

Лекция 2:

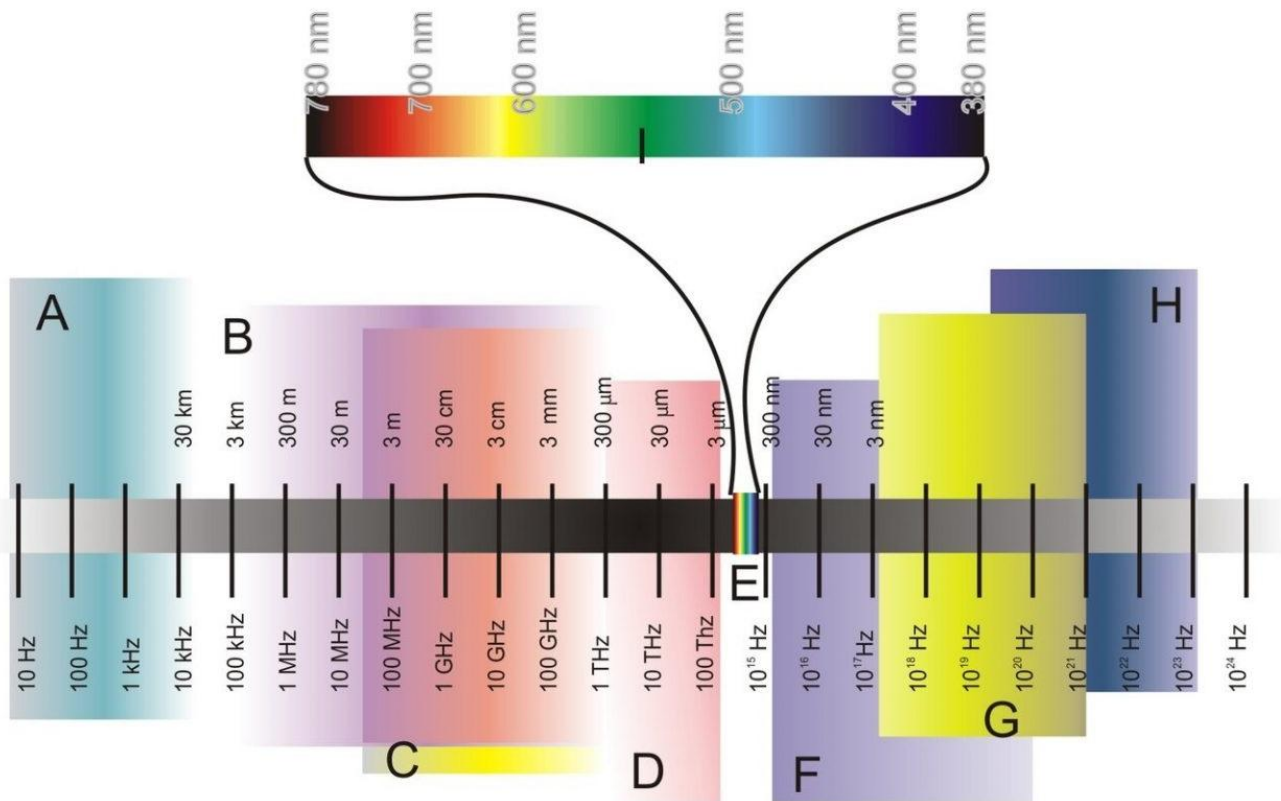
Жерсеріктік метеорологияның негіздері. Meteosat-9



ТУРСУМБАЕВА МАДИНА ОРАЗГАЗИЕВНА
PhD, АҒА ОҚҰТУШЫ

МЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ГИДРОЛОГИЯ КАФЕДРАСЫ

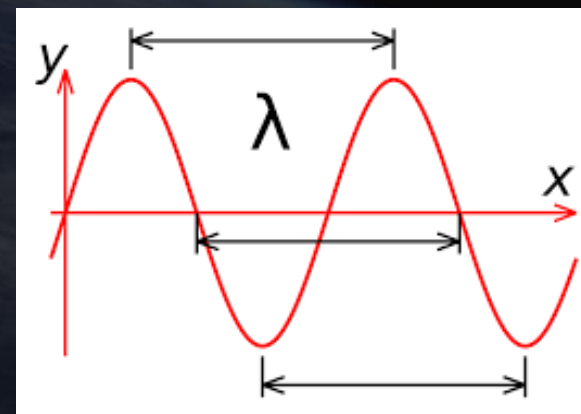
Электромагниттік спектр



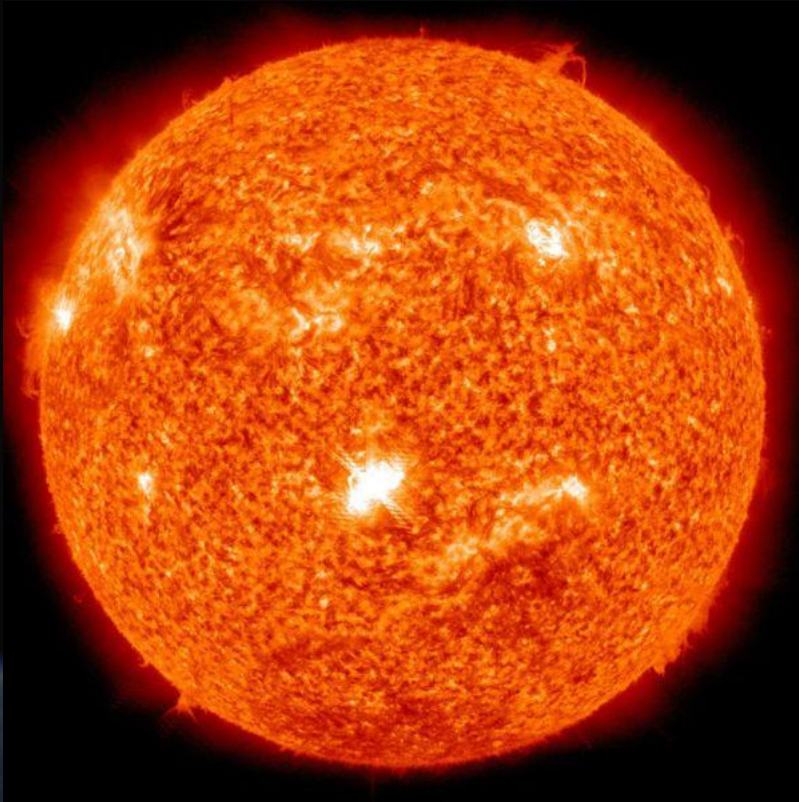
- В - Радиоволны
- С - Микроволны
- Д - Инфракрасные волны
- Е - Видимый свет
- Ф - Ультрафиолетовое излучение
- Г - Рентгеновское излучение
- Н - Гамма - излучение
- І - Спектр видимого света

Электромагниттік толқынның сипаттамалары:

- Толқын ұзындығы (λ) – толқынның екі бірдей нүктесінің (мысалы, екі шыңның) арасындағы қашықтық.
- Жиілік (ν) – толқынның секунд сайынғы тербеліс саны, өлшем бірлігі – герц (Гц).



Екі дененің хикаясы



$$T = 6000 \text{ K}$$

$$\lambda_{\text{max}} = 0.5 \text{ } \mu\text{m}$$

(green)

$$B = 7\,400\,000 \text{ W}$$

$$\text{m}^{-2}$$



$$T = 290 \text{ K}$$

$$\lambda_{\text{max}} = 10 \text{ } \mu\text{m (IR)}$$

$$B = 400 \text{ W m}^{-2}$$

Қысқа толқын vs. Ұзын толқын

99% күн энергиясының толқын ұзындығы 4 мкм-ден қысқа.

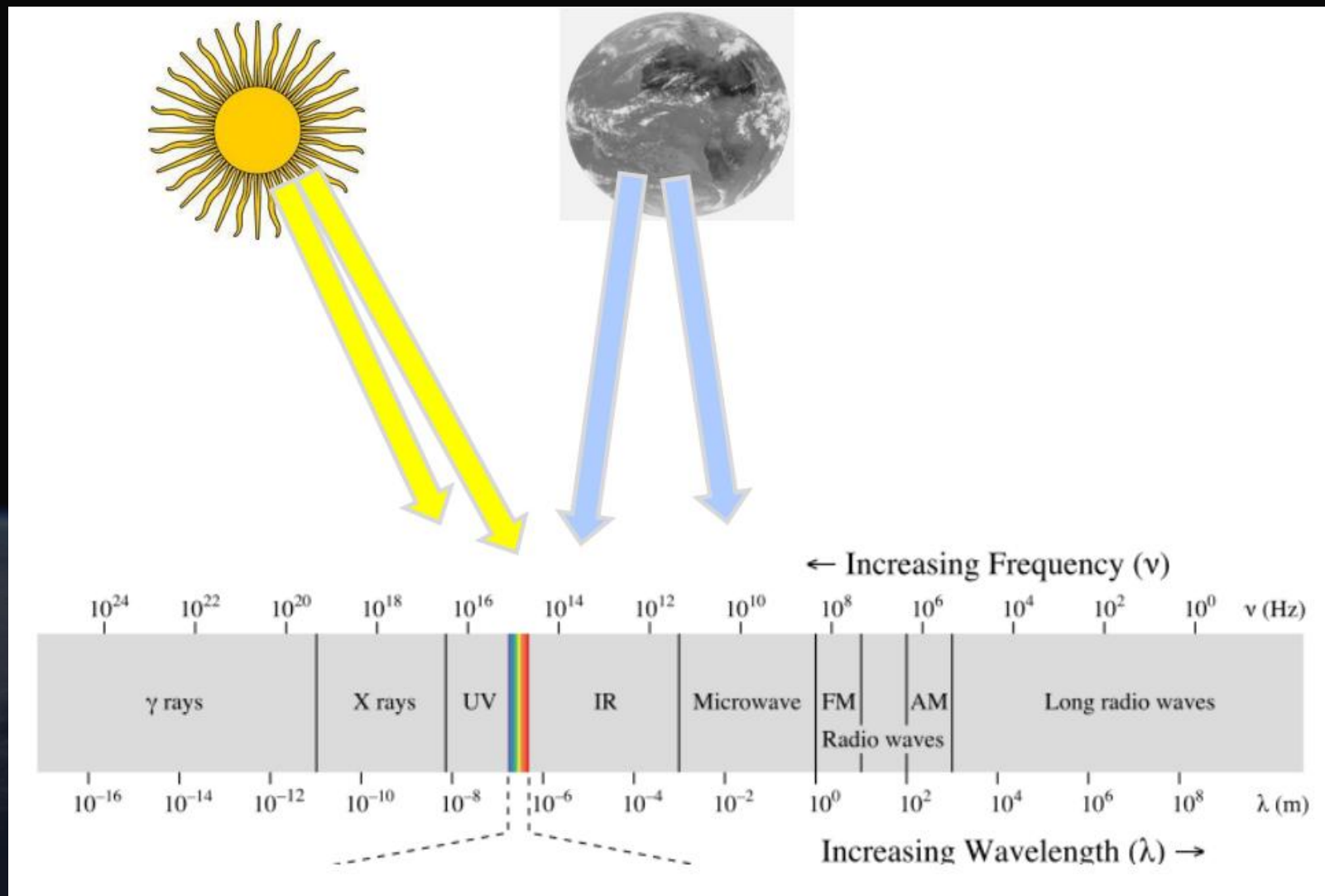
Жер энергиясының 99%-ы 4 мкм-ден ұзын толқын ұзындықтарында шығарылады.

Күн радиациясы:

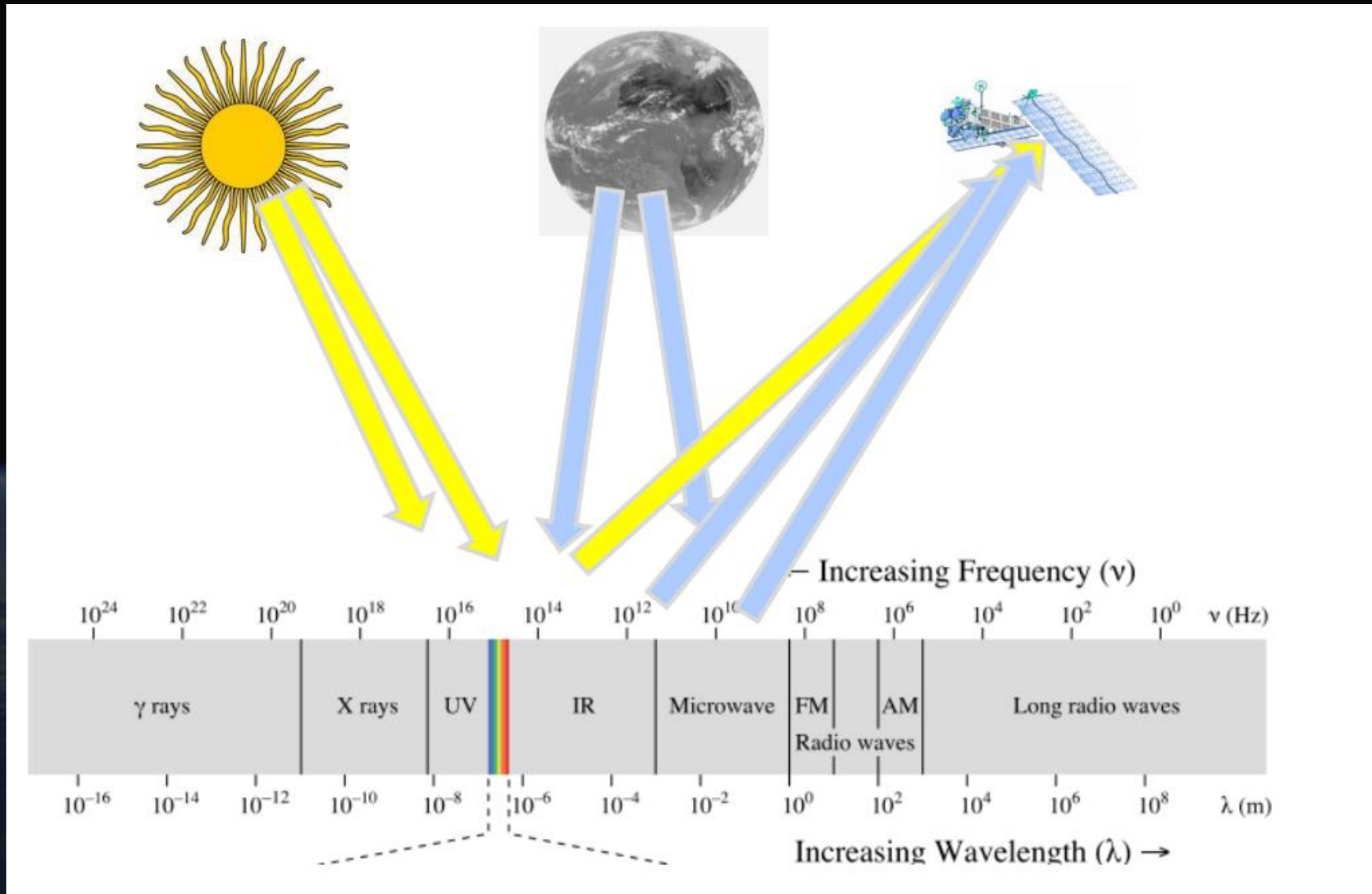
- Қысқа толқынды
- Ультрафиолет, көрінетін, ИК жақын

