ЛЕКЦИЯ 7

Авиациялық қауіптіліктері



Турсумбаева Мадина Оразгазиевна
PhD, аға оқытушы
Метеорология және Гидрология кафедрасы

Дәрістің мақсаты және оқу нәтижелері

Дәрістің мақсаты

Авиацияға қауіп төндіретін атмосфералық құбылыстарды таныстыру және оларды жерсеріктік деректер арқылы анықтау тәсілдерін түсіндіру.

Оқу нәтижелері

Дәрісті меңгерген студент:

1. авиацияға қауіпті негізгі құбылыстарды атайды (конвекция, мұздану, отынның қоюлануы, турбуленттілік, вулкандық күл);
2. өте салқындаған бұлттардың түзілуін және ұшақтың мұздану механизмін түсіндіреді;
3. бұлт фазасын жерсеріктік арналар арқылы анықтау принципін сипаттайды;
4. жерсеріктен термодинамикалық профиль алу принципін (жұту және терезе арналары) және оның шектеулерін түсіндіреді;
5. су буы арнасындағы толқындық құрылымдар бойынша ашық ауа турбуленттілігін, арналар айырмасы бойынша вулкандық күлді таниды.

Авиацияға әсер ететін атмосфералық қауіптіліктер

Әрине, ауа райы авиацияға үлкен әсер етеді:

- Конвективті дауылдар
- Мұздану
- Отынның гельге айналу
  - Температура тым төмен болса, отын қату бастайды
- Турбуленция
- Вулкандық күл (иә, бұл тікелей ауа райына қатысты емес)

Жерсеріктер осы мәселелерді анықтауға және олардан аулақ болуға көмектеседі.

Өте салқындаған бұлттар

Мұз әрқашан 0 °C-тан жоғары температурада ериді.

Бірақ су температура 0 °C-тан төмендегенде әрдайым қатпайды.

Қисық беттер жалпақ беттерге қарағанда кешірек қатады.

Су тамшылары қату нүктесінен әлдеқайда төмен температурада сұйық күйінде қала алады – тіпті -40 °C-қа дейін!

Өте салқындаған бұлттар – бұл нөлден төмен температурада сұйық фазада қалатын бұлт.



Youtube/ESRFsynchrotron

Авиациялық мұздану

Өте салқындаған (және аралас фазалы) бұлттар авиация үшін қауіпті.

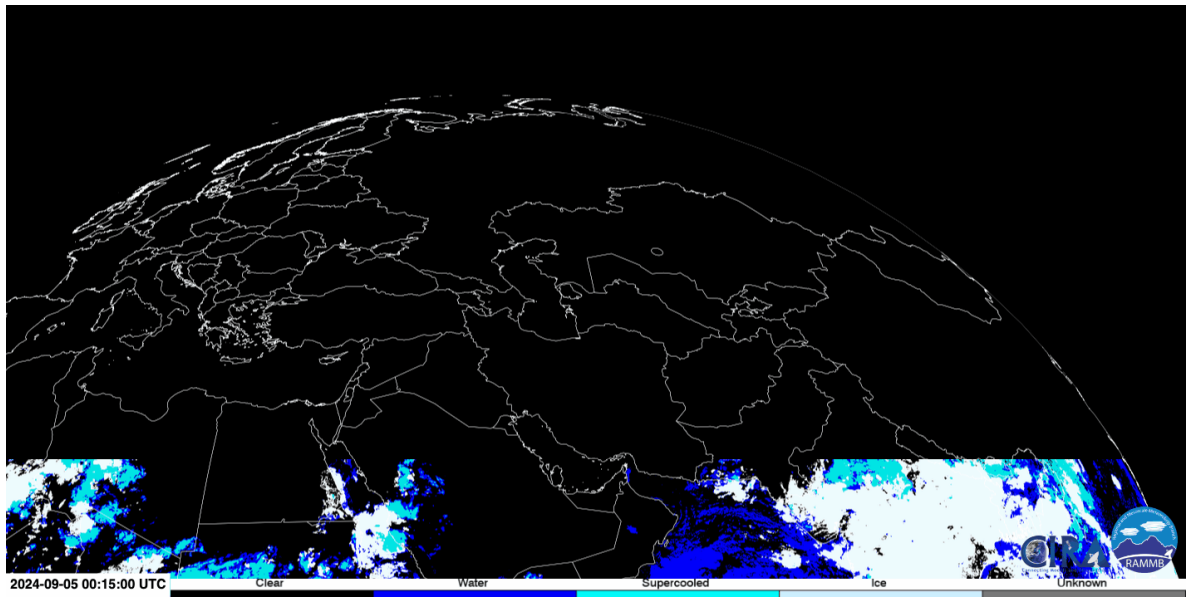
- Ұшақтар бұлттар арқылы өткен кезде, олар су тамшыларын қысып-жазып, мұздың жиналуына ықпал етеді.
- Қанаттардың көтеру күші азаяды.
- Басқару беттері қозғалуы қиындайды немесе мүлдем істен шығуы мүмкін.

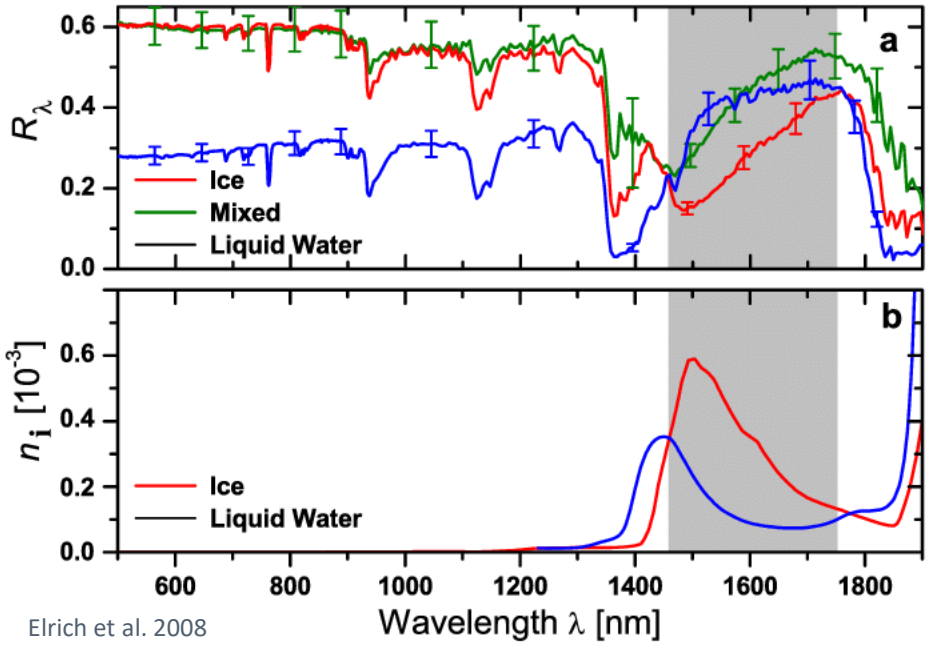
Мұзданууға қарсы стратегияның маңызды бөлігі – бұлт фазасын дұрыс анықтау.



