіз болуы неліктен маңызды?
7. Радиолокациялық жүйелерде жиілік пен поляризация ұғымдарының рөлі қандай?
8. Интерферометриялық SAR (InSAR) әдісі қандай мақсаттарда қолданылады?
9. Радиолокациялық суреттердің экологиялық және геодинамикалық процестерді зерттеудегі маңызы қандай?
10. Радиолокациялық жүйелердің дамуының негізгі кезеңдерін атаңыз.
11. Поляриметриялық SAR (PolSAR) технологиясының ауыл шаруашылығында және экологияда қолданылу мысалдарын келтіріңіз.
12. SAR жүйелері табиғи апаттарды (жер сілкінісі, су тасқыны, мұздық еруі және т.б.) мониторингтеуде қандай рөл атқарады?

Ұсынылатын әдебиеттер тізімі:

- 1.Lillesand, T.M., Kiefer, R.W., Chipman, J.W. Remote Sensing and Image Interpretation. – Wiley, 2015.
- 2.Jensen, J.R. Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective. – Pearson, 2016.
- 3.Richards, J.A., Jia, X. Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction. – Springer, 2006.
- 4.Campbell, J.B., Wynne, R.H. Introduction to Remote Sensing. – Guilford Press, 2011.
- 5.Sabins, F.F. Remote Sensing: Principles and Interpretation. – Waveland Press, 2007.
- 6.ESA. Sentinel-2 User Handbook. – European Space Agency, 2022.
- 7.NASA Landsat Science Team. Landsat Legacy Project: History and Applications. – NASA, 2017.
- 8.SPOT Image. SPOT Satellite Technical Documentation. – Toulouse, France, 2018.

Назарларыңызға рақмет!