Жер радиациясы:

- Ұзын толқынды
- Жылулық инфрақызыл

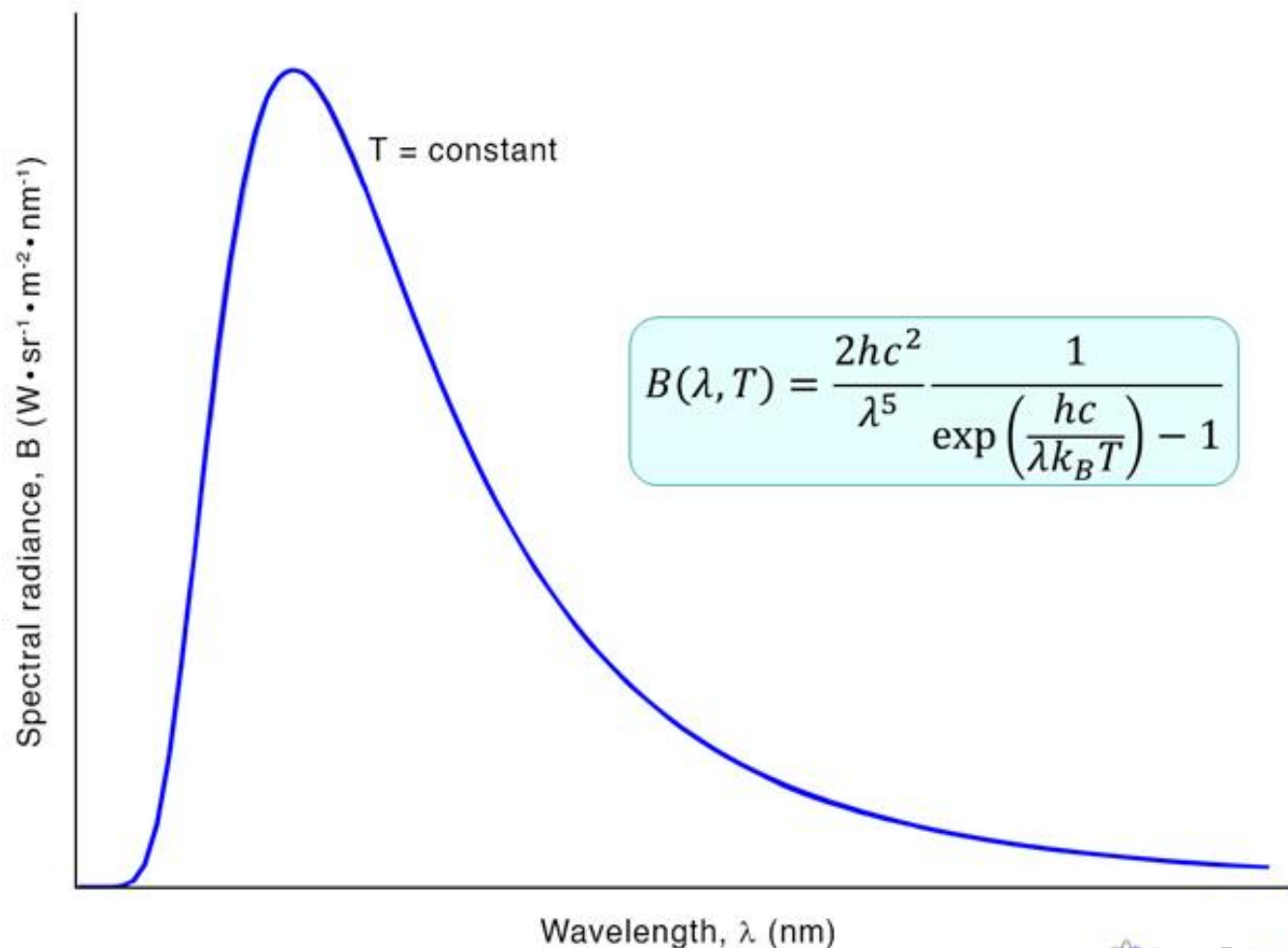


ҚЫСҚА ТОЛҚЫН VS. ҰЗЫН ТОЛҚЫН



Планк заңы

Planck's Law

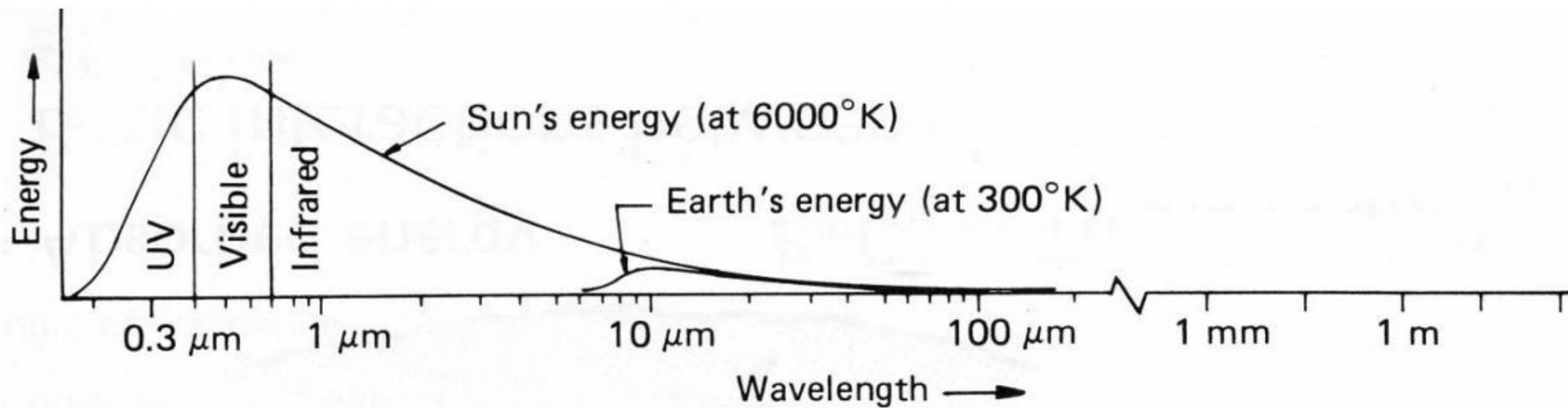


Планк заңы – қарадененің (абсолютті қара дене) сәулеленуін сипаттайтын негізгі заңдардың бірі.

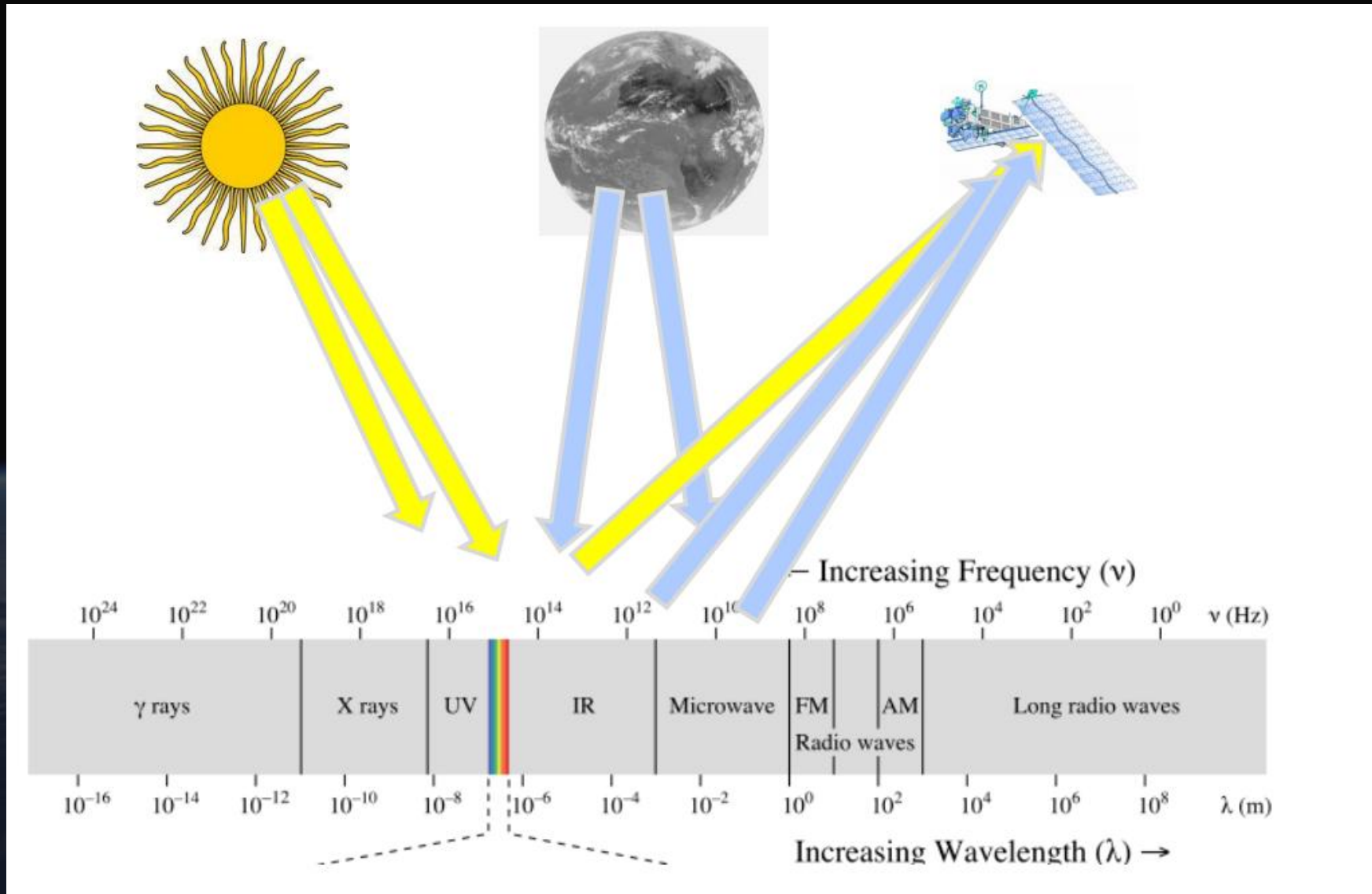
Бұл заң әртүрлі объектілердің температурасына байланысты әртүрлі толқын ұзындығында сәуле шығаруының себебін түсіндіреді.

Планк заңы

Мысалы, Күн көрінетін диапазонда, ал Жер инфрақызыл сәуледе максималды энергия шығарады.



ҚЫСҚА ТОЛҚЫН VS. ҰЗЫН ТОЛҚЫН



Жарқырау температурасы

Планк заңын есте сақтаңыз: **(Brightness)**

Температураны білсеңіз, белгілі бір толқын ұзындығында қанша энергия шығарылатынын есептей аласыз.

$$B(\lambda, T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{\exp\left(\frac{hc}{\lambda k_B T}\right) - 1}$$

Бірақ сіз мұны да өзгерте аласыз: егер сіз белгілі бір толқын ұзындығында зат шығаратын энергияны өлшесеңіз, сіз заттың температурасын білесіз!

Жарқырау температурасы (Brightness)

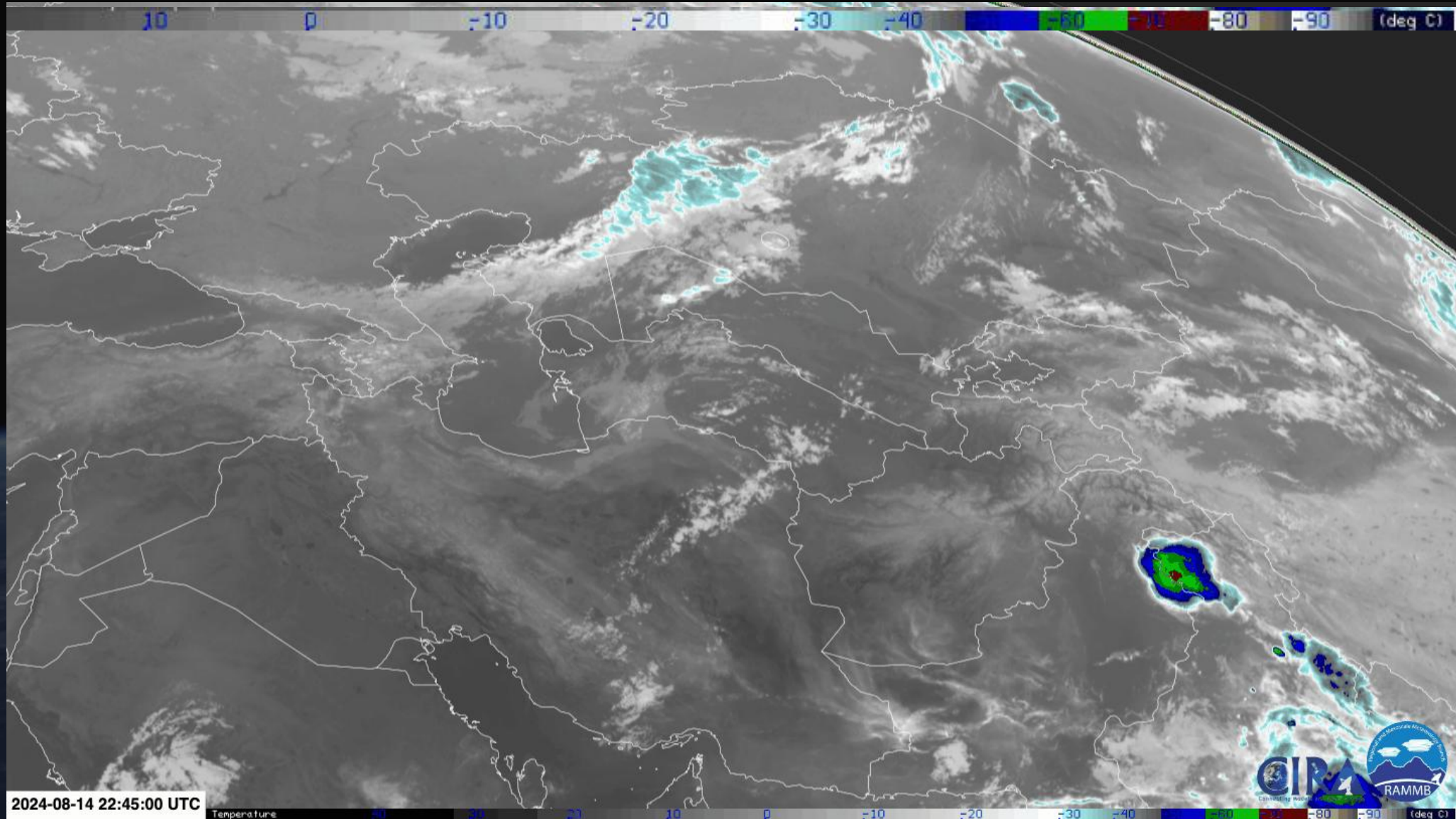
Көптеген спутниктер инфрақызыл мәндерді сәуле шығару қарқындылығының орнына **жарқырау температурасы** түрінде береді. Әртүрлі толқын ұзындықтарындағы мәндерді салыстыру оңайырақ.