NASA

Бұлт фазасы





Elrich et al. 2008

Су тамшылары мен мұз кристалдары әртүрлі арналарда әртүрлі әрекет етеді

- Бұл айырмашылықтарды бұлт фазасын анықтау үшін қолдануға болады.
- Жарқырау температурасы (Brightness Temperature) көмегімен бұлт температурасы анықталады.
- Егер бұлт температурасы 0°C-тан төмен болса және құрамында сұйық су болса, онда бұлт суықтамырлы (supercooled) болып табылады.
- Жерсеріктер мен радиолокациялық әдістер бұл айырмашылықтарды пайдаланып, ұшулар үшін қауіпті мұздану аймақтарын анықтауға көмектеседі.

Отынның гельге айналуы

Өте суық жоғары ауа авиация үшін қауіпті

- Авиациялық отын -60°C-та гель тәрізді күйге өте бастайды.
- Бұл отын ағымын шектеп, қозғалтқыштардың тоқтауына себеп болуы мүмкін.
- Сонымен қатар, отын жүйелеріне зақым келтіруі мүмкін.

Мұны болдырмаудың ең оңай жолы – төменірек биіктікте ұшу.



Wikipedia

Жерсеріктен алынған термодинамикалық профильдер

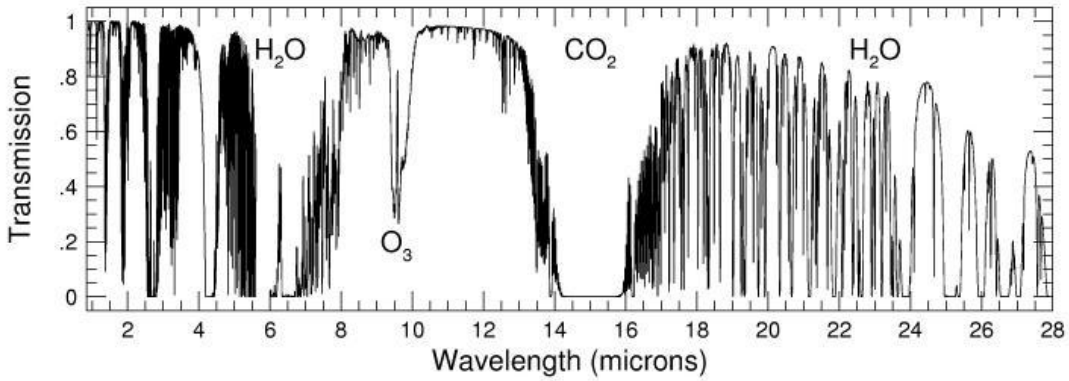
Әр түрлі толқын ұзындықтары энергияны әртүрлі сіңіреді және шығарады.

CO_2 – "жақсы араласқан" газ

- Жалпы концентрациясы өзгеруі мүмкін, бірақ атмосфера бағаны бойынша әдетте бірдей деңгейде қалады.

H_2O – өте өзгермелі

- Концентрациясы барлық төрт өлшемде үнемі өзгеріп отырады.

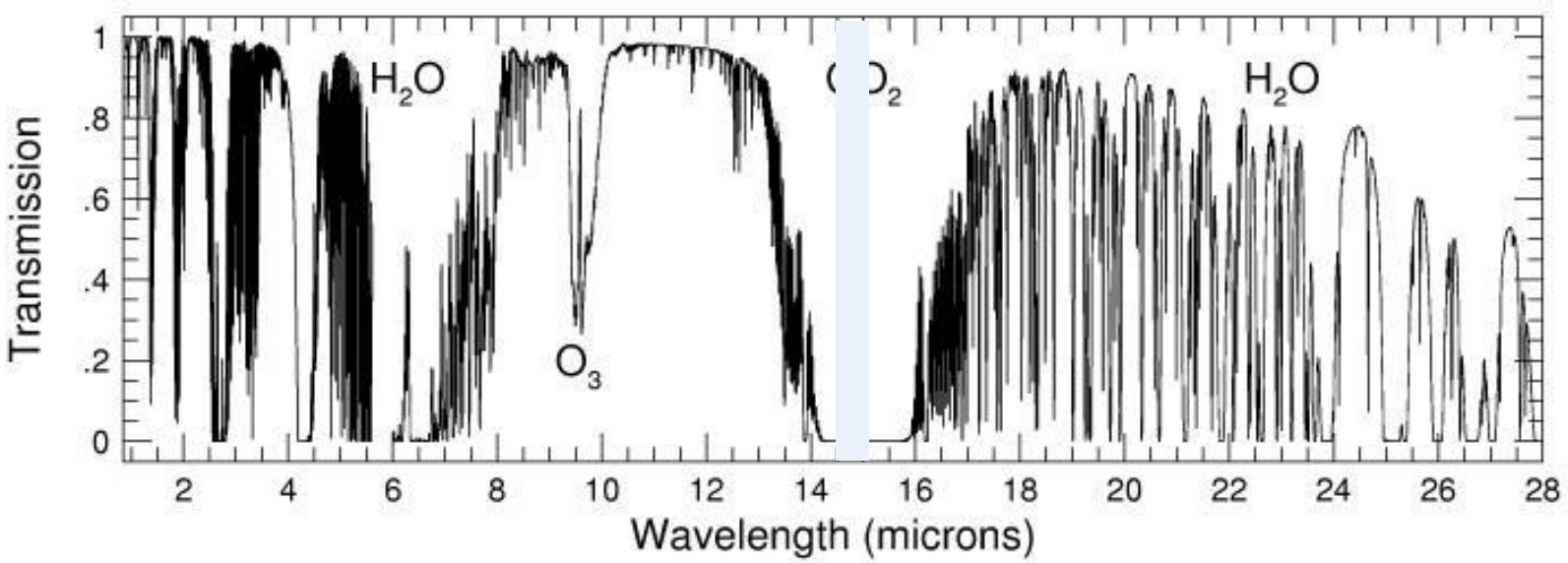


Жерсеріктен алынған термодинамикалық профильдер

Сіңіру арнасы:

Атмосфера мөлдір емес.

Жарқырау температурасы атмосфераның жоғарғы қабатынан келеді.

