ЛЕКЦИЯ 5

Ауа ластануы және шаң бөлшектер



Турсумбаева Мадина Оразгазиевна
PhD, аға оқытушы
Метеорология және Гидрология кафедрасы

Дәрістің мақсаты және оқу нәтижелері

Дәрістің мақсаты

Ауаны ластаушы негізгі заттарды және олардың денсаулыққа әсерін таныстыру, ауа сапасын жерсеріктік аспаптармен (TROPOMI және басқалар) бақылау принциптерін түсіндіру.

Оқу нәтижелері

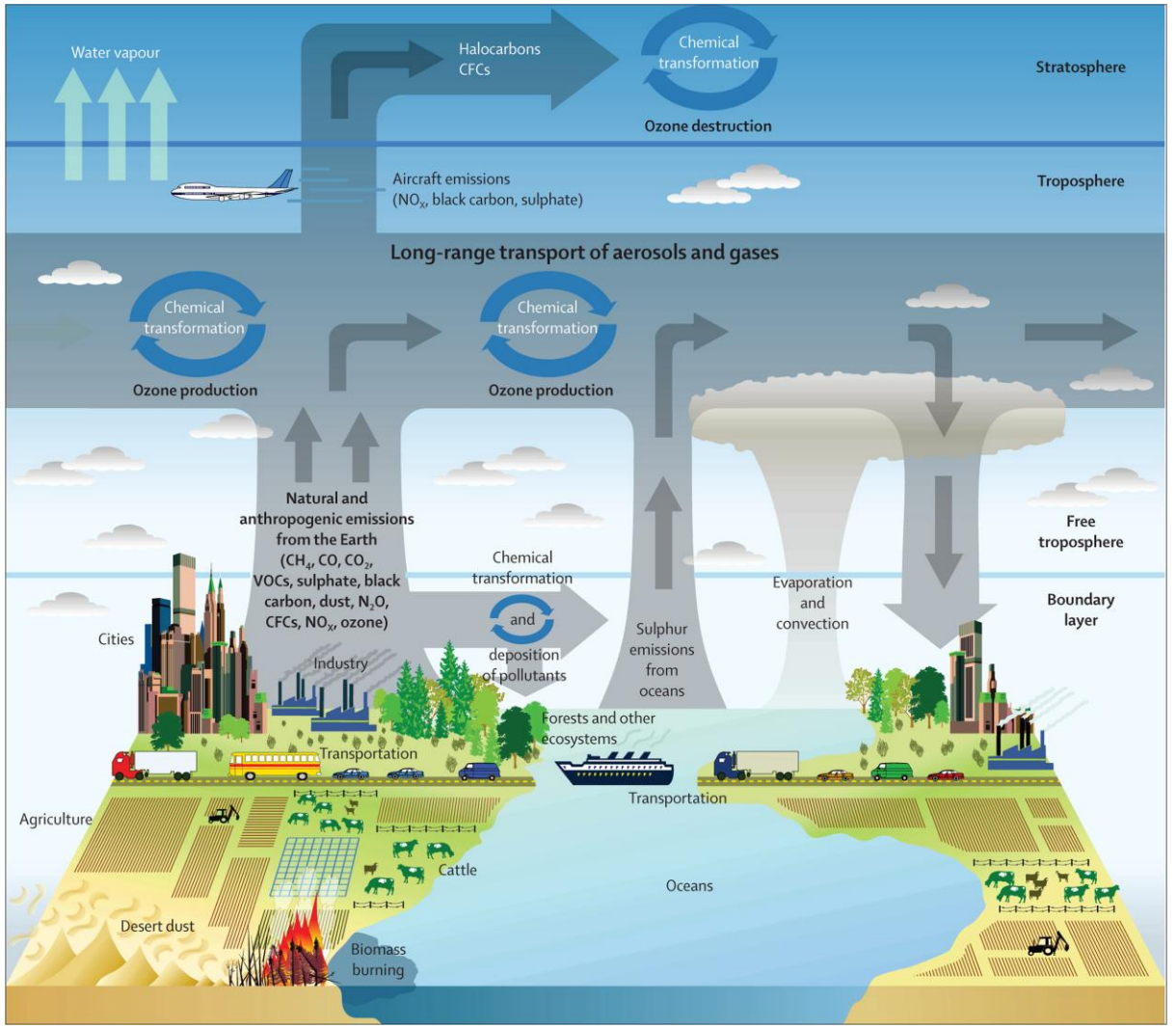
Дәрісті меңгерген студент:

1. аэрозоль ұғымын және PM10, PM2.5, PM1 бөлшектерінің денсаулыққа әсерін сипаттайды;
2. азот диоксиді мен озонның зиянды әсерін атайды;
3. жерсеріктің ластаушы затты тікелей емес, тіркелген сәулелену арқылы жанама анықтайтынын түсіндіреді;
4. Sentinel-5P/TROPOMI аспабының сипаттамаларын және аэрозольдік индекстің мағынасын түсіндіреді;
5. жерсеріктік ауа сапасы өнімдерінің шектеулерін (бұлттылық, тек күндізгі өлшеу, өту жиілігі) бағалайды.