Жарқырау температурасы:

$$T = \frac{B \lambda^4}{2 k c}$$

Жарқырау температурасы



Шағылысу (Reflectance)

Біз инфрақызыл арналары үшін жарқырау температурасын қолданамыз.

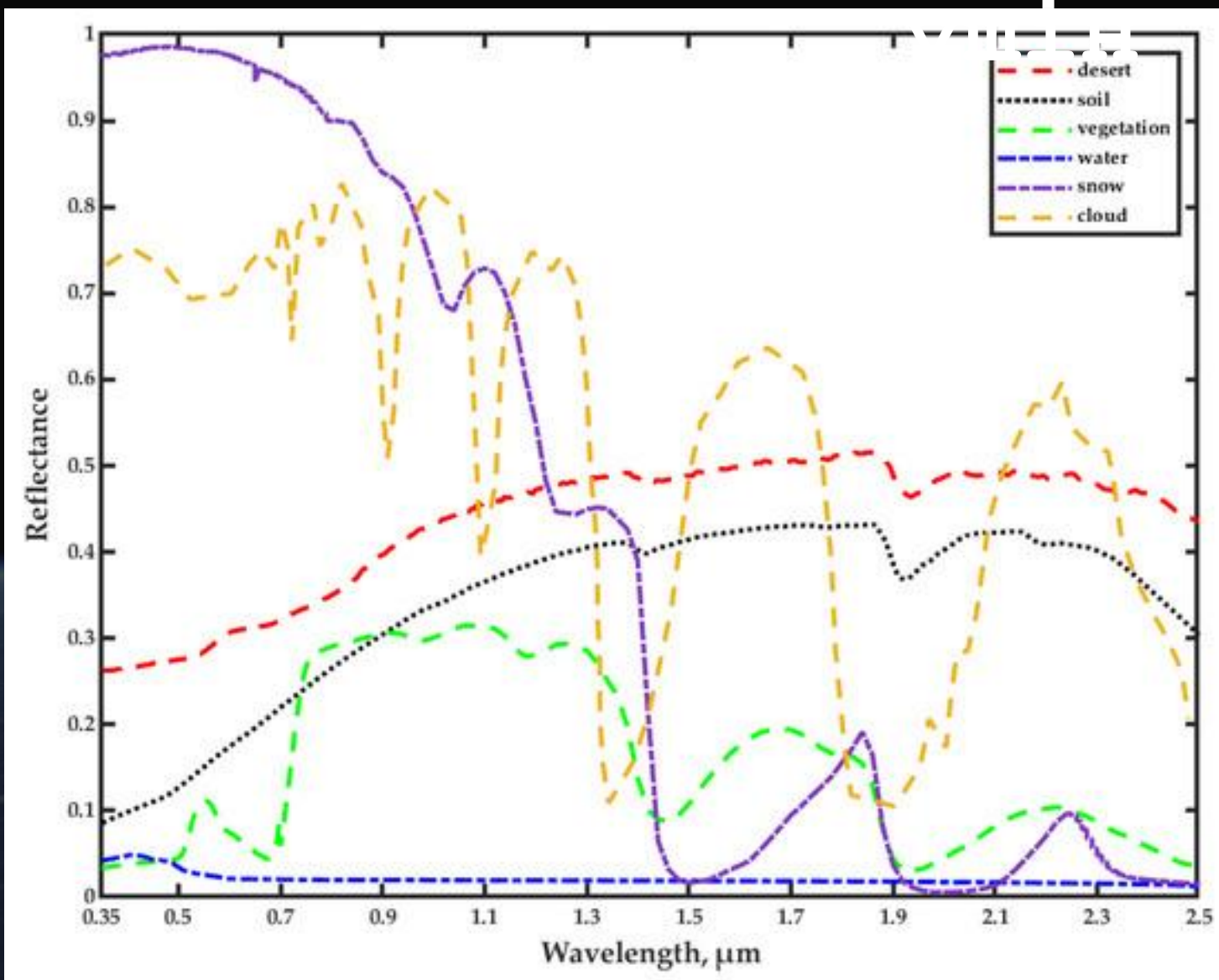
Ал көрінетін арналарда не болады? Жер көрінетін диапазонда өлшенетіндей сәуле шығармайды. Сондықтан бізге басқа мән қажет.

Біз шағылысуды (Reflectance) қолданамыз.

$$\text{шағылысу коэффициенті} = \frac{\text{шағылысқан сәуле}}{\text{түскен сәуле}}$$

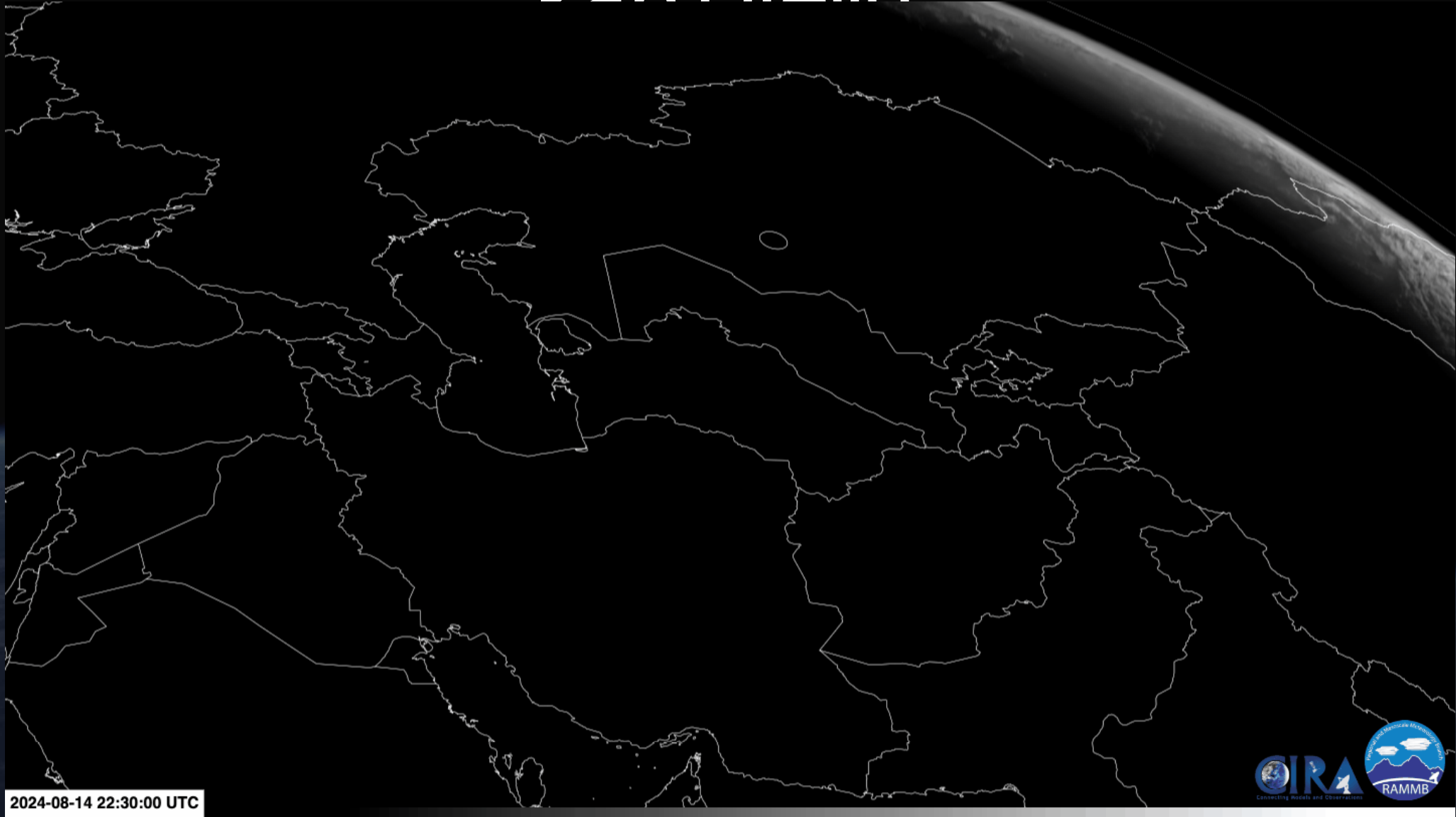
Яғни, Күннің сәулесінің қандай бөлігі шағылады?

Шағылысу әртүрлі жер беті түрлері

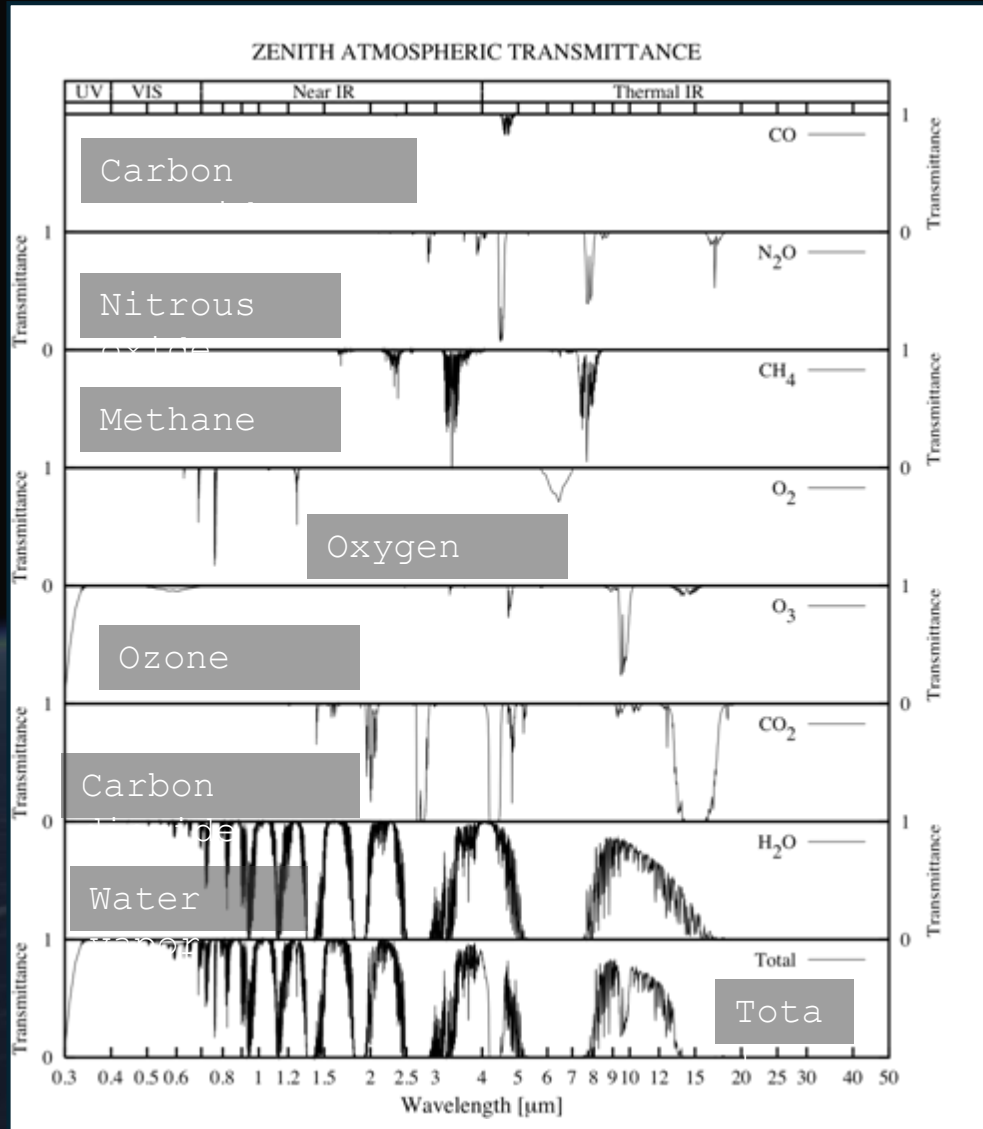


- Жарқын беттер (қар, бұлттар) көбірек сәуле шағылыстырады.
- Қараңғы беттер (орман, су) аз шағылыстырып, көбірек жылу сіңіреді.
- Су аз шағылыстырады, бірақ күннің түсу бұрышы өзгергенде бұл көрсеткіш артады (мысалы, күн көкжиекке жақын болғанда).
- Бұлттар – ең өзгермелі элемент, өйткені олардың шағылысуы құрамына, биіктігіне және

Көрінетін диапазон: Шағылысу кабиіттері



Атмосфералық эмиссиялары

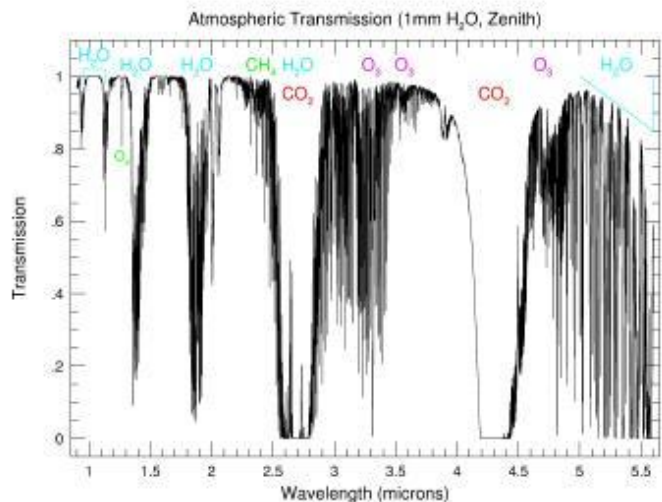
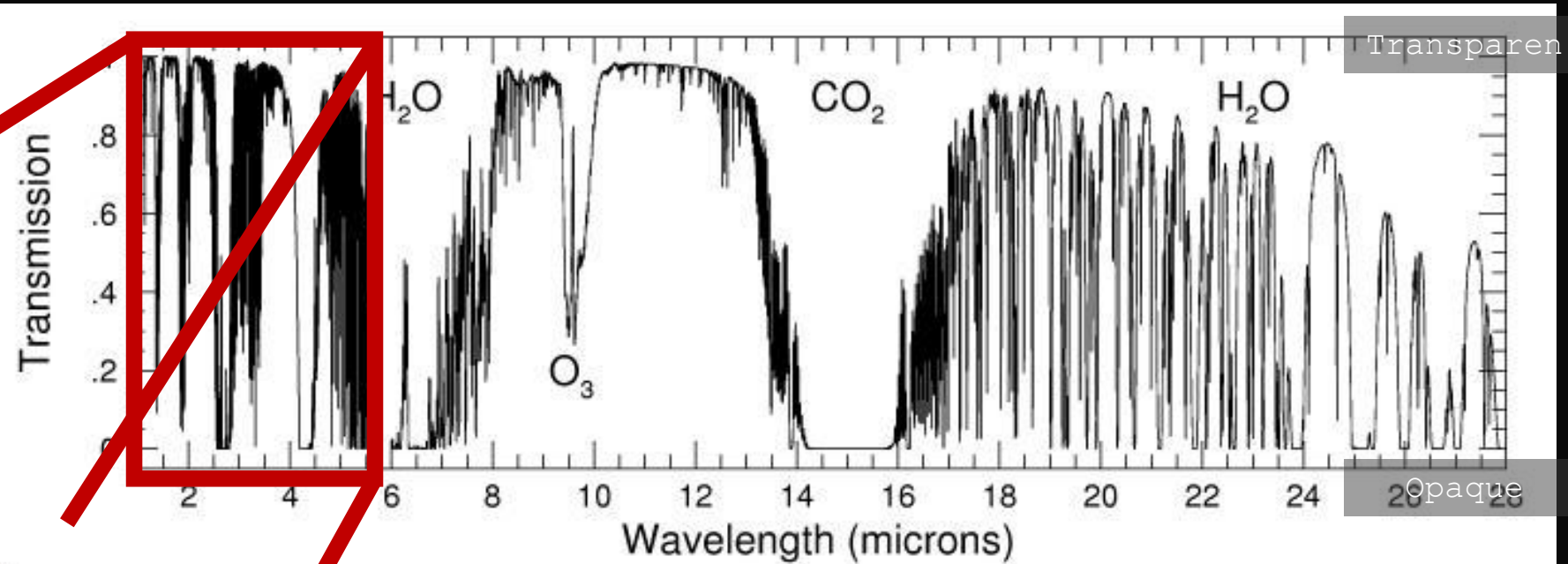


Азот (N_2), оттегі (O_2) және аргон (Ar) атмосфераның 99% құрайды.