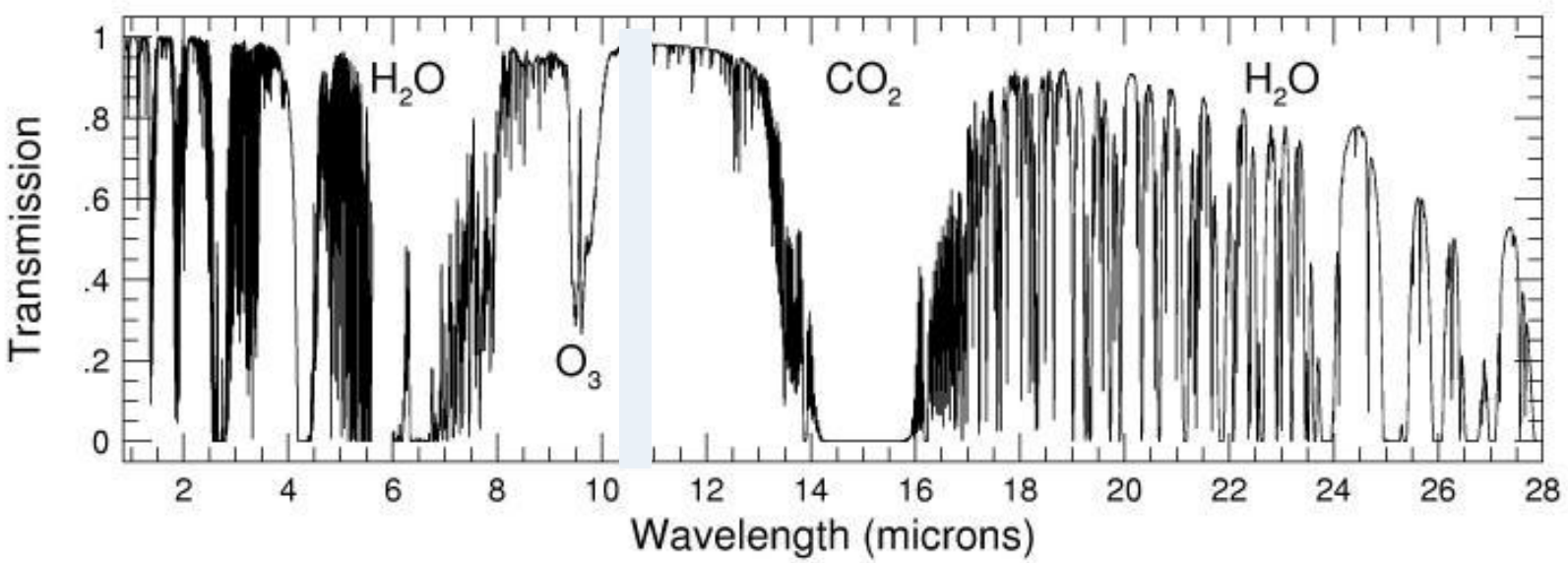


Жерсеріктен алынған термодинамикалық профильдер

Терезе арнасы:

Атмосфера мөлдір.

Жарқырау температурасы жер бетінен келеді.

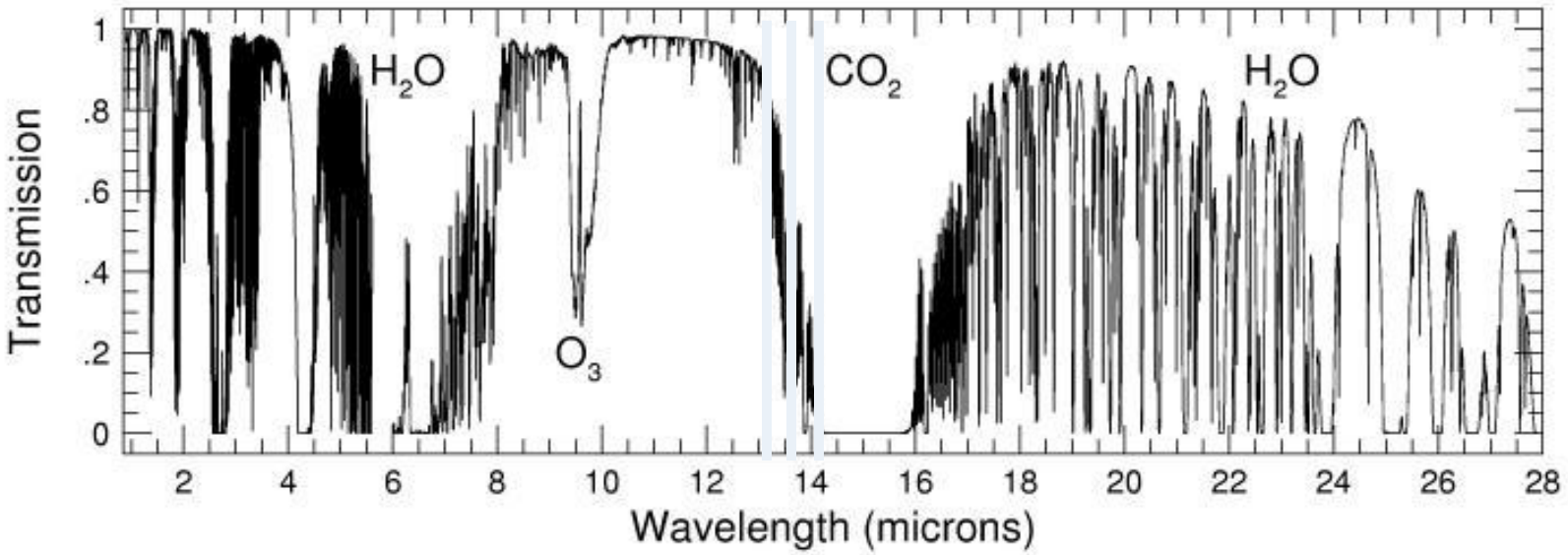


Жерсеріктен алынған термодинамикалық профильдер

Ортасында:

Атмосфера жартылай мөлдір.

Әртүрлі арналар әртүрлі биіктіктердегі негізгі бақыланатын энергияны қамтамасыз етеді.