Ауа сапасы

Ауа сапасына табиғи және адам әрекеттерінен (антропогендік әсерлерден) ықпал етеді.

Біз атмосферада аэрозольдер туралы айтамыз : қатты немесе сұйық бөлшектер.

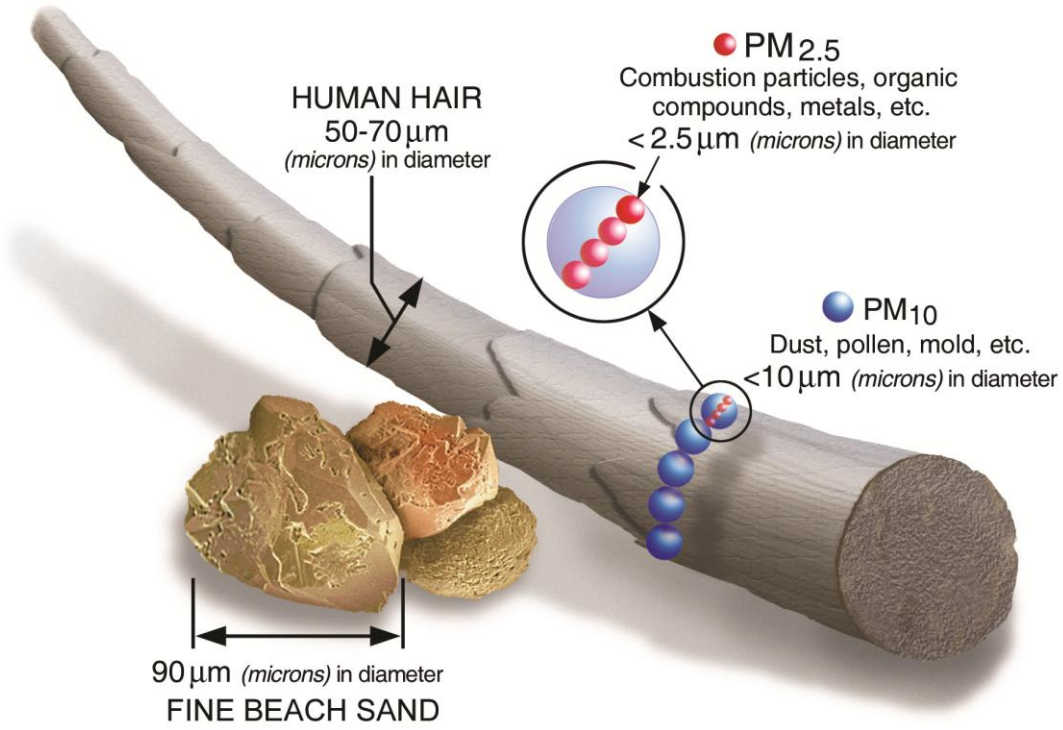


Адам денсаулығына әсері

Бөлшектер:

Бөлшектердің өлшемі азайған сайын денсаулыққа әсері күшейеді:
PM_{10}: мұрын, тамақ, жоғарғы өкпе
$PM_{2.5}$: өкпе
PM_1: қан айналымы

Әсерлері: астма, жүрек талмасы, өкпенің қызметінің төмендеуі.