Бұл газдар с-к-у-ч-н-ы-й. Олар көп әсер етпейді, энергияны көп сіңірмейді.

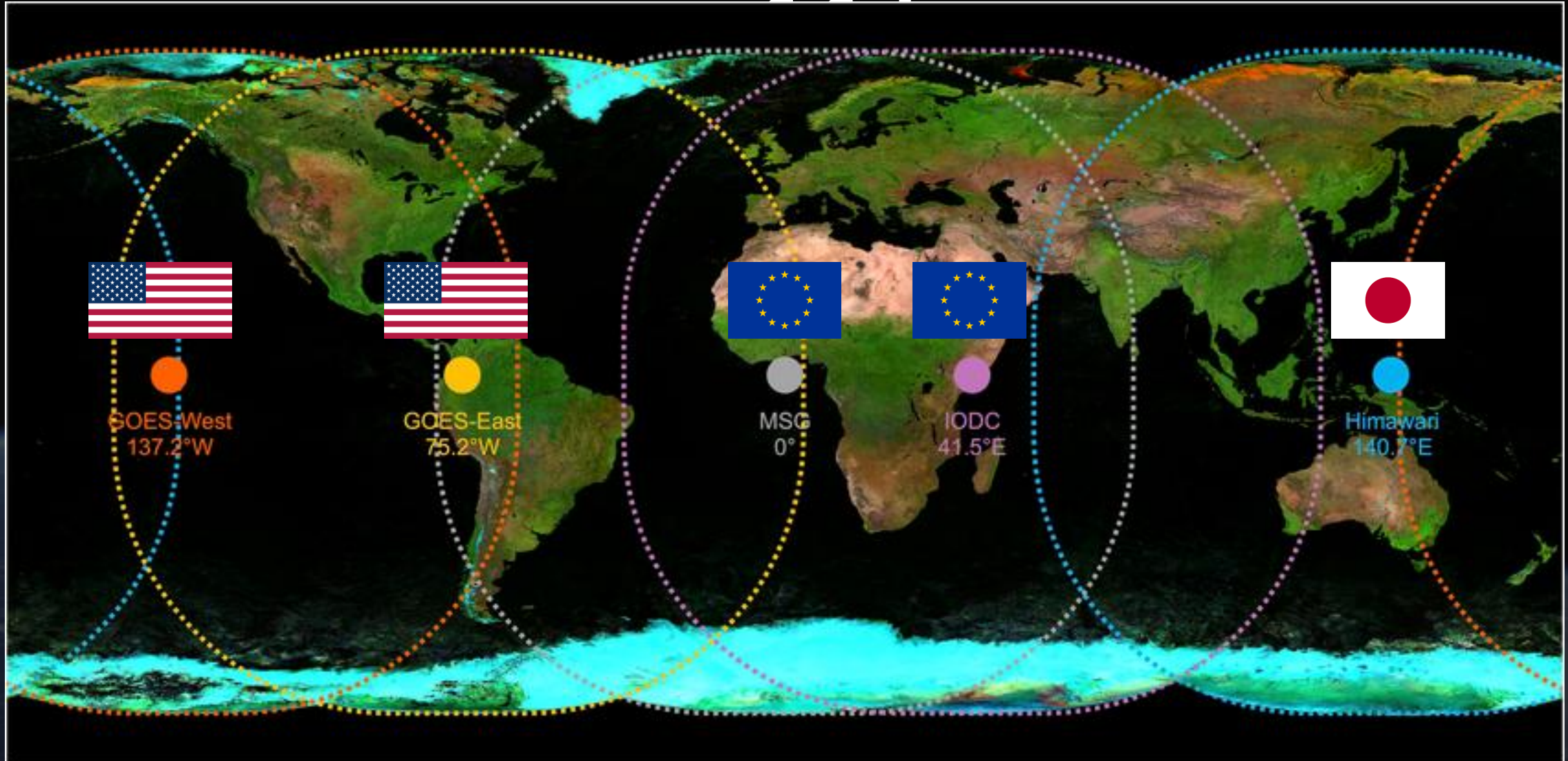
Қалған газдар көп энергияны жұтады.... Бірақ әртүрлі газдар әртүрлі толқын ұзындығында жұтады.

Атмосфералық эмиссиялары

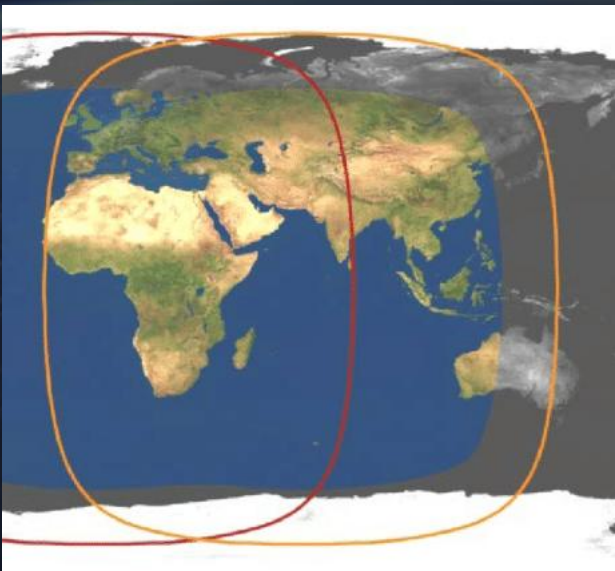
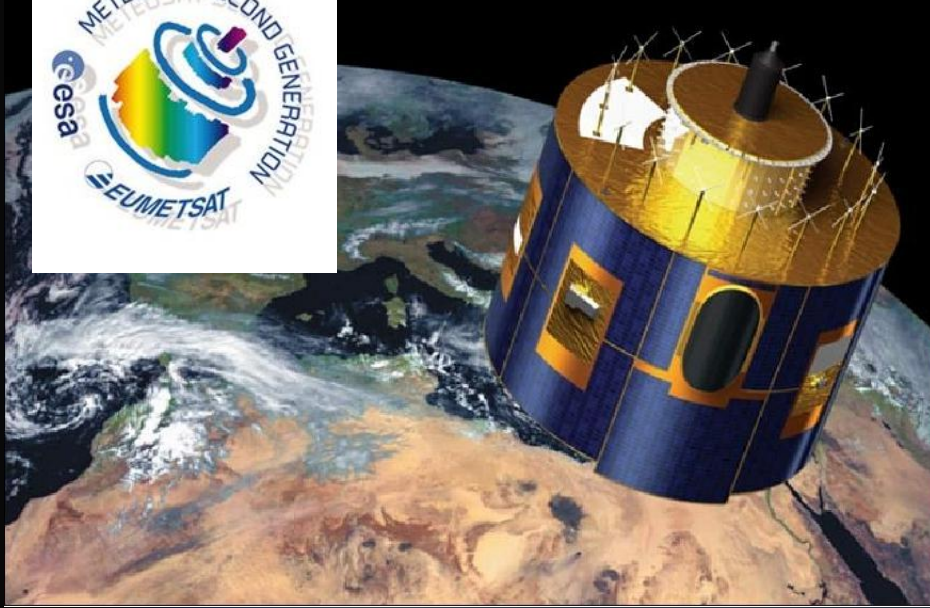


Жерді әртүрлі толқын
ұзындығында қарасақ, біз
мүлдем басқа нәрселерді
көреміз

Геостационарлық жерсеріктер



Meteosat-9



Орталық Азия үшін маңызды
спутниктердің бірі:

Eumetsat басқаратын деректер
барлығына тегін.

45.5° шығыс бойлықтағы
геостационарлық спутник Үнді мұхиты
мен Азияның көп бөлігін қамтиды.

Meteosat екінші ұрпақтың бөлігі
болып табылады, 2027 жылға дейін
жұмыс істеуі күтілуде.

SEVIRI (Spinning Enhanced Visible and InfraRed Imager)

Meteosat-9
спутнигінде
негізгі аспап.



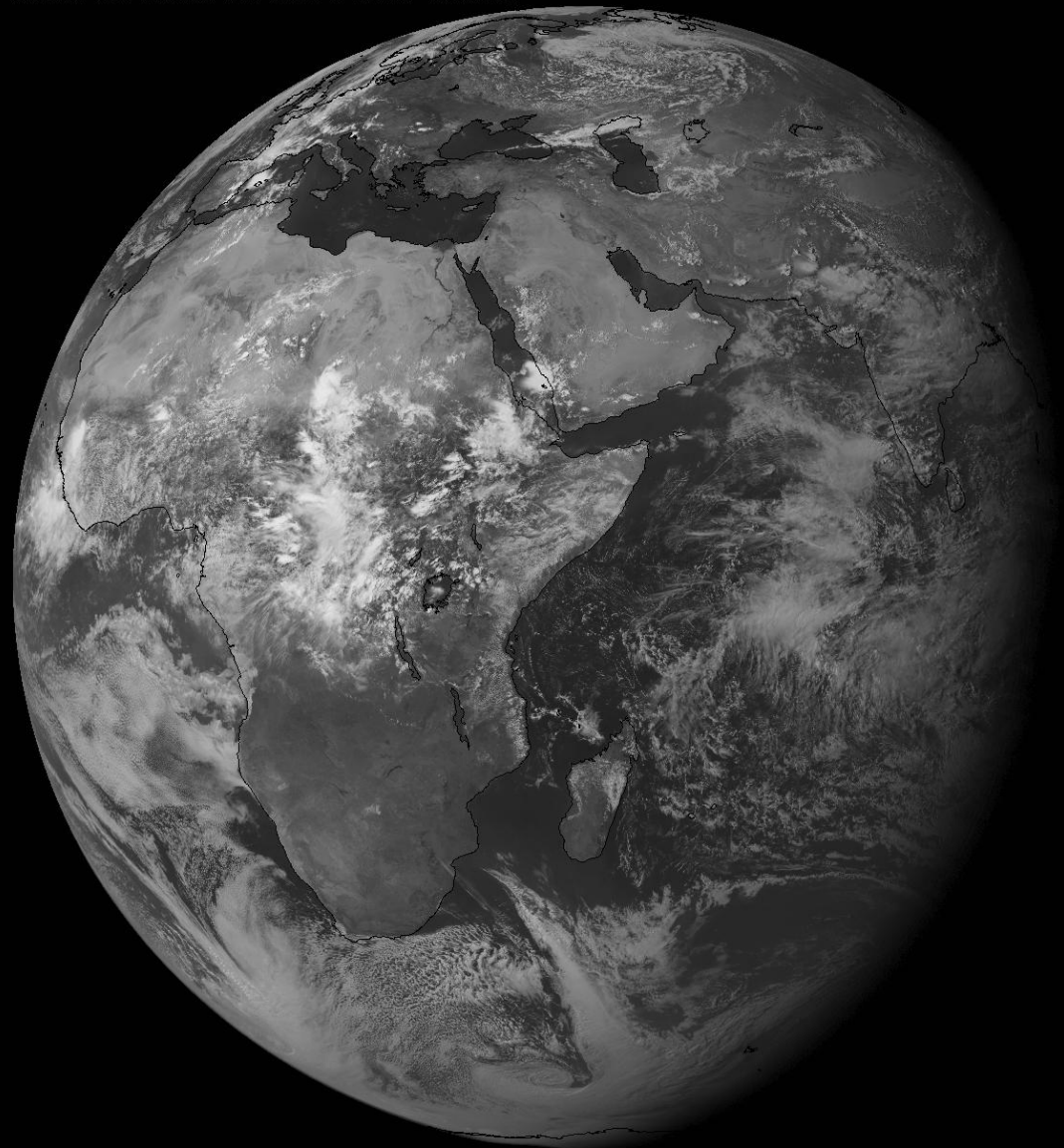
Канал түрі	Канал	Орталық толқын ұзындығы және ауқым		Кеңістік шешім
жылы/күн	HRV	0.75	[0.3; 1.30]	1
	VIS 0.6	0.635	[0.56; 0.71]	3
	VIS 0.8	0.81	[0.74; 0.88]	3
	NIR 1.6	1.64	[1.50; 1.78]	3
салқын / термикалы қ	IR 3.9	3.92	[3.48; 4.36]	3
	IR 6.2	6.25	[5.35; 7.15]	3
	IR 7.3	7.35	[6.85; 7.85]	3
	IR 8.7	8.7	[8.30; 9.10]	3
	IR 10.8	10.8	[9.80; 11.80]	3
	IR 12.0	12	[11.00; 13.00]	3
	IR 9.7	9.66	[9.38; 9.94]	3
	IR 13.4	13.4	[12.40; 14.40]	3

12 спектрлік арна:

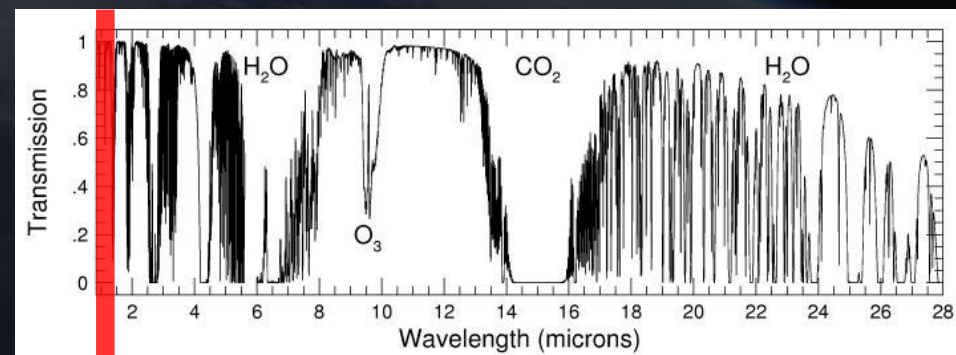
- 1 жоғары ажыратымдылығы бар көрінетін (1 км)
- 2 көрінетін
- 1 қысқа толқынды жақын инфрақызыл
- 1 қысқа және ұзын толқындардың шекарасында
- 7 ұзын толқынды инфрақызыл