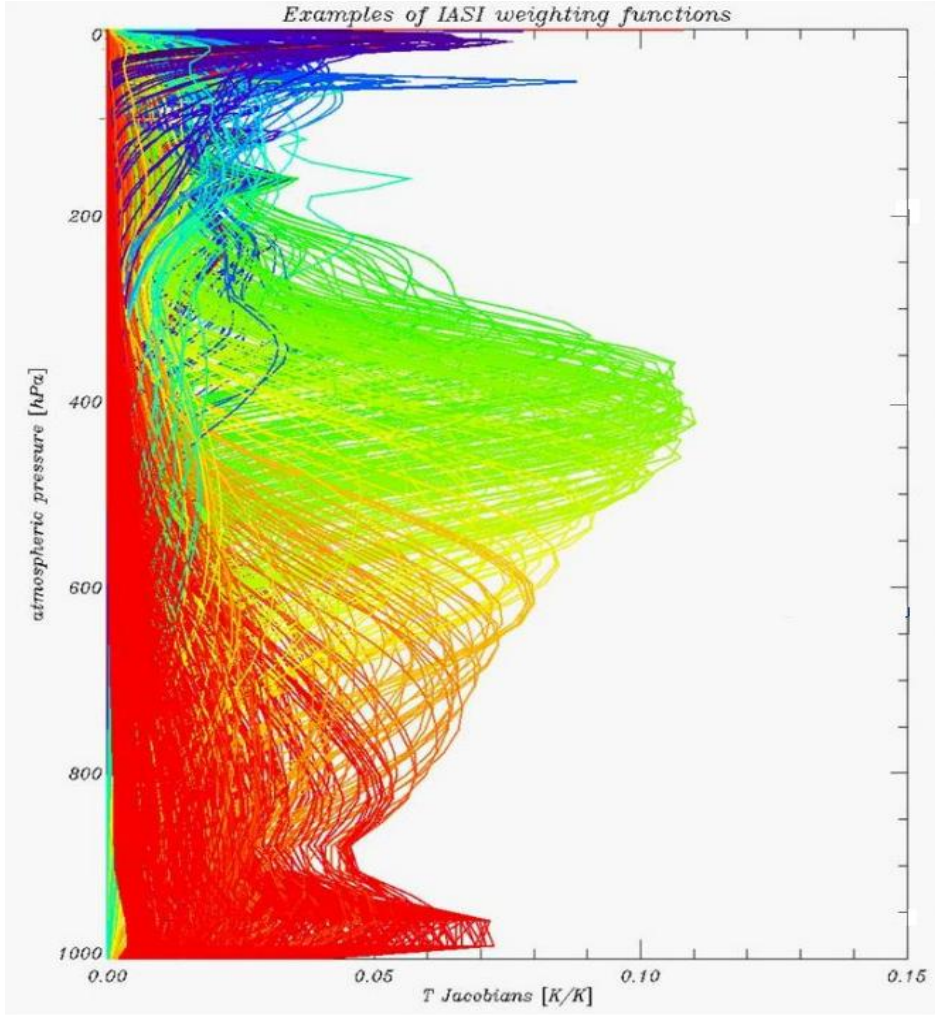


Жерсеріктен алынған термодинамикалық профильдер

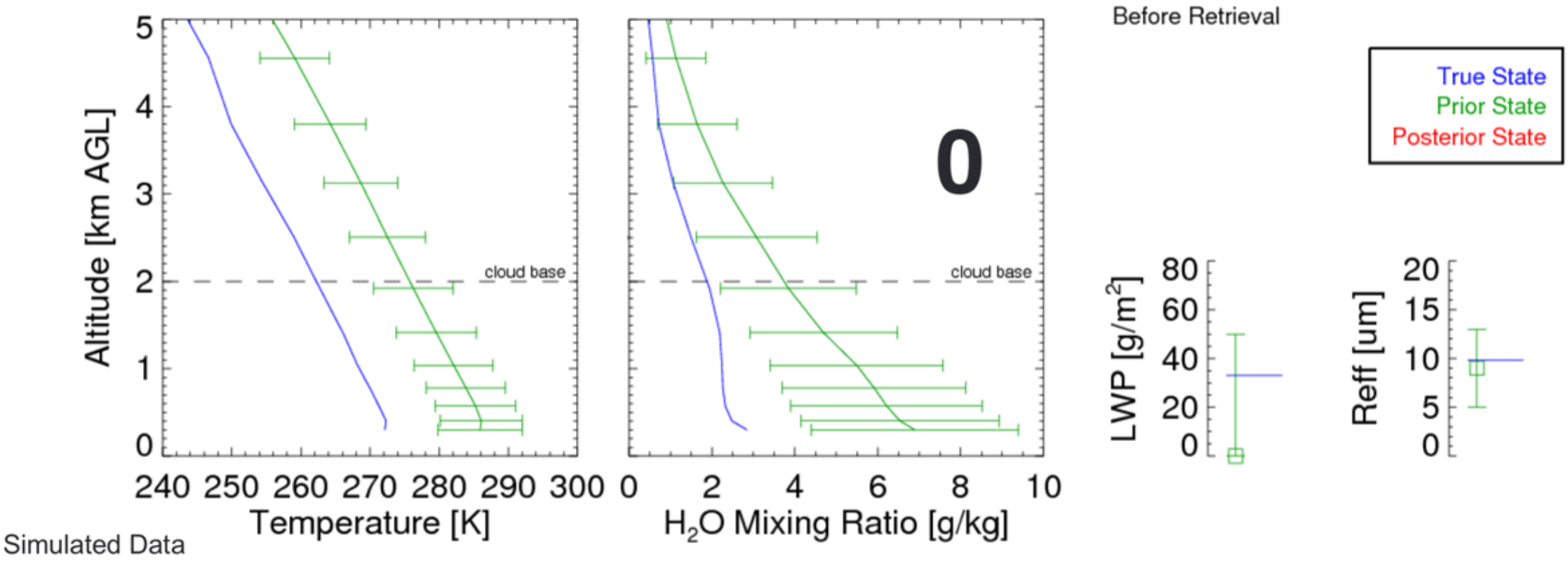
Бір арна бүкіл атмосферадан ақпарат алады, бірақ әдетте белгілі бір биіктікте шегіне жетеді.

Мұның барлығын ажырату оңай емес.