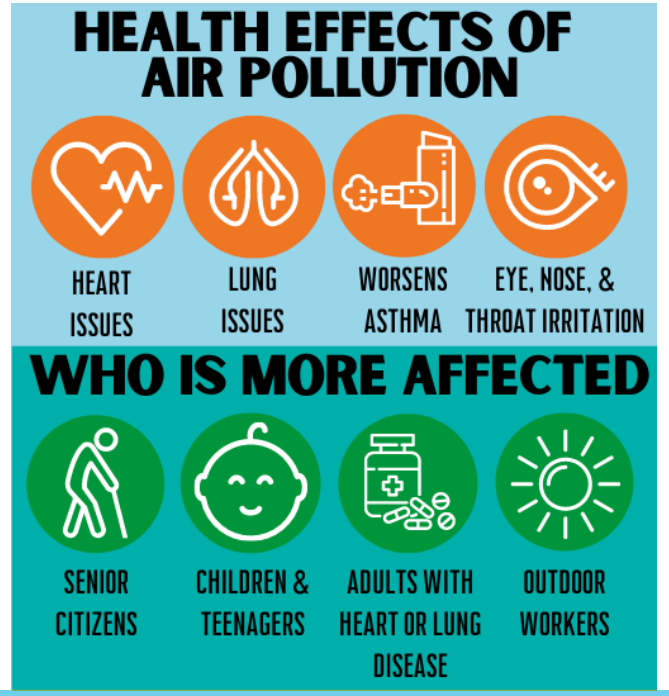
Адам денсаулығына әсері

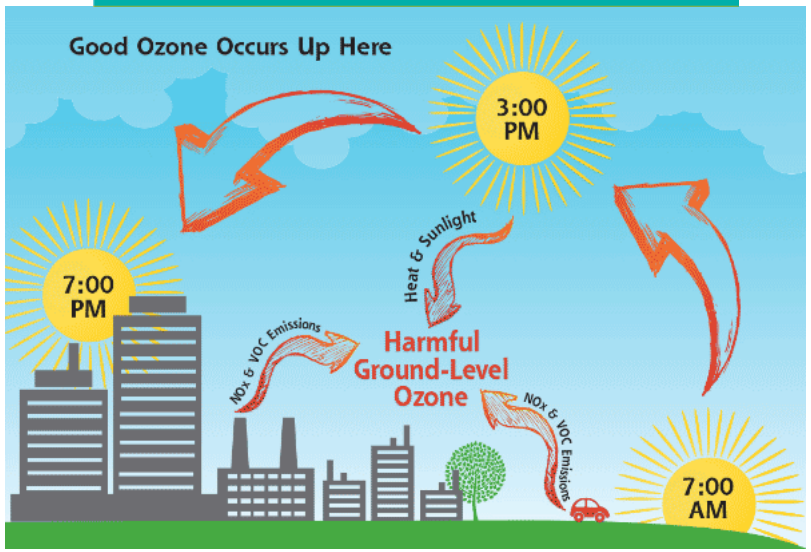
Азот диоксиді (N_2O):

- Астма қаупін арттырады
- Өкпе қызметінің бұзылуына әкеледі
- Балалардың дұрыс дамуына кері әсер етеді

Озон (O_3):

- Тыныс алуды қиындатады
- Бронхит, өкпе инфекциясы, эмфизема нашарлайды



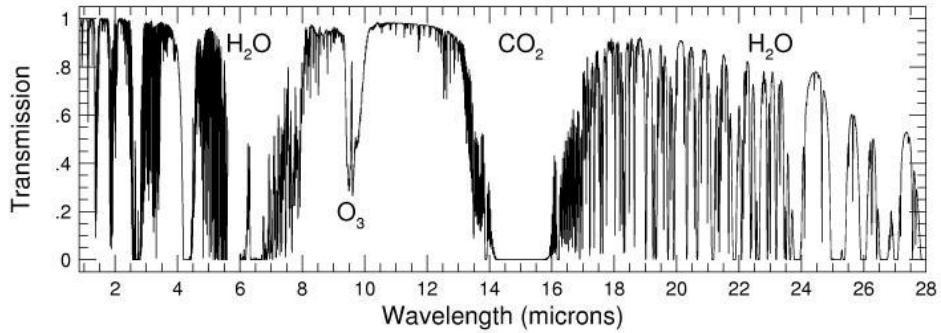


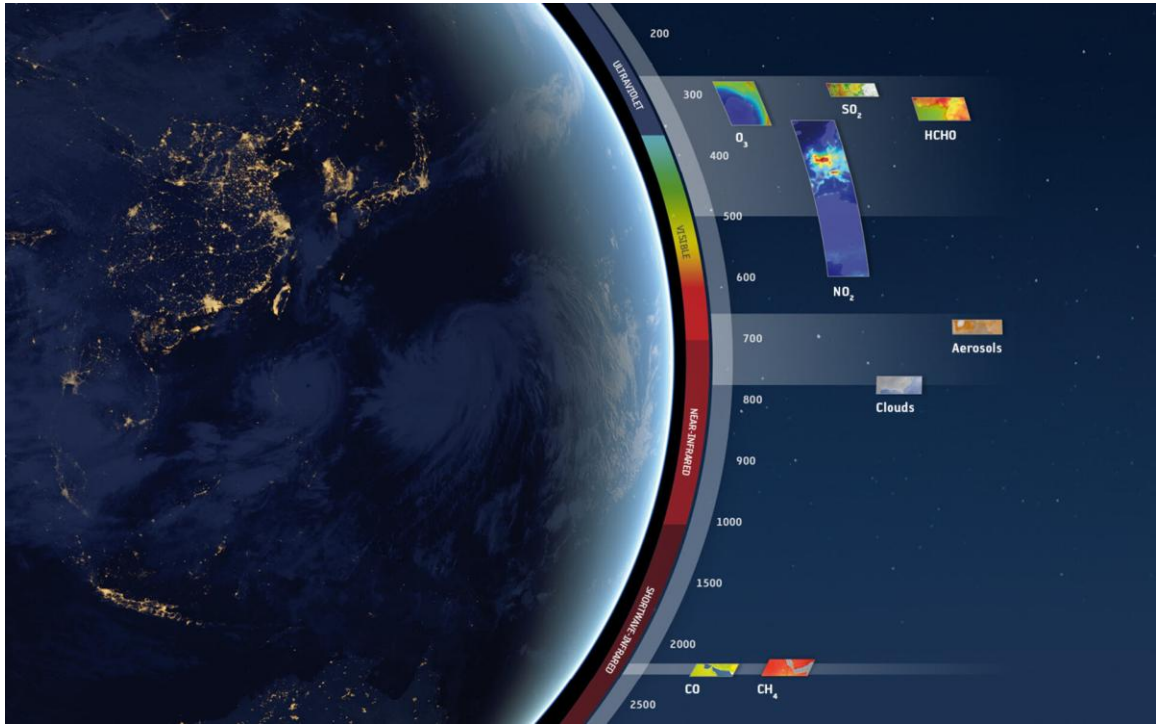
Спутниктер қалай көмектесе алады?