Арна 1: 0.635 мкм

METEOSAT9 FULL DISK BAND: 1 14 AUG 24 12:00 SSEC: UM-MADISON

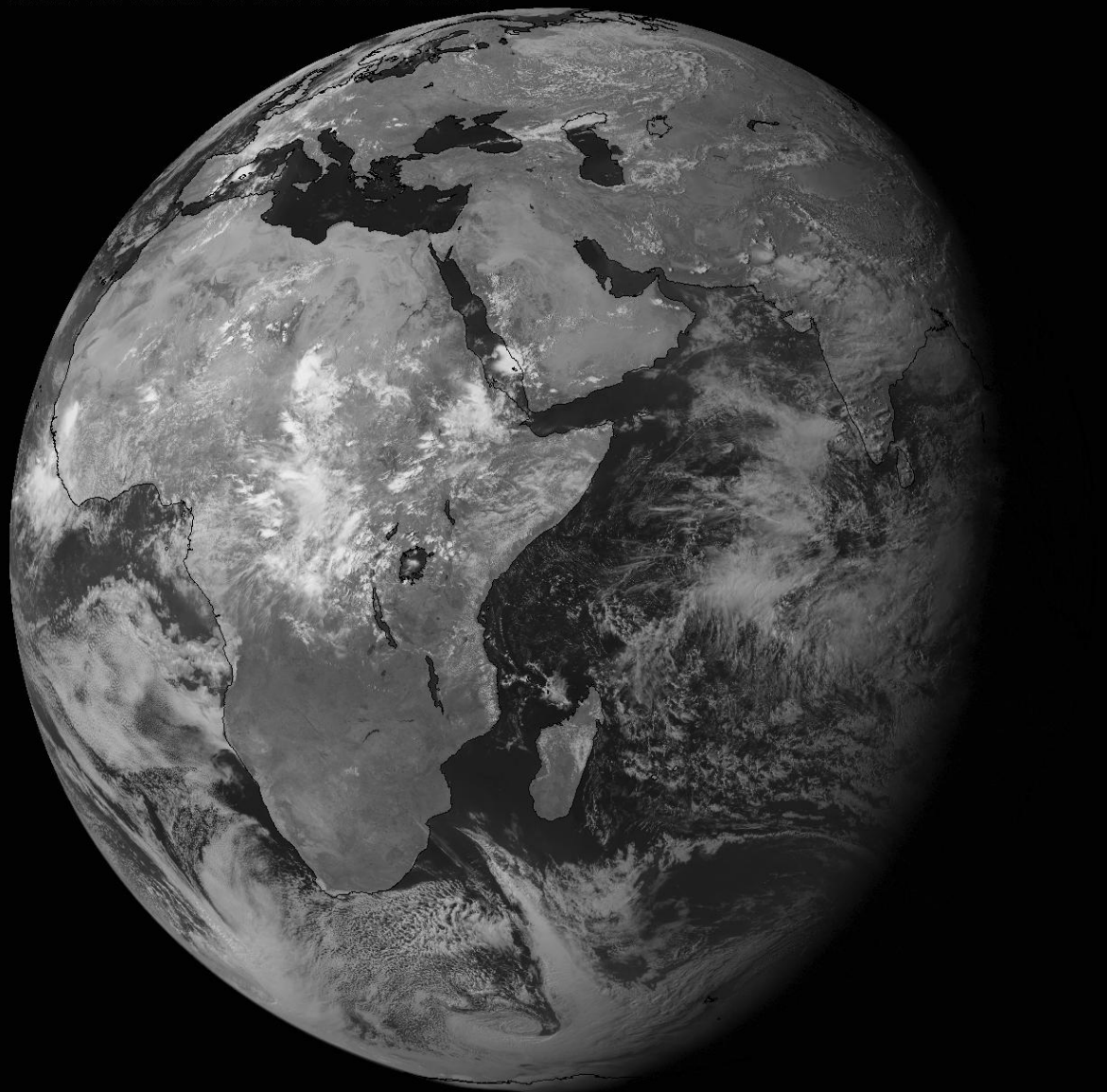


- Көрінетін арна (сары/оранжевый)
- Тек күндізгі уақытта
- Бұлттардың дамуын бақылау



Арна 2: 0.81 мкм

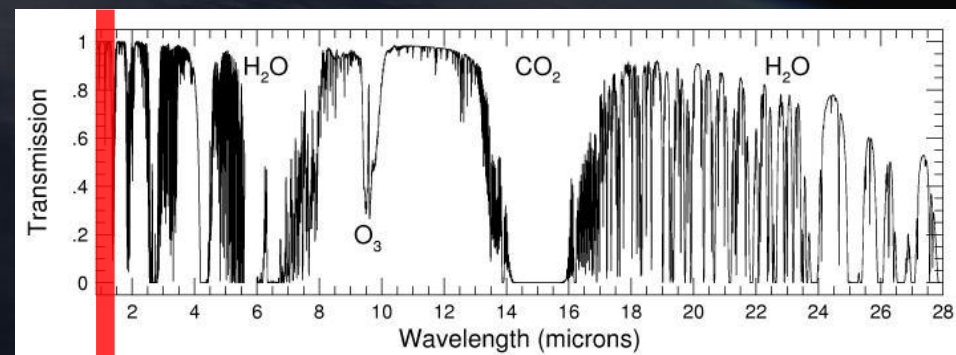
METEOSAT9 FULL DISK BAND: 2 14 AUG 24 12:00 SSEC: UM-MADISON



1 0001 METEOSAT9 2 14 AUG 24227 120000 00003 00003 09:00

McIDAS

- Көрінетін канал (қызыл) – жақын инфрақызыл
- Күндізгі уақытта бұлттарды, тұмандарды, аэрозольдерді бақылау
- Өсімдіктерді анықтау үшін



Арна 3: 1.64 мкм

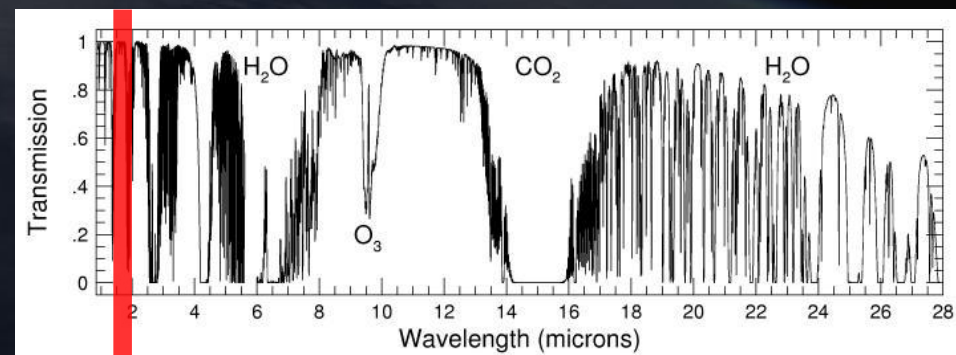
METEOSAT9 FULL DISK BAND: 3 14 AUG 24 12:00 SSEC: UM-MADISON



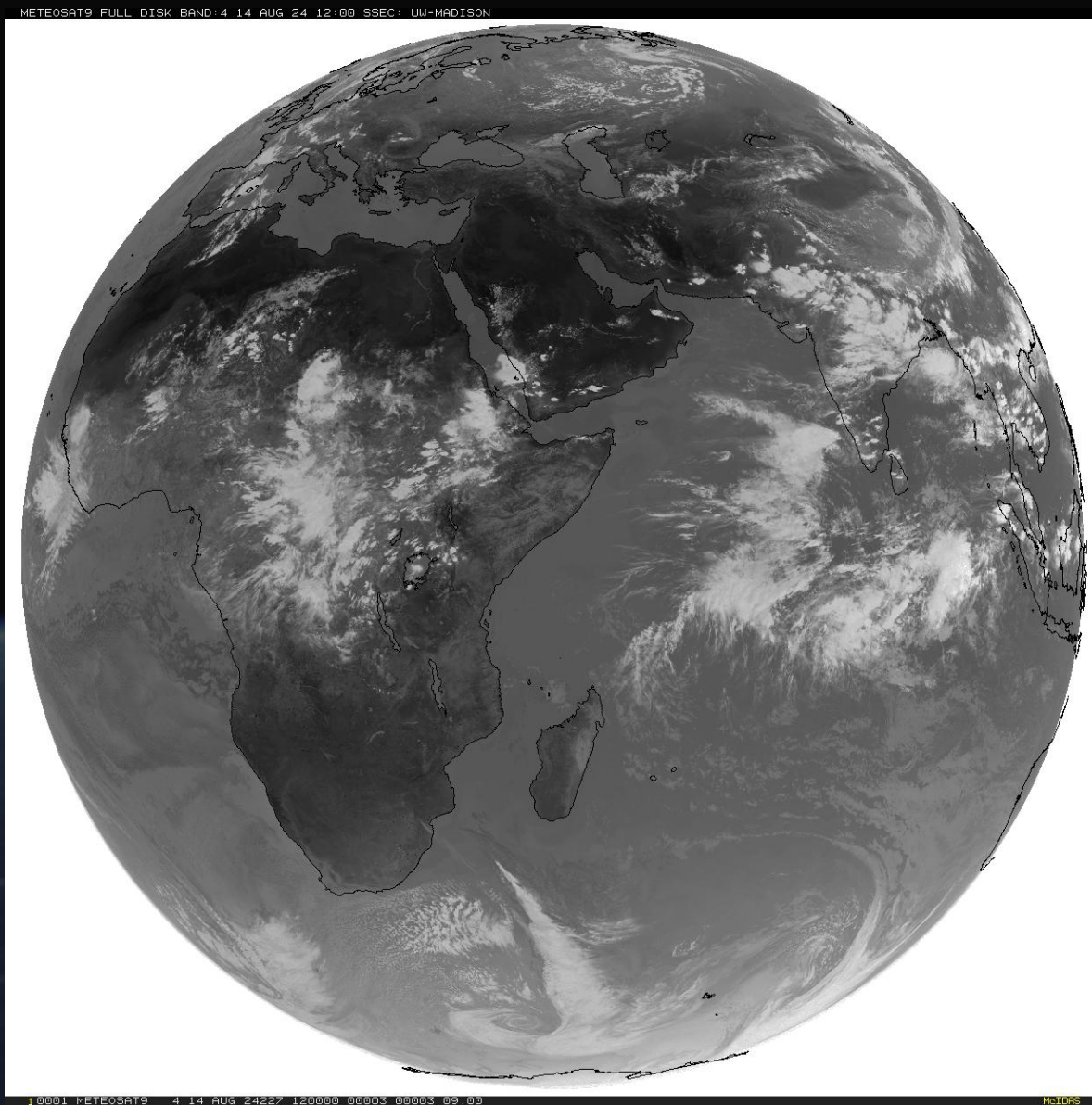
10001 METEOSAT9 3 14 AUG 24227 120000 00003 00003 09:00

McIDAS

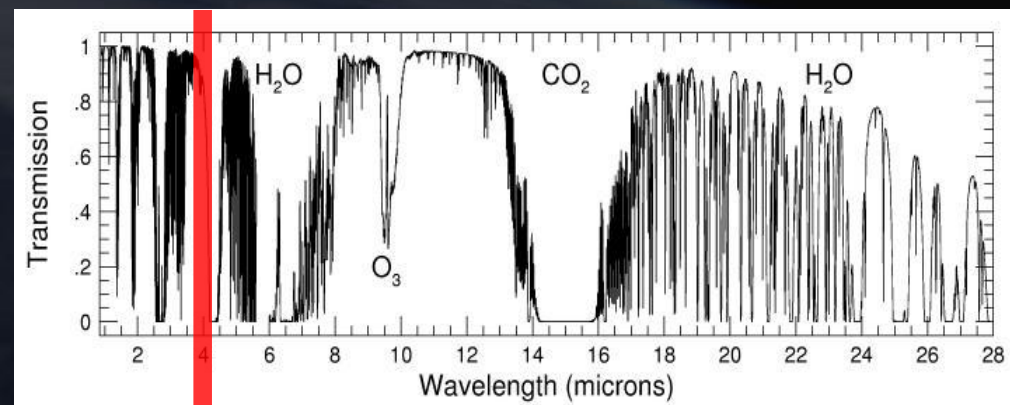
- Жақын инфрақызыл
- Мұзды бұлттар мен қар салыстырмалы түрде қараңғы болады
- Сұйық бұлттар мен тұмандар салыстырмалы түрде ашық түсте болады