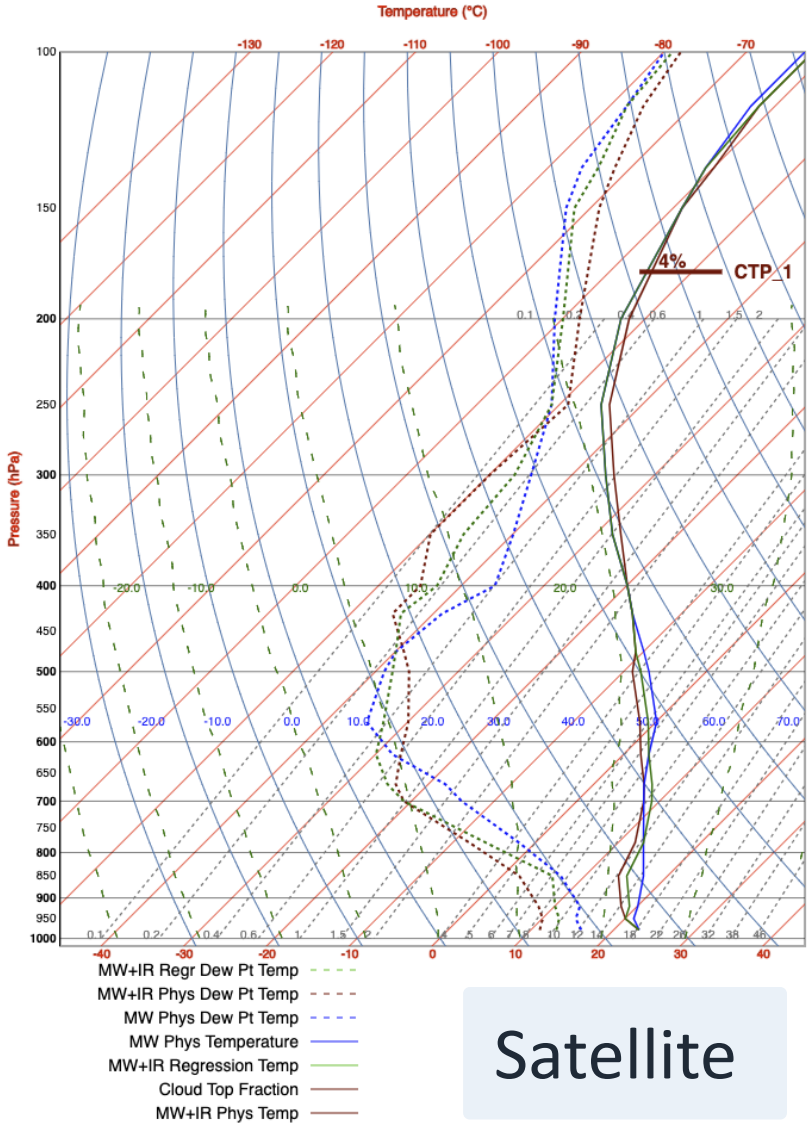
- Атмосфера біркелкі өзгеретін профильге ие, бірақ бізде арналар саны шектеулі.
- Белгісіздер теңдеулер санынан көп.
- Шексіз шешімдер бар!



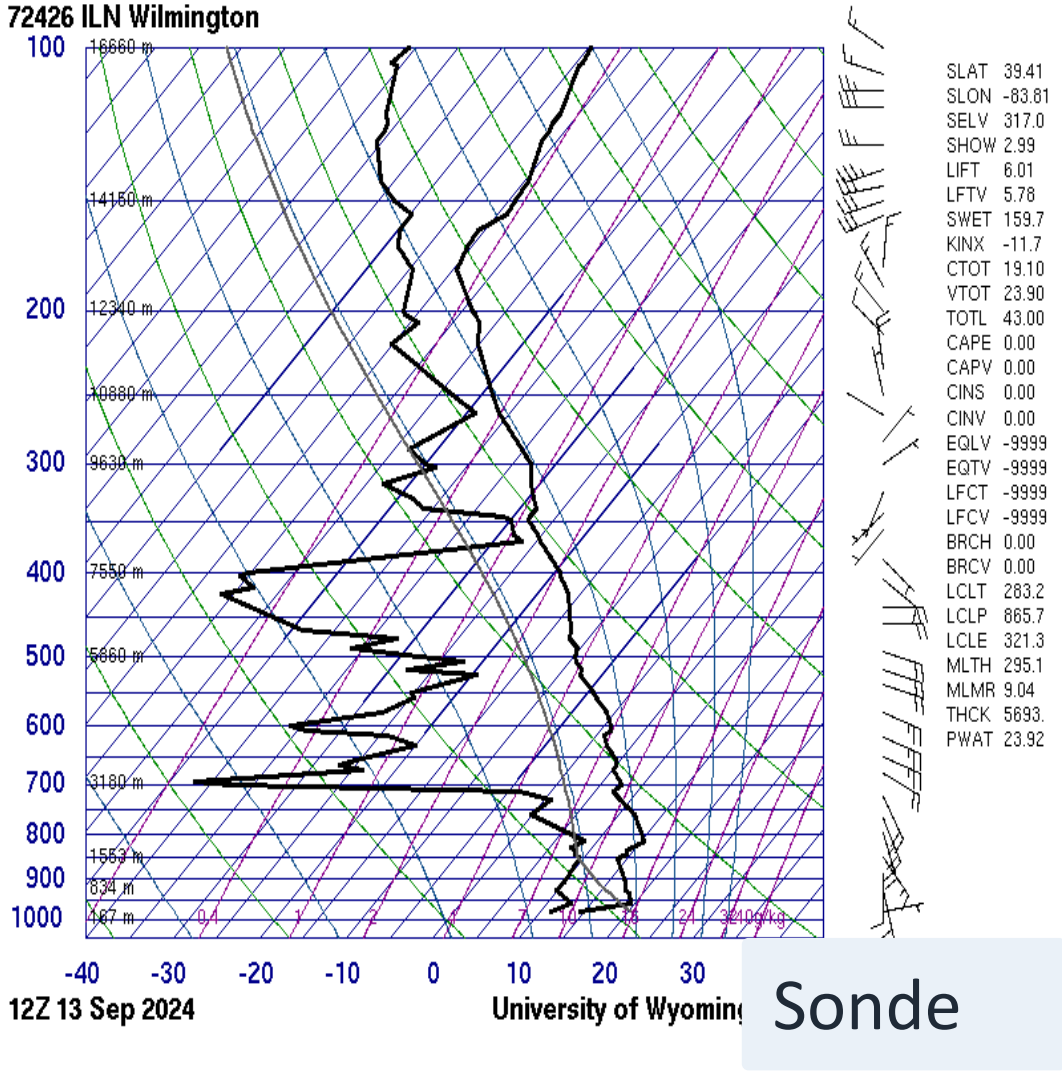
Жерсеріктен алынған термодинамикалық профильдер



Жерсеріктен алынған термодинамикалық профильдер



Satellite



Sonde

Жерсерік (сол жақта) радиозондқа (оң жақта) қарағанда әлдеқайда ірі масштабта.

- Көптеген мәліметтер жетіспейді.
- Алайда, кеңістіктік қамту өте жақсы.