Ауа сапасы туралы көптеген ақпарат полярлық орбиталық спутниктерден алынады

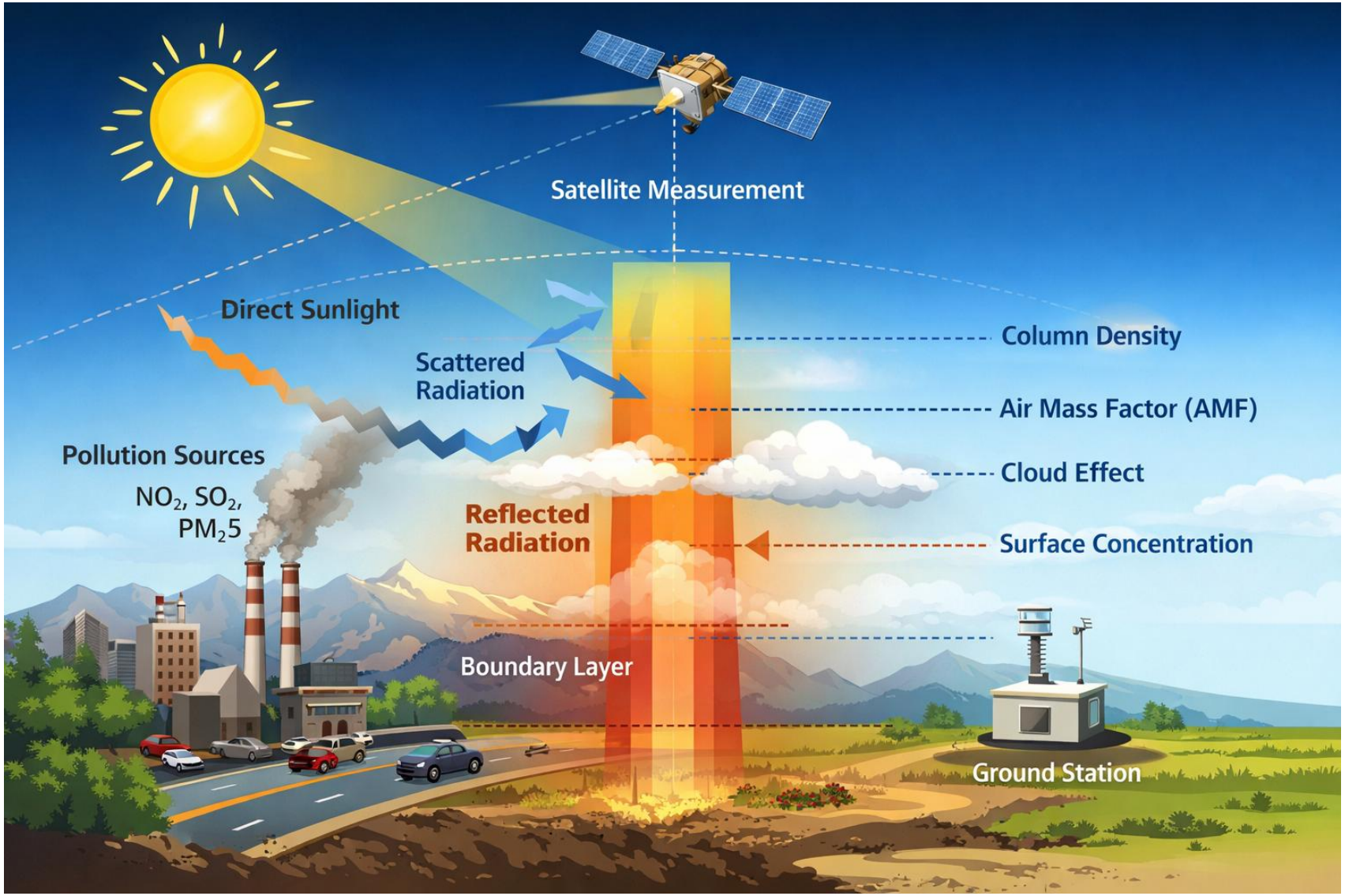
- Жақсырақ спектрлік рұқсат
- Дегенмен, бұл өзгеруде