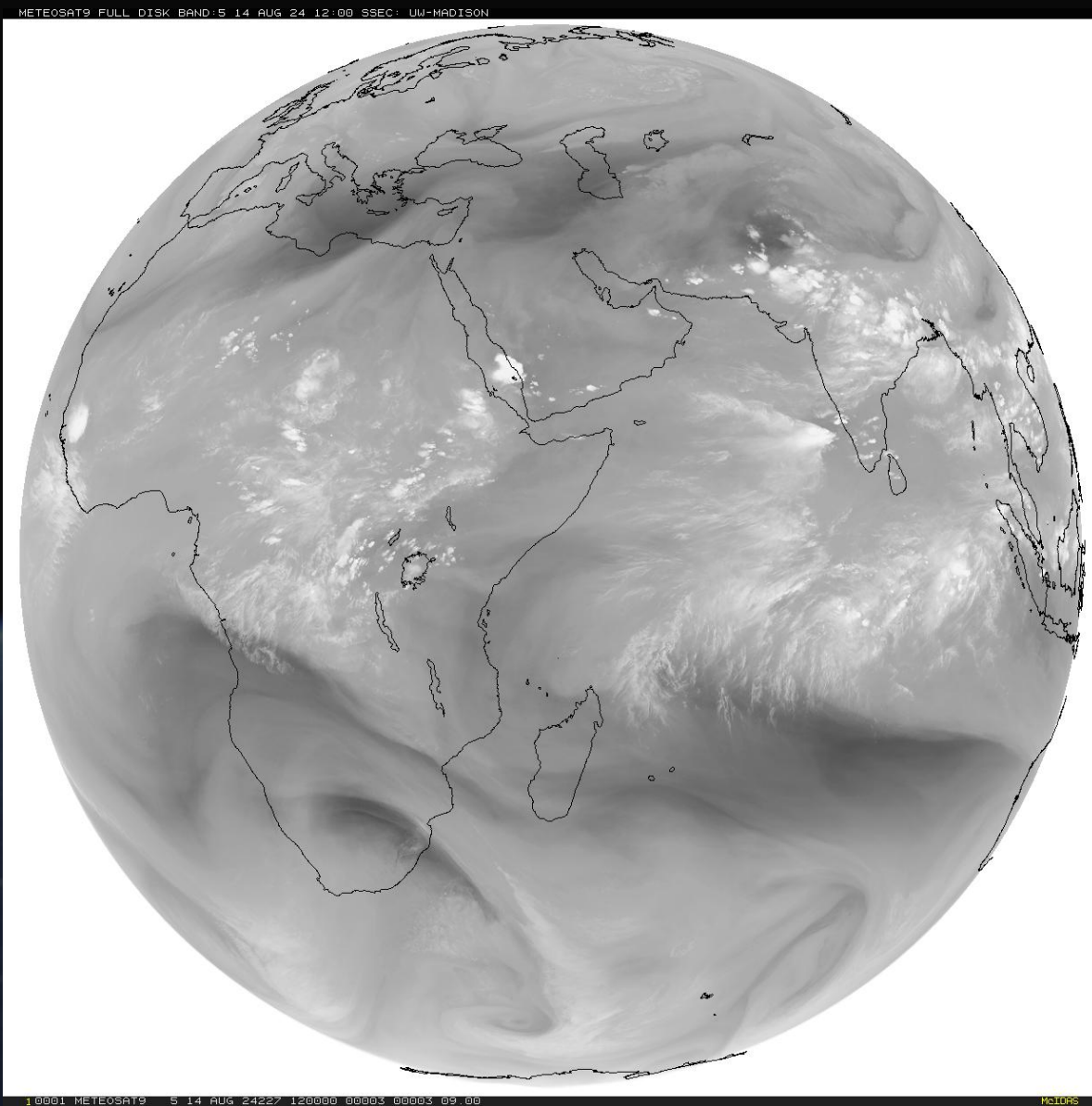
Арна 4 : 3.92 мкм



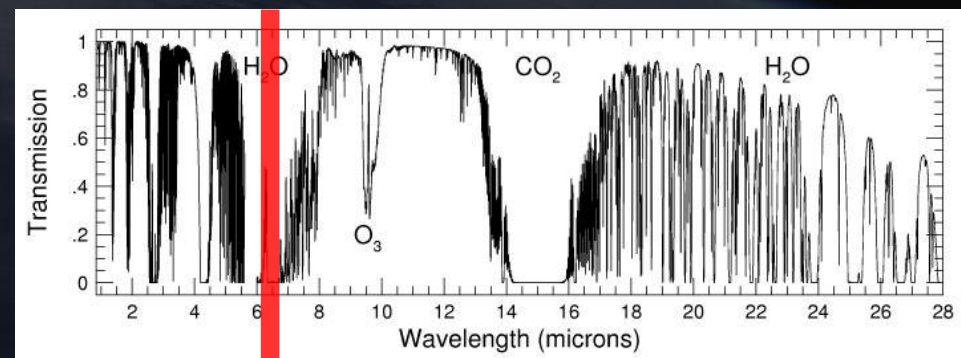
- Қысқа және ұзын толқындар шекарасында (жақын және жылулық инфрақызыл)
- Күндіз: бұлттың шағылысуы, көпқабатты бұлттар, бұлт құрылымдары
- Түнде: жер бетінің температурасы
- Екі жағдайда да: бұлт фазасы, өрт анықтау, жұқа циррус бұлттары



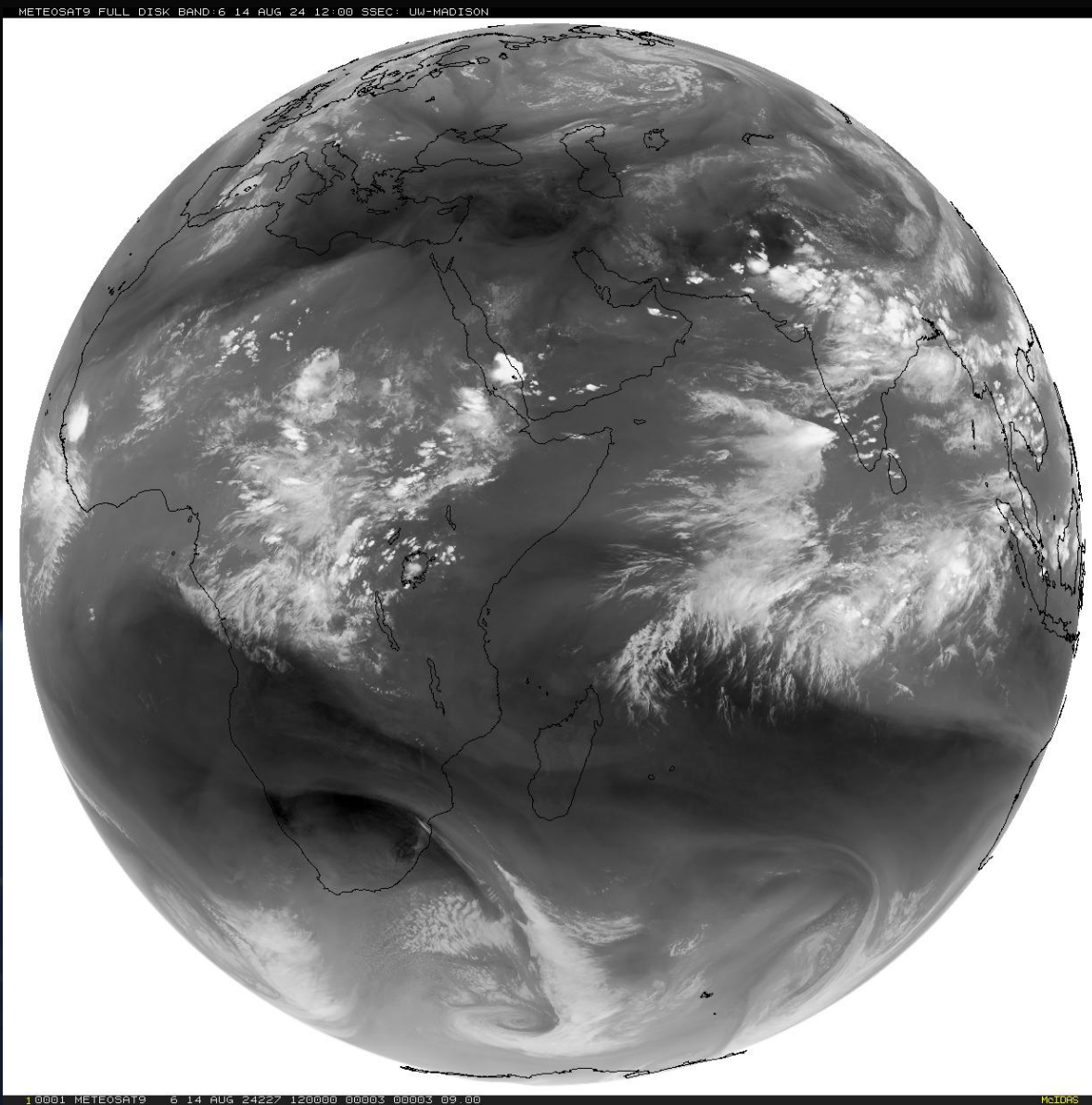
Арна 5: 6.25 мкм



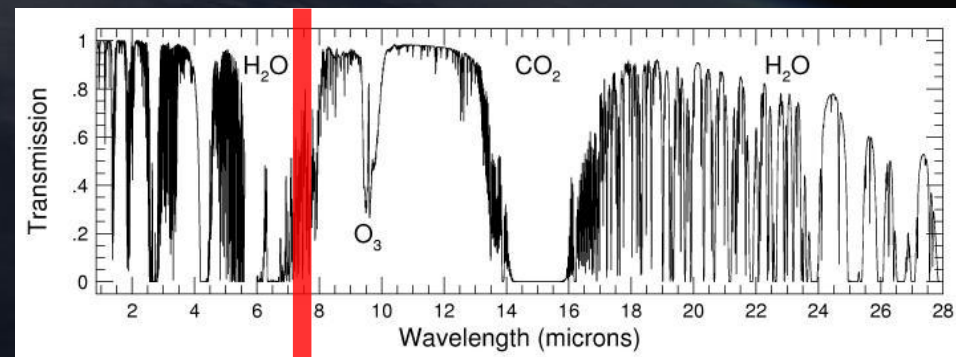
- Су буының жұтылу арнасы
- Максималды сигнал 350 hPa деңгейінде
- Жоғарғы тропосферадағы су буын анықтау
- Турбуленттілік
- Синоптикалық қолданулар
 - Жеткізу ағынын (Jet stream) анықтау
 - Тропопауза
 - Потенциалдық вихрь



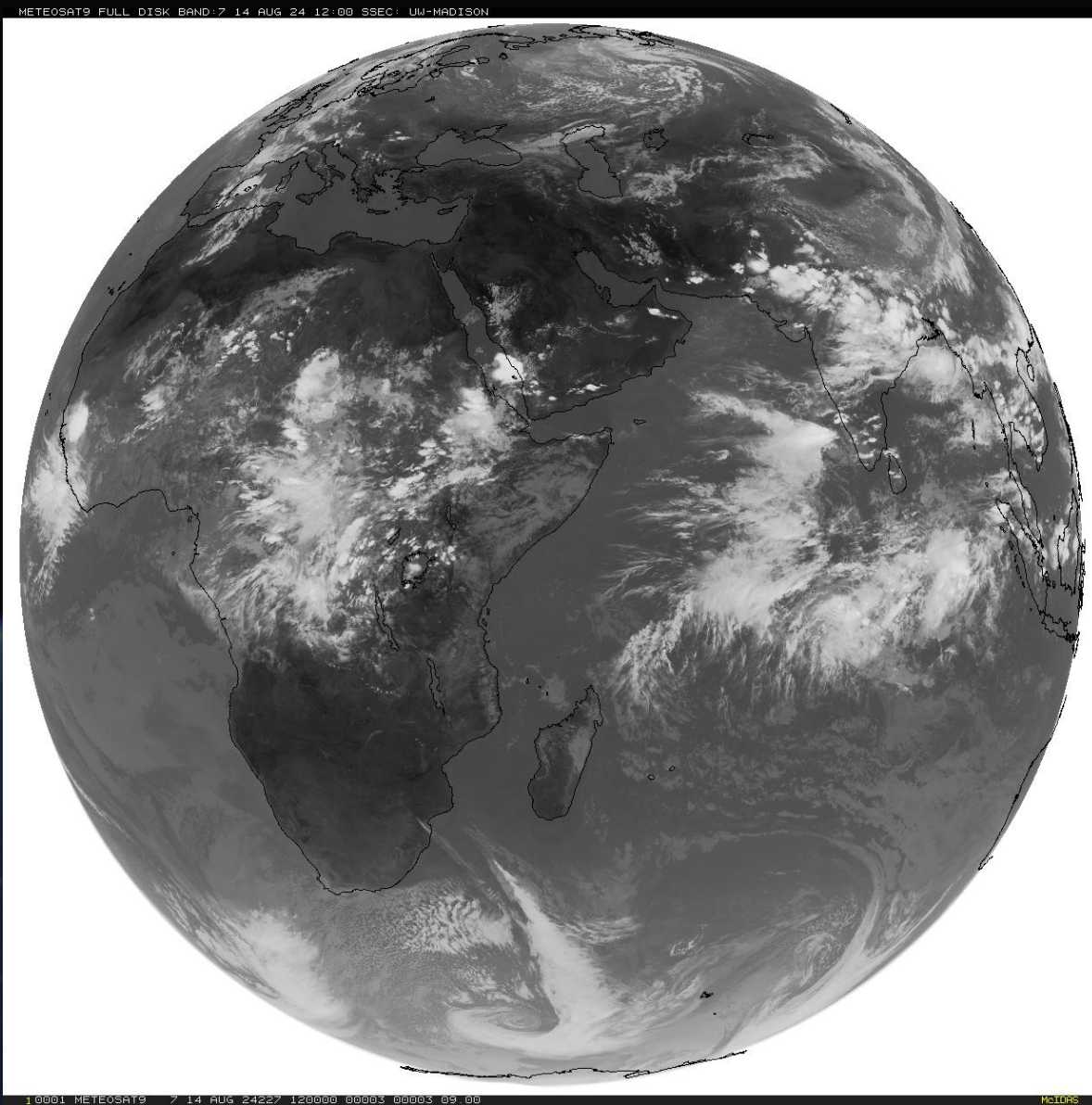
Арна 6: 7.35 мкм



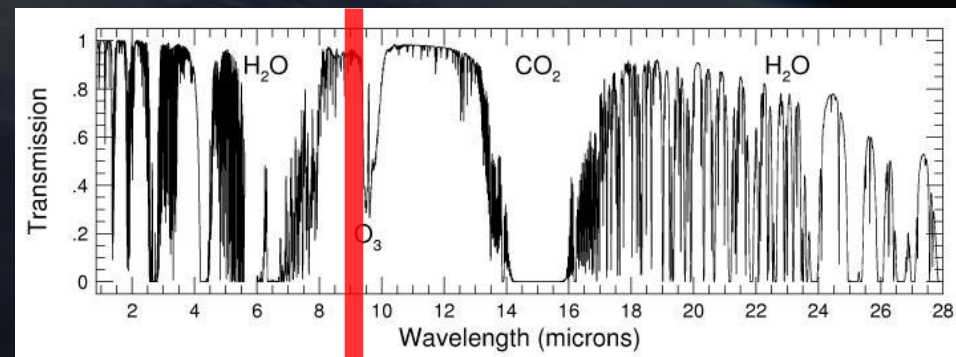
- Әлсіз су буы арнасы
- Максималды сигнал 500 гПа деңгейінде
- Орта тропосферадағы су буын анықтау