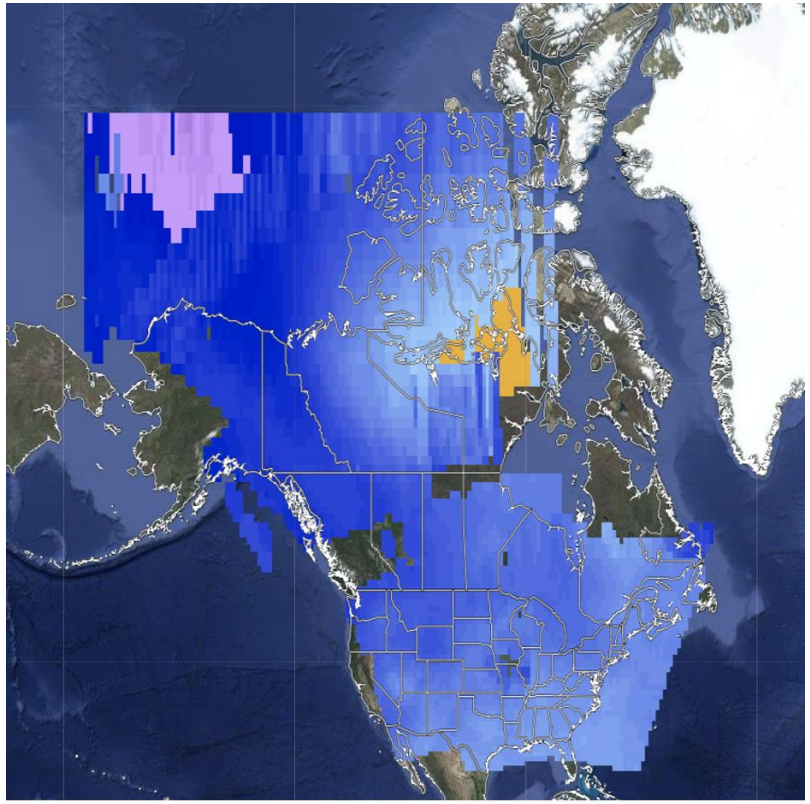
Жоғарыдағы суық ауа

Жерсеріктер белгілі бір деңгейдегі температураларды кеңістікте үздіксіз бақылауға мүмкіндік береді.

Бұл ұшақтардың ерекше суық ауа аймақтарын анықтап, олардан аулақ болуына көмектеседі.

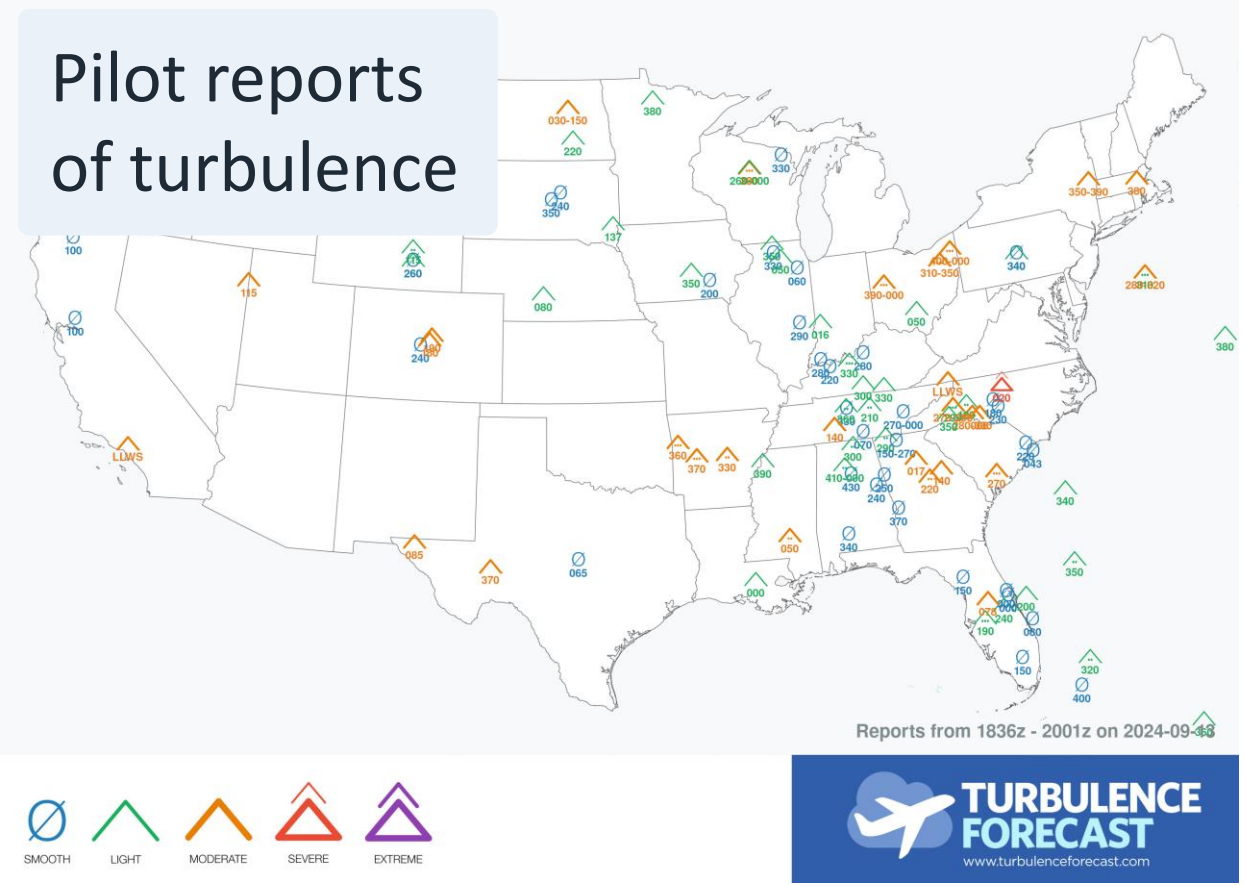
Әрине, жеке термодинамикалық профильдер атмосфералық ғылымдарда кеңінен қолданылады:

- Конвективті дауылдар
- Қысқы ауа райы
- Басқа метеорологиялық құбылыстар

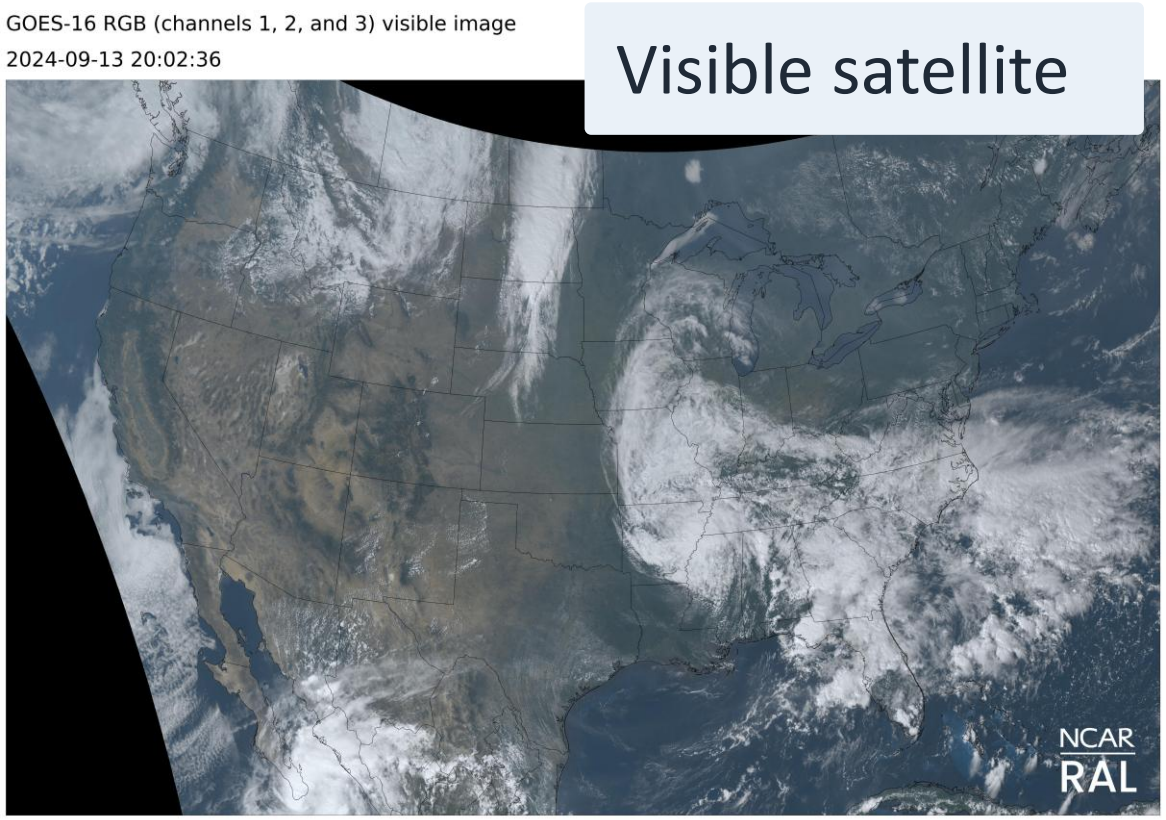


Турбуленция

Pilot reports of turbulence



Visible satellite



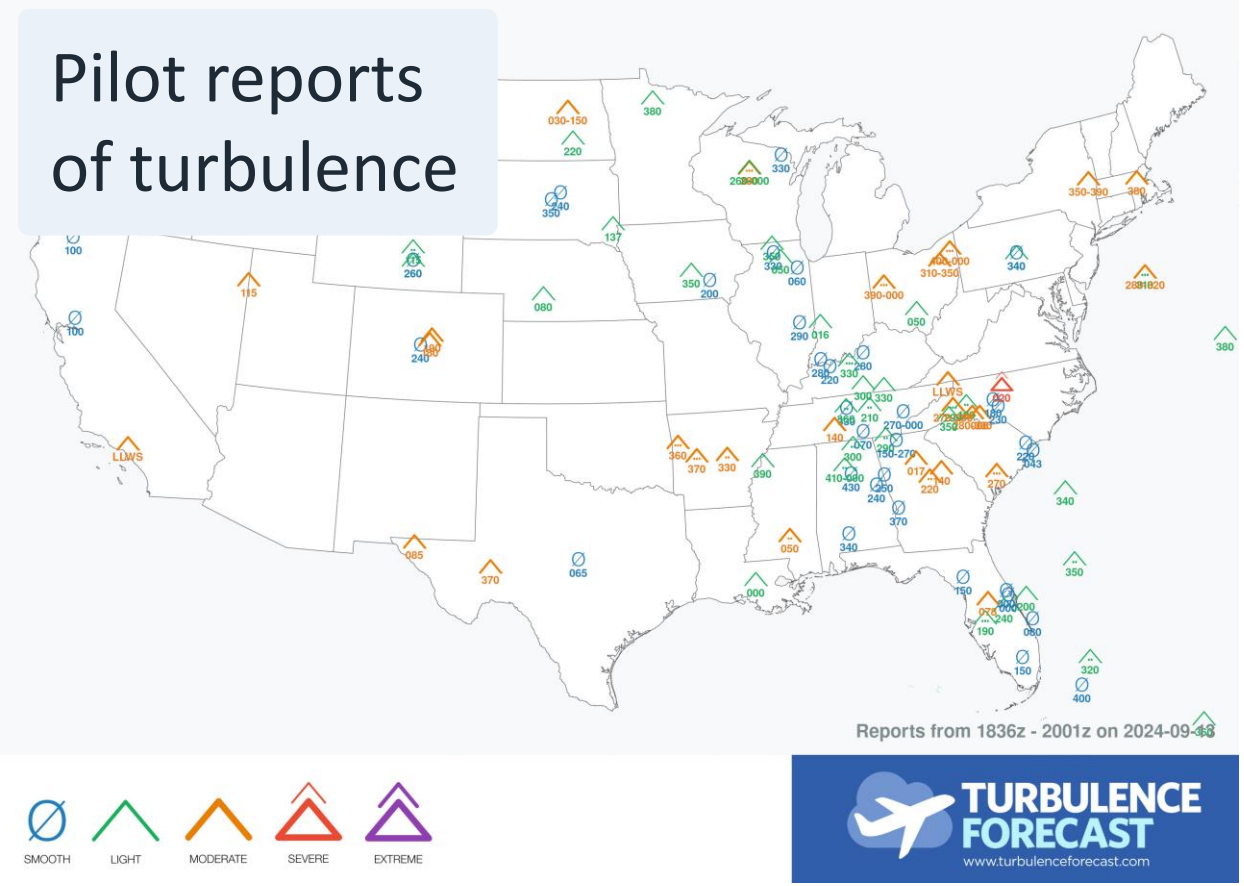
Конвекция маңында турбуленттілік жиі кездеседі.

Неге?