Бұл геостационарлық жерсеріктермен салыстырғанда уақыт бойынша бақылау жиілігінің төмен екенін білдіреді.





Спутниктер қалай көмектесе алады?



Спутник ластаушы заттарды жердегі станциялар сияқты тікелей өлшемейді. Ол сәулеленуді тіркейді, ал ластаушылардың мөлшері алгоритмдер арқылы есептеледі.

TROPOMI

Tropospheric Monitoring Instrument

Sentinel-5P жерсерігі (Еуропалық ғарыш агенттігі басқарады):

Күнге синхронды орбита, экваторды кесіп өту уақыты – 13:30

2600 арна, көлденең рұқсат етілуі 7 × 3.5 км



Аэрозольдік индекс (Aerosol Index, AI)

Аэрозольдер радиацияны шашыратады және сіңіреді.

Ауадағы аэрозольдер мөлшері неғұрлым көп болса, радиацияның жоғалуы соғұрлым үлкен болады.

Аэрозольдік индекс (Aerosol Index, AI) – 354 нм толқын ұзындығындағы нақты өлшенген радиацияны есептелген мәнмен салыстыратын көрсеткіш.

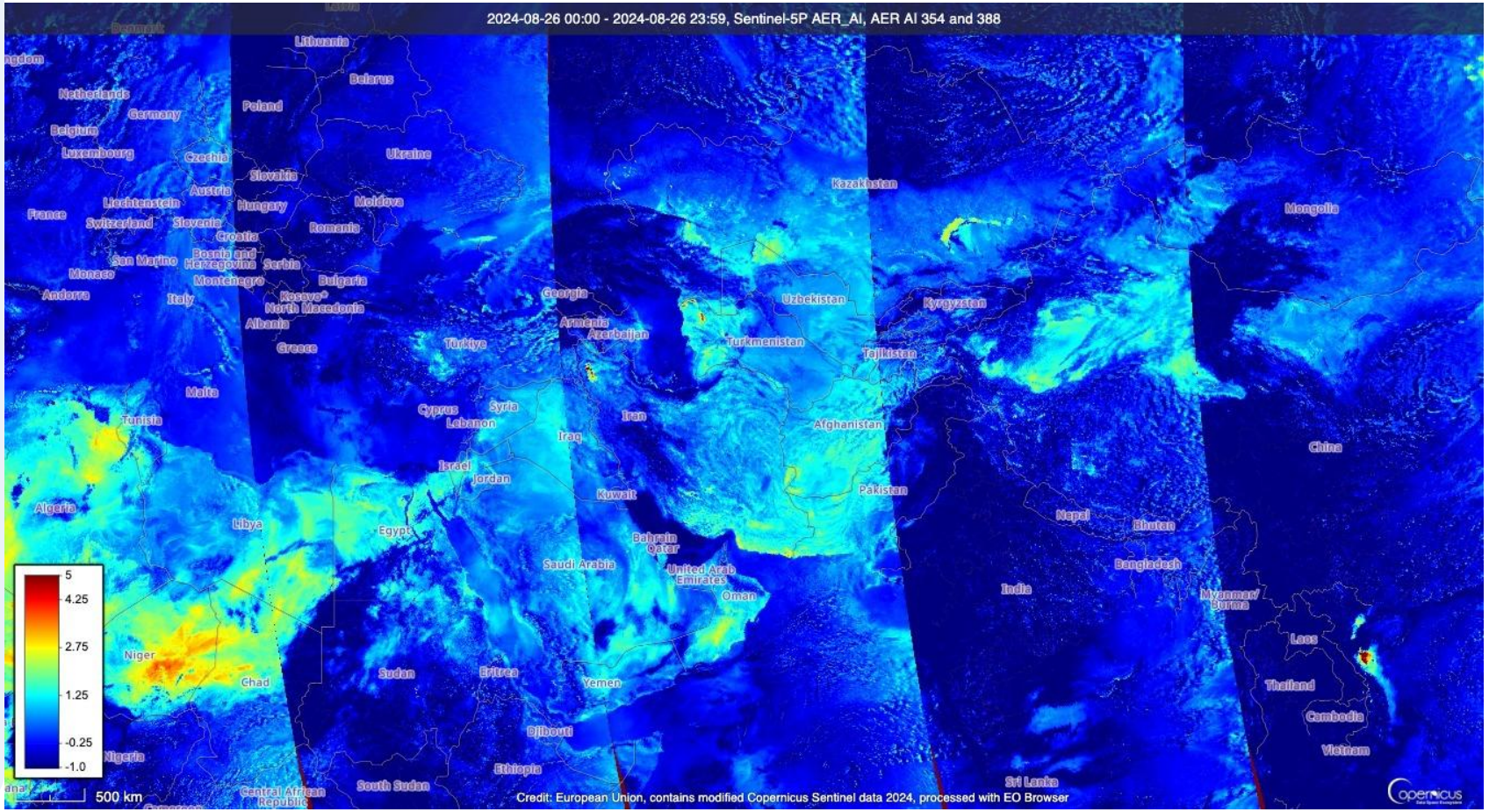
$$AI = -100 \log_{10}\left(\frac{I_{obs}}{I_{calc}}\right)$$