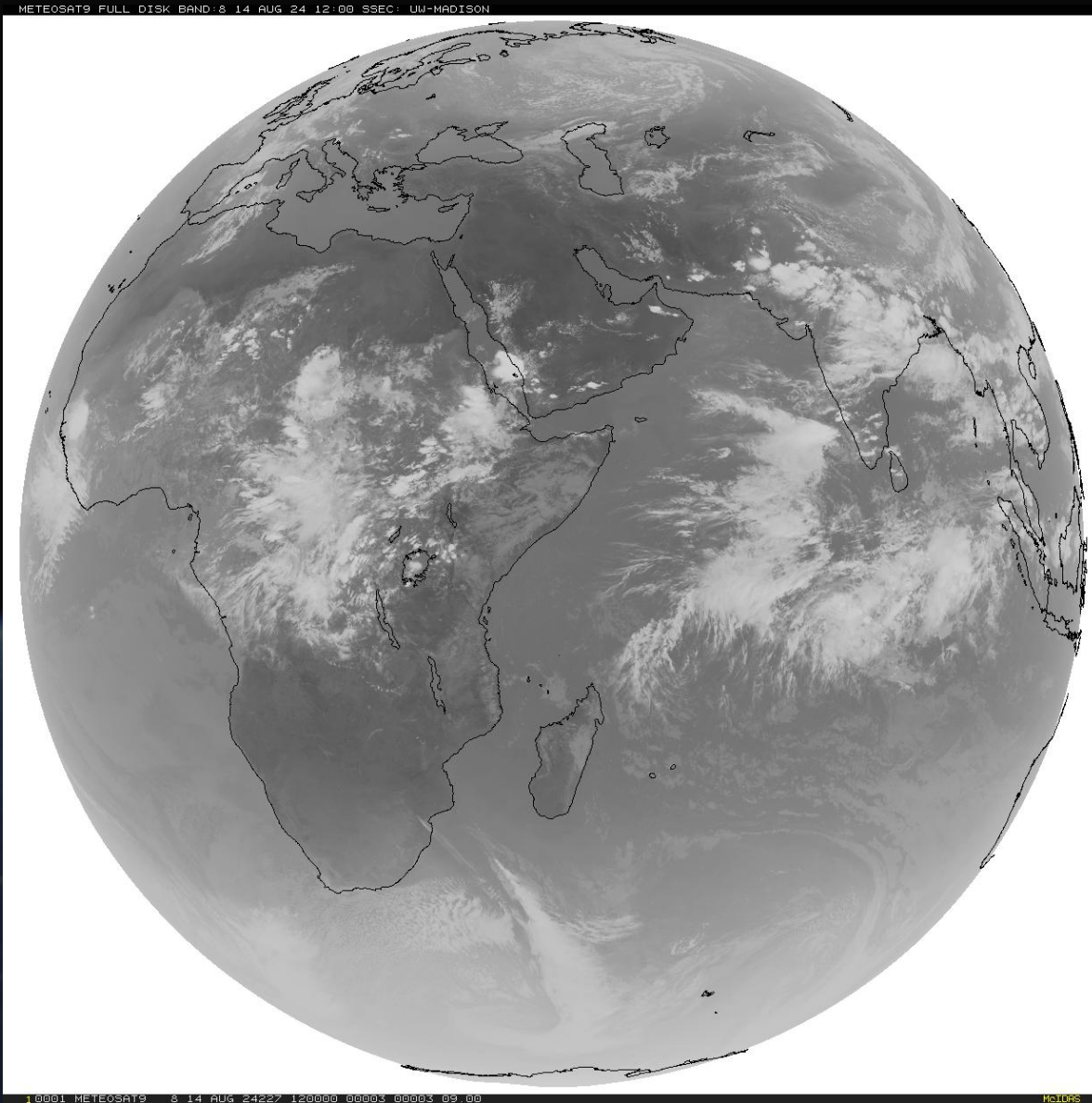
Арна 7: 8.70 мкм



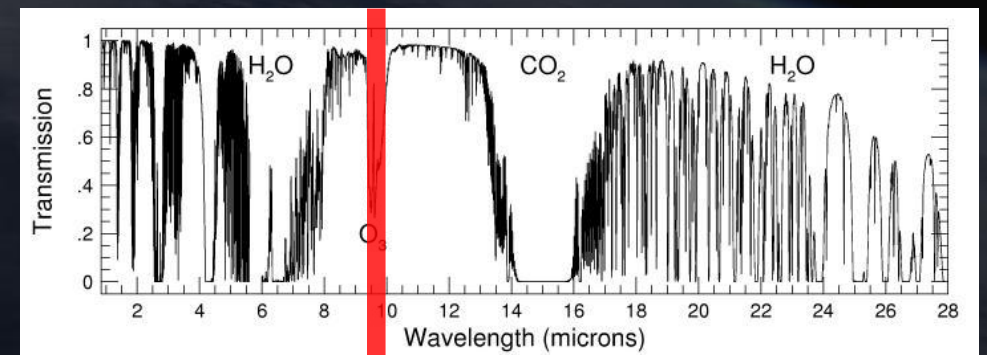
- Жоғары, жұқа цирустар
- Мұз бен суды ажырату үшін



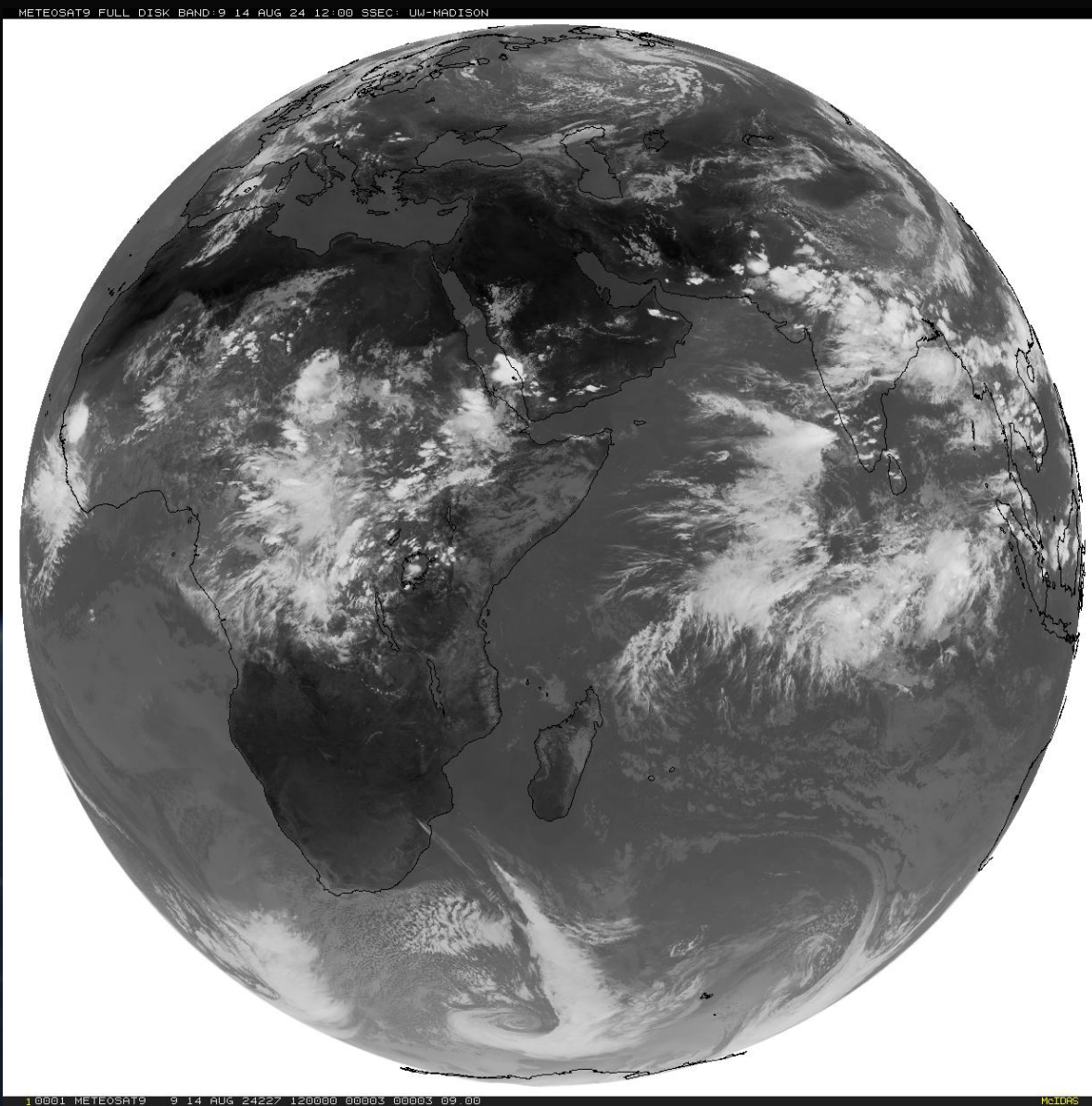
Арна 8: 9.66 мкм



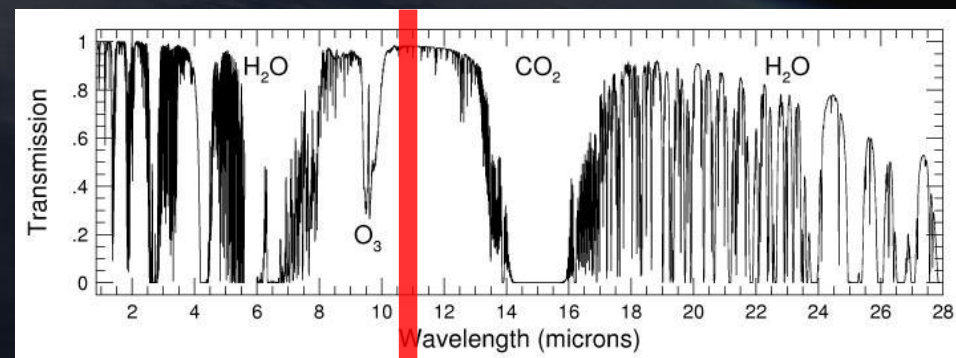
- Озон арнасы
- Тропопауза динамикасы



Арна 9: 10.8 мкм

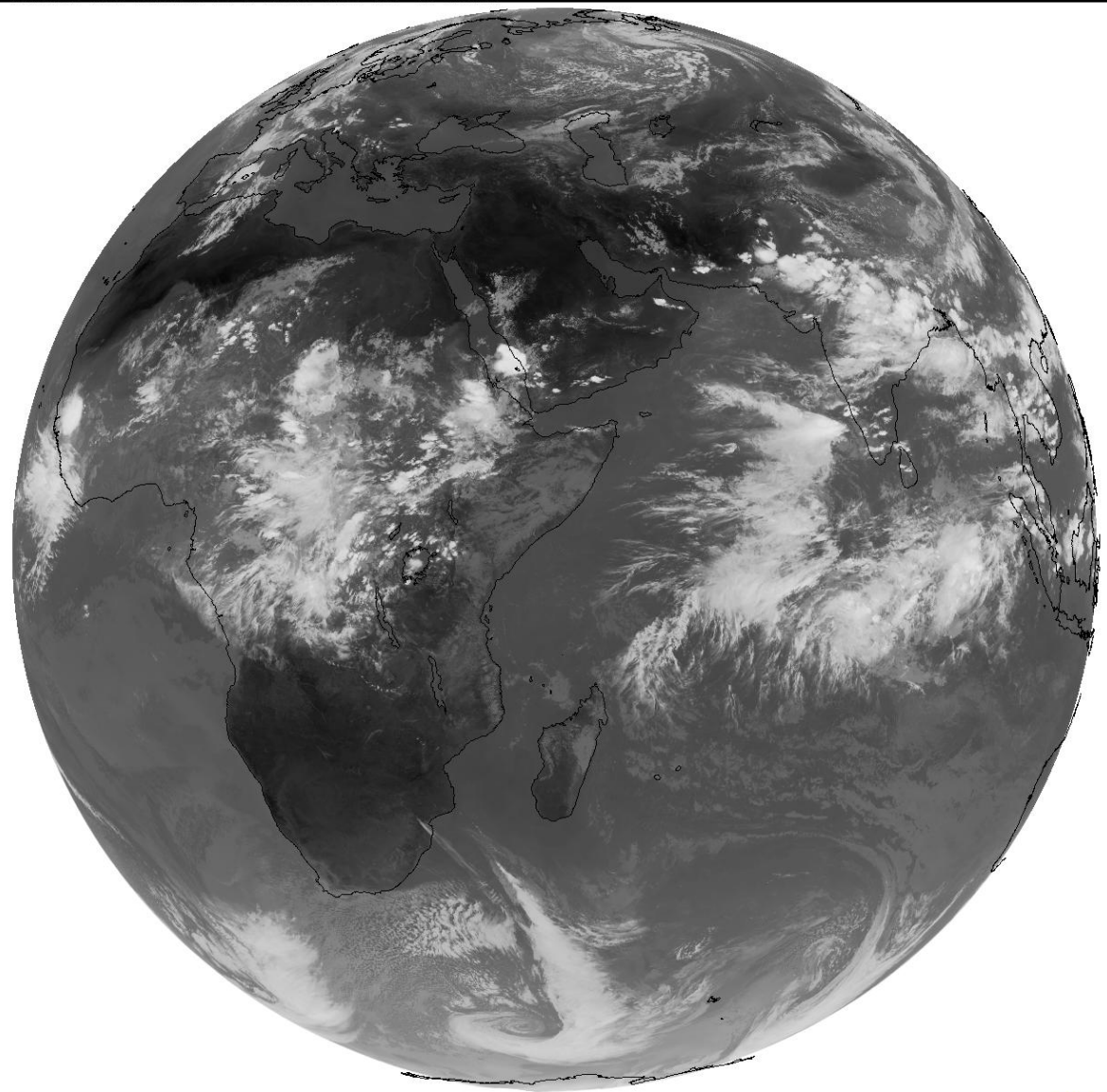


- «Таза терезе»
- Басқа газдардың ең аз жұтылуы.
- Жер бетінің температурасын, бұлттың үстіңгі қабаттарының биіктігін өлшеу.