Сан мәні жоғары болған сайын, ауадағы аэрозольдердің мөлшері көп болады.

Аэрозольдік индекс (Aerosol Index, AI)

Бірнеше ескерту:

- 354 нм ультракүлгін диапазонда болғандықтан, өлшеулер тек күндізгі уақытта жүргізіледі.
- Бұл полярлық орбиталық өнім, сондықтан бақылау жолақтары (swaths) айқын көрінеді.
- Деректер бұлтсыз және бұлт үстіндегі орталар үшін жарамды.

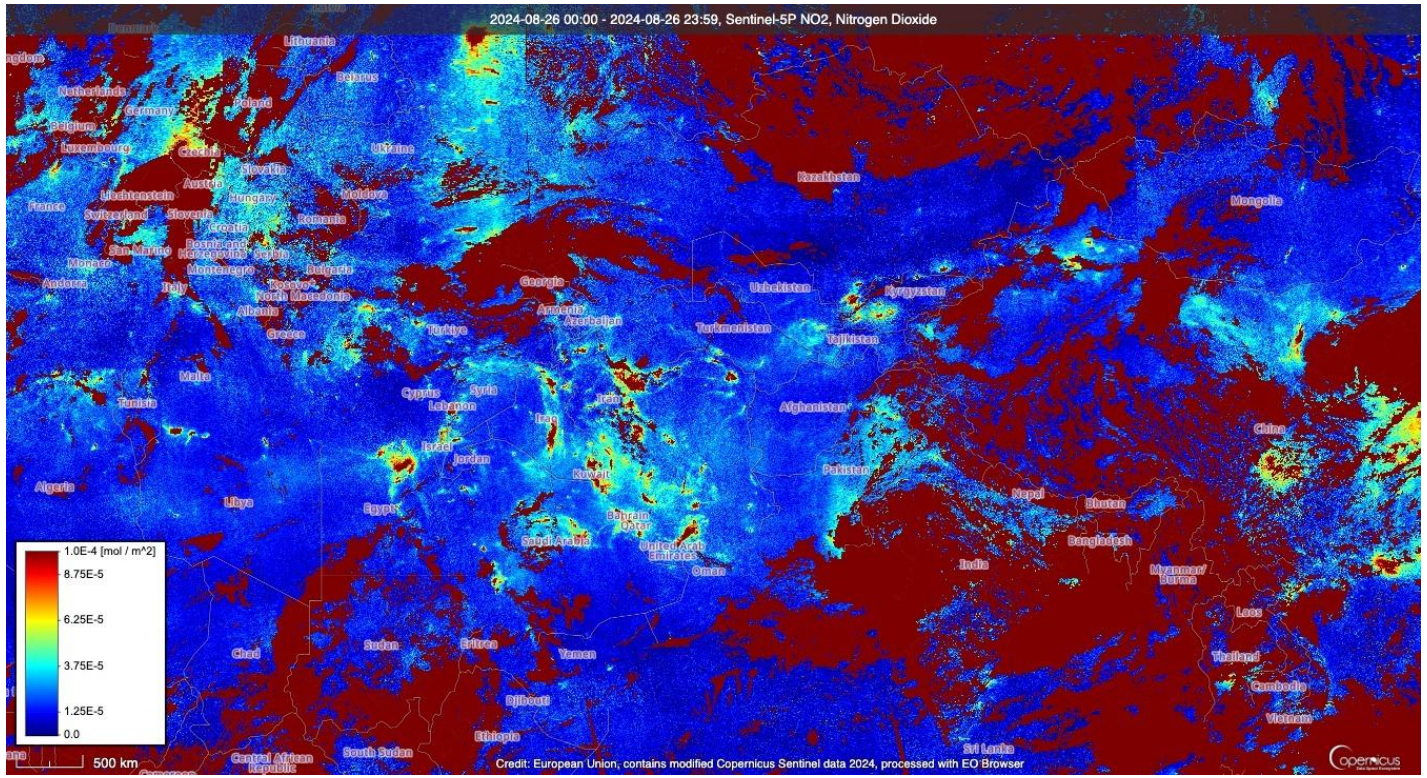


Азот диоксиді (NO_2)

NO_2 мөлшері Күн мен Жерден келетін радиацияны талдау арқылы анықталады.

Тікелей күн радиациясы мен Жерден шағылысқан радиацияның айырмашылығы іздік газдардың (мысалы, NO_2) концентрациясы туралы ақпарат береді.

Толық жолды (Күн → Жер беті → Жерсерік) есепке алу қажет, сондықтан өлшеулер тек бұлтсыз жағдайларда дұрыс нәтиже береді.

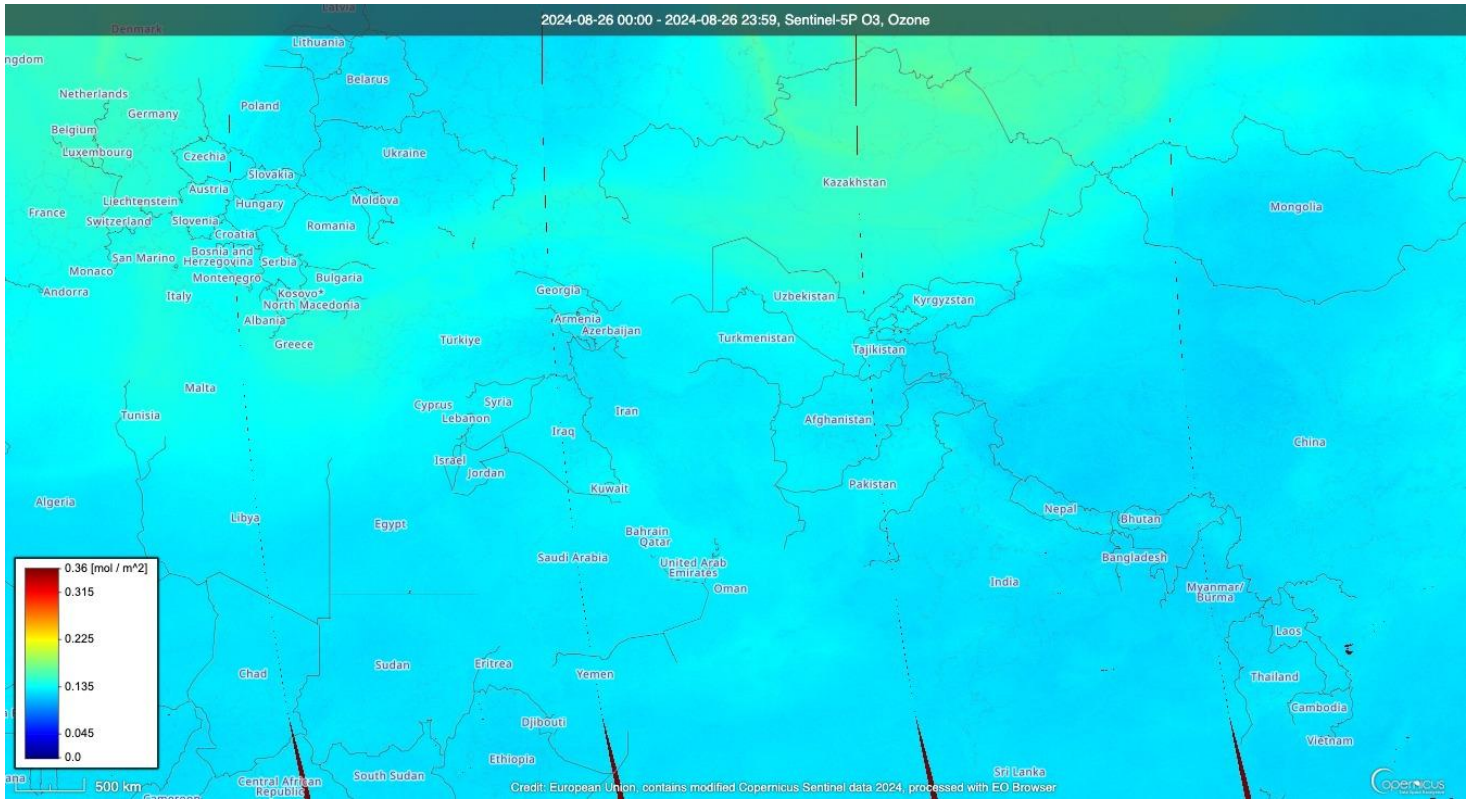


Озон

Стратосферада озон қабатын құрап, Жерді ультракүлгін сәулеленуден қорғайды.