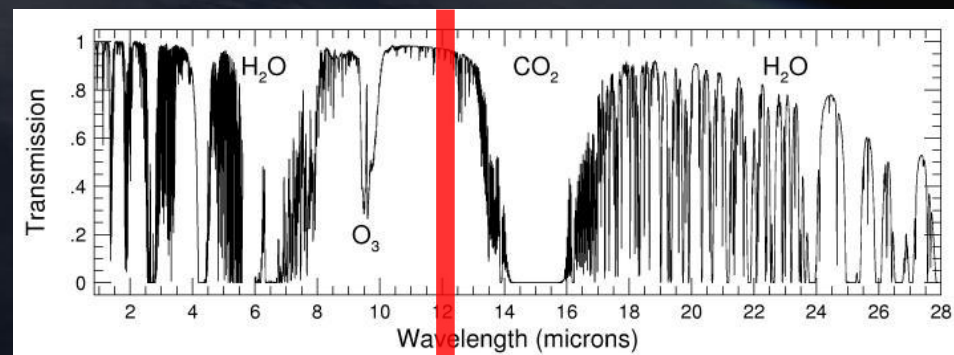


Арна 10: 12.0 мкм

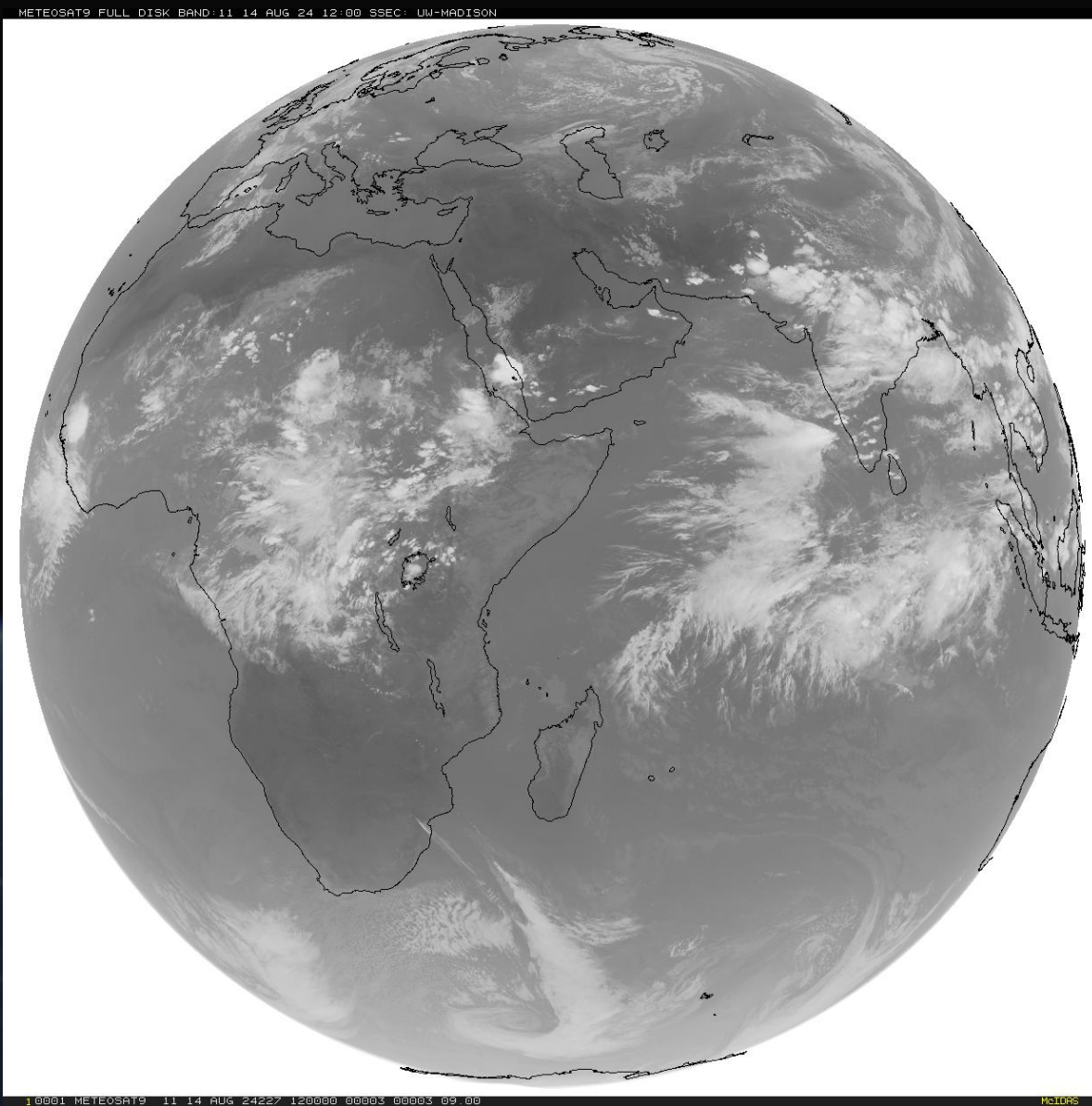
METEOSAT9 FULL DISK BAND: 10 14 AUG 24 12:00 SSEC: UM-MADISON



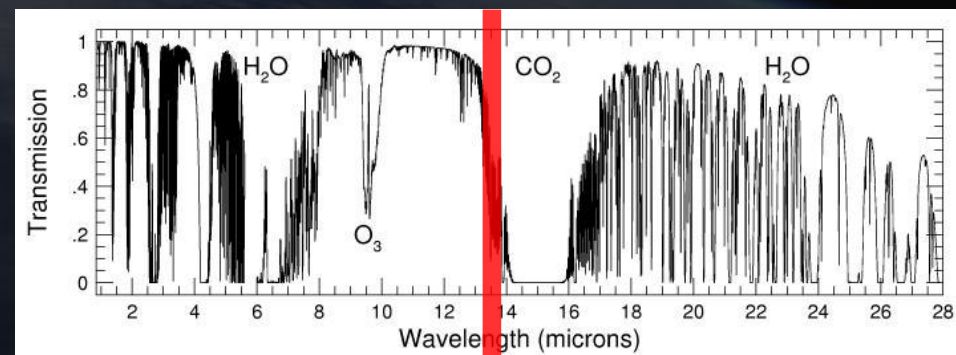
- «Ластанған терезе»
- 12,0 және 10,8 мкм арасындағы айырмашылық мыналарды анықтауға көмектеседі:
 - Төмен деңгейде ылғалдылық
 - Күл
 - Шаң/құм
 - Бұлт бөлшектерінің өлшемдері

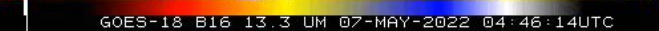
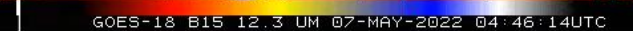
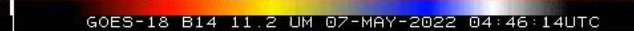
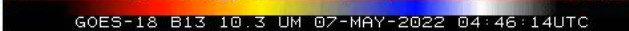
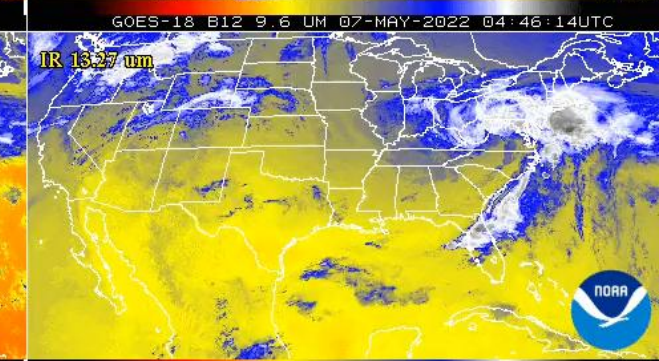
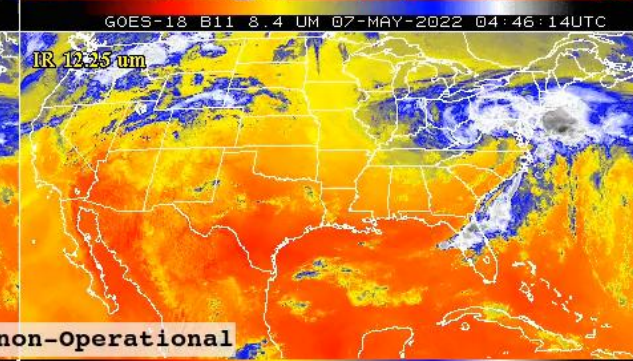
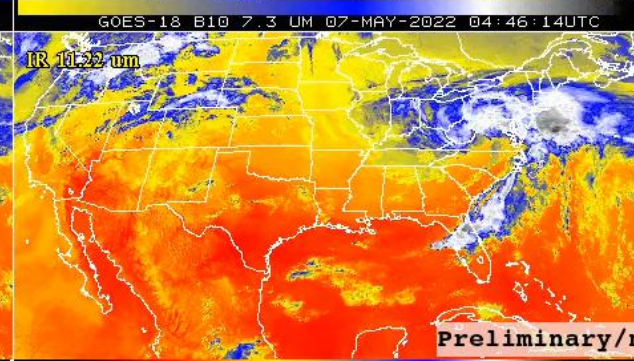
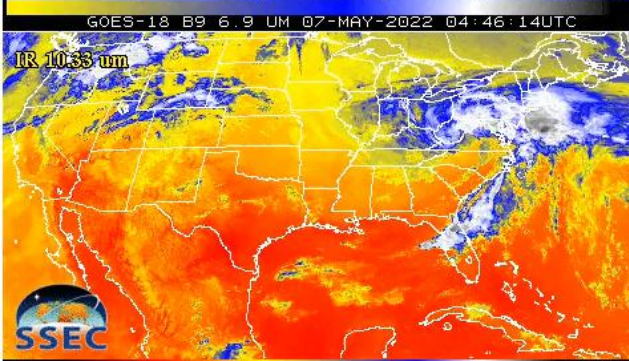
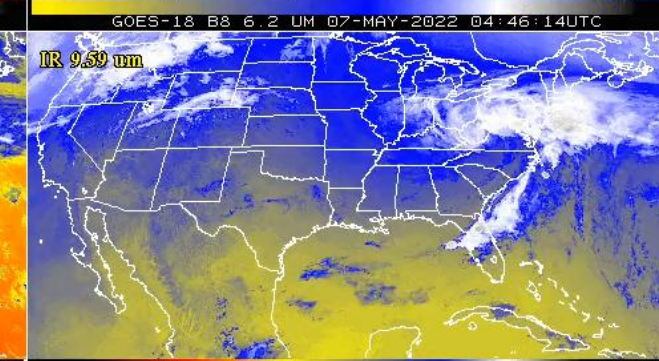
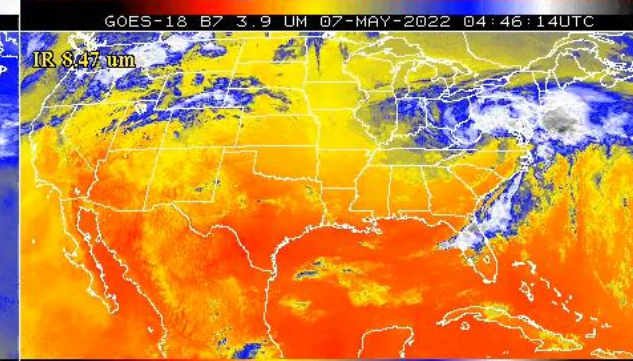
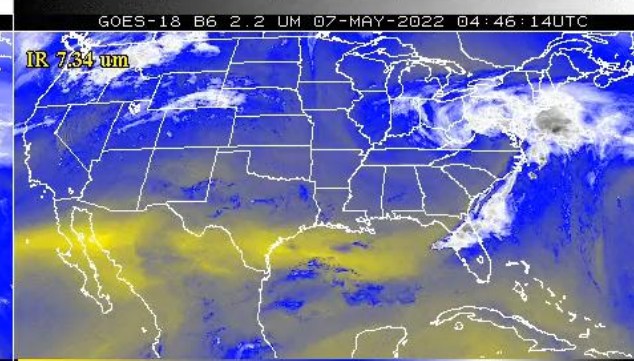
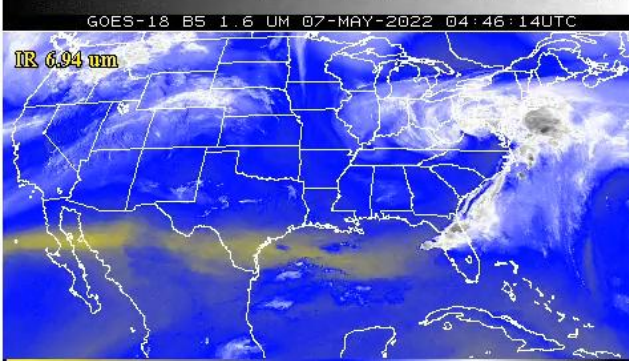
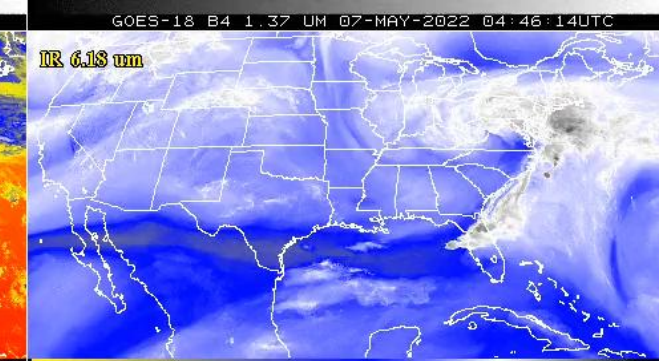
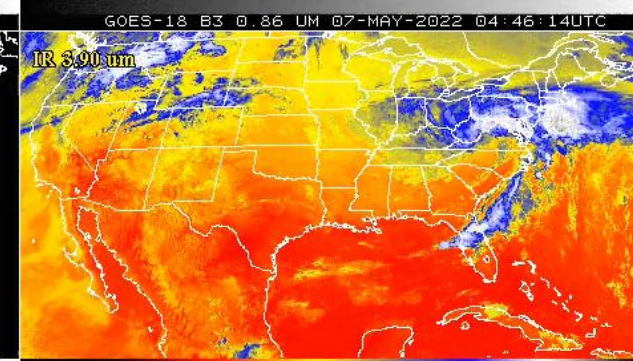
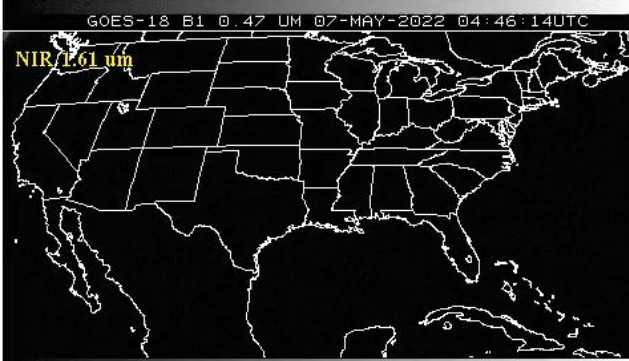


Арна 11: 13.4 мкм

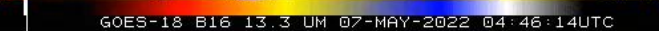
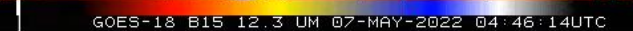
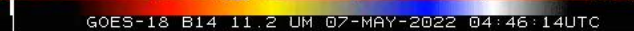
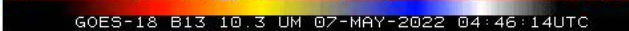


- CO₂ сіңіру жолағы
- Тропосферадағы орташа ауа температурасын бағалау үшін
- Спутниктік жел және температура профілі өнімдерінде қолданылады

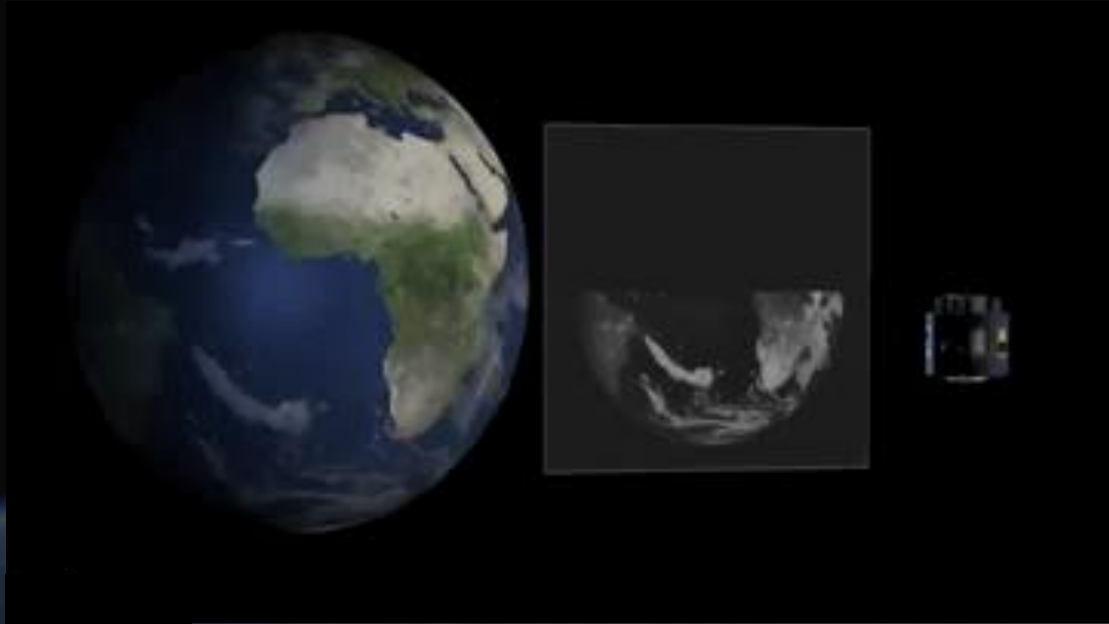




Preliminary/non-Operational



Геостационарлық сканерлеу



SEVIRI тар жолақты сканерлейді:

- Жолақтың ені – 9 км
- Диск бойынша 1250 скан жолы
- Спутник минутына 100 рет айналады, әр айналымда бір рет сканерлейді

Толық дискіні сканерлеу шамамен 12,5 минутты алады + 2,5 минут айна мен калибровканы қалпына келтіруге кетеді.

Төменгі бөлігі жоғарғы бөлігіне қарағанда 10 минутқа ескі.

Назар аударғаныңызға рақмет!



Келесі: Meteosat-9 спутнигімен практикалық сабақ