Тропосферада ластаушы зат ретінде әрекет етіп, ауаның сапасын нашарлатып, адам денсаулығына кері әсер етуі мүмкін.

Заманауи спутниктер атмосферадағы озон концентрациясын өлшеу үшін күн сәулесінің шағылысуын талдайды. Бұл деректер озон қабатының өзгеруін бақылауға, ауаның ластануын анықтауға және климаттық өзгерістерді болжауға көмектеседі.



Басқа LEO спутниктері

TROPOMI – жалғыз ауа сапасын бақылайтын Жерге жақын орбитадағы (LEO) спутник емес... Бұл жай ғана интернет-браузерде деректерді визуалдау ең оңай спутниктік құрал.

Басқа спутниктік құралдар да ұқсас өнімдерді ұсынады, бірақ олар өлшеулер үшін қосымша уақыттарды сирек береді.

- Спутниктер әдетте бірдей өту уақыттарын сақтайды, бір-бірін толықтыру үшін.
- Жаңа спутниктер ескі спутниктермен бірдей уақыттарды сақтайды, бақылау үздіксіздігін қамтамасыз ету үшін.

Басқа LEO спутниктері

Инструмент	Спутник	Агент	Ескертпелер
VIIRS	SNPP, NOAA-20, NOAA-21	NOAA	өрттерді анықтау, аэрозольдер мен түтін шлейфтері
MODIS	Terra, Aqua	NASA	MODIS – аэрозоль зерттеулерінің “классикасы” Миссияның аяқталуы: 2025 жылғы желтоқсан.
OMI	Aura	NASA	Озон, NO_2, SO_2
IASI	MetOp-B, Metop-C	CNES/Eumetsat	Инфрақызыл спектрометр. Газдарды анықтайды.

Қорытынды

1. Ауа сапасына табиғи және антропогендік көздер әсер етеді; бөлшек неғұрлым ұсақ болса, ағзаға соғұрлым терең өтеді.
2. Жерсерік сәулеленуді тіркейді, ал ластаушы заттың мөлшері алгоритм арқылы есептеледі.
3. TROPOMI (Sentinel-5P): күн-синхронды орбита, экваторды 13:30-да кесіп өтеді, ажыратымдылығы 7 × 3,5 км.
4. Аэрозольдік индекс 354 нм-де (ультракүлгін) есептеледі: мәні жоғары болса, аэрозоль көп; тек күндіз өлшенеді.
5. NO_2 өлшеулері тек бұлтсыз жағдайда сенімді; озон стратосферада қорғаушы, тропосферада ластаушы.
6. VIIRS, MODIS, OMI, IASI аспаптары да ұқсас өнімдер береді және бақылаудың үздіксіздігін қамтамасыз етеді.

Өзін-өзі тексеруге арналған сұрақтар

1. Аэрозоль дегеніміз не? PM10, PM2.5 және PM1 бөлшектері ағзаға әсері бойынша несімен ерекшеленеді?
2. Жерсерік ластаушы заттардың мөлшерін қалай анықтайды?
3. Ауа сапасын бақылауда полярлық-орбиталық жерсеріктер неліктен жиі қолданылады және олардың кемшілігі неде?
4. Аэрозольдік индекс қалай анықталады және оның қандай шектеулері бар?
5. NO_2 өлшеулері неліктен тек бұлтсыз жағдайда дұрыс нәтиже береді?
6. Стратосфералық және тропосфералық озонның рөлі қалай ерекшеленеді?

Пайдаланылған дереккөздер

1. Veefkind J.P., Aben I., McMullan K. et al. TROPOMI on the ESA Sentinel-5 Precursor: A GMES mission for global observations of the atmospheric composition for climate, air quality and ozone layer applications // Remote Sensing of Environment. – 2012. – Vol. 120. – P. 70–83.
2. Seinfeld J.H., Pandis S.N. Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change. – 3rd ed. – Hoboken: Wiley, 2016. – 1152 p.
3. WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. – Geneva: World Health Organization, 2021.
4. Torres O., Bhartia P.K., Herman J.R. et al. Derivation of aerosol properties from satellite measurements of backscattered ultraviolet radiation: Theoretical basis // Journal of Geophysical Research. – 1998. – Vol. 103, No. D14. – P. 17099–17110.
5. Copernicus Browser. – URL: https://browser.dataspace.copernicus.eu

Назар аударғаныңызға рақмет!

***Келесі*: Өзіндік жұмыс**
Лаб 5 Ауа Сапасы