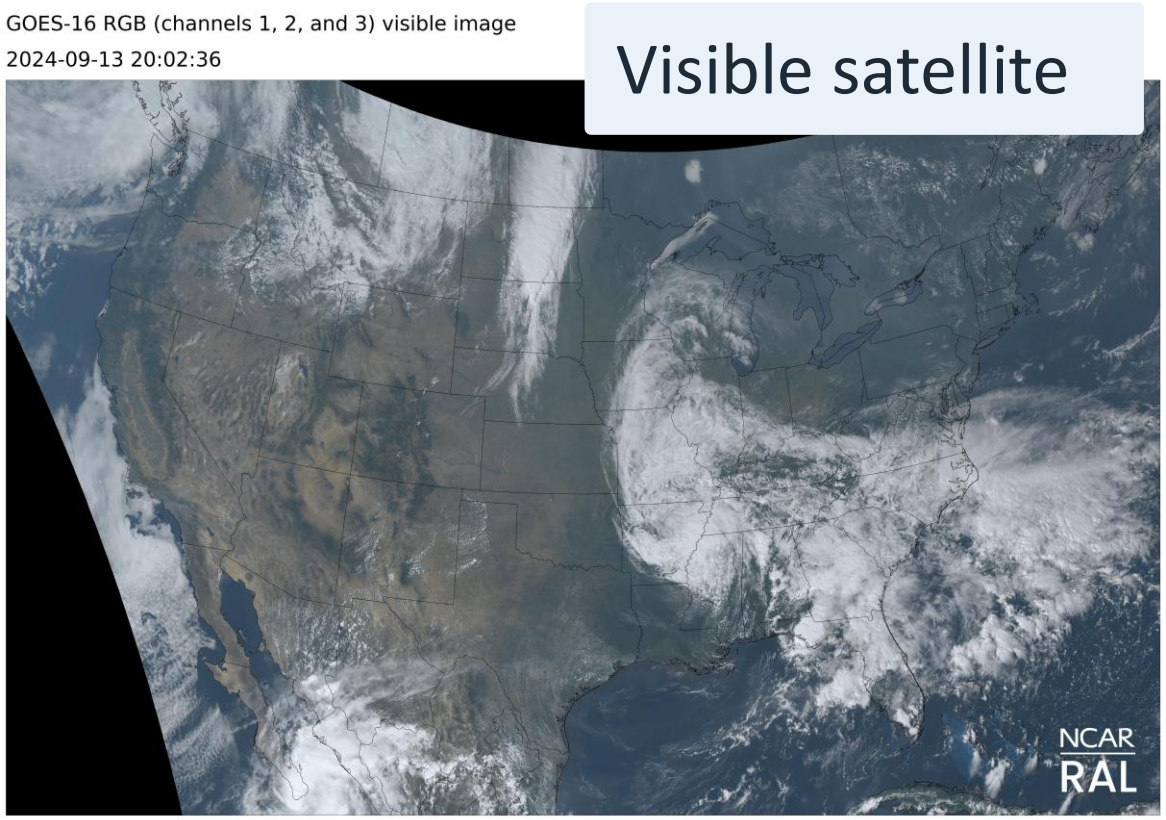
- Көптеген жоғары көтерілетін және төмен түсетін ауа ағындары бар.

Турбуленция

Pilot reports of turbulence



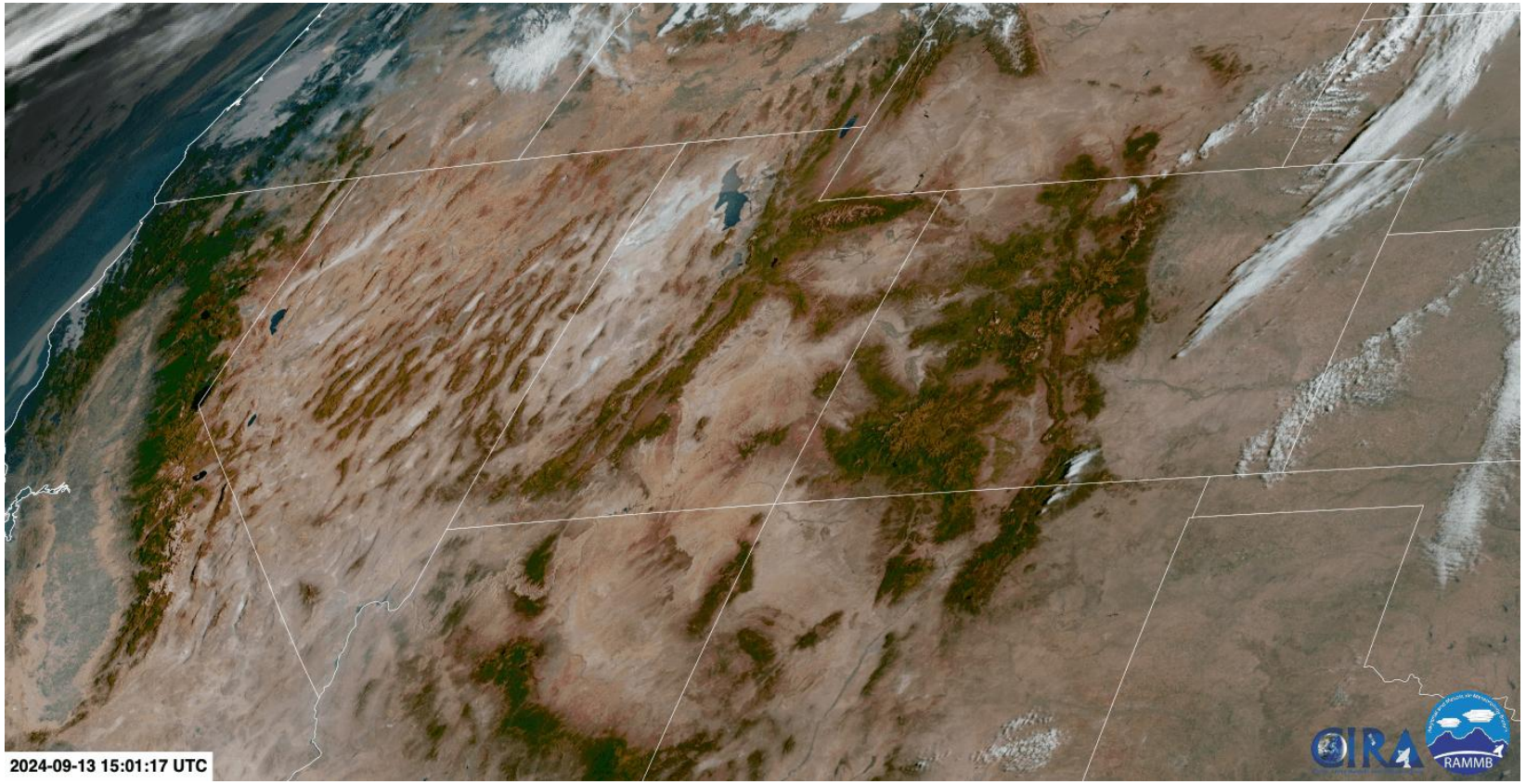
Visible satellite



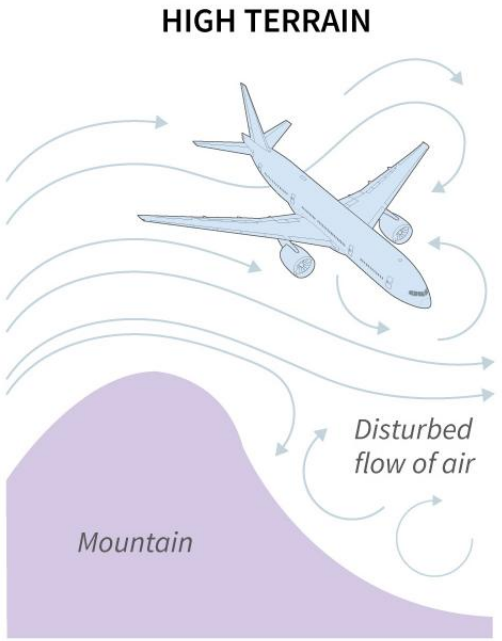
Ашық ауа турбуленттілігі (CAT) – бұлтсыз турбуленттілік.

Жоғары көтерілетін және төмен түсетін қозғалысты қалай көруге болады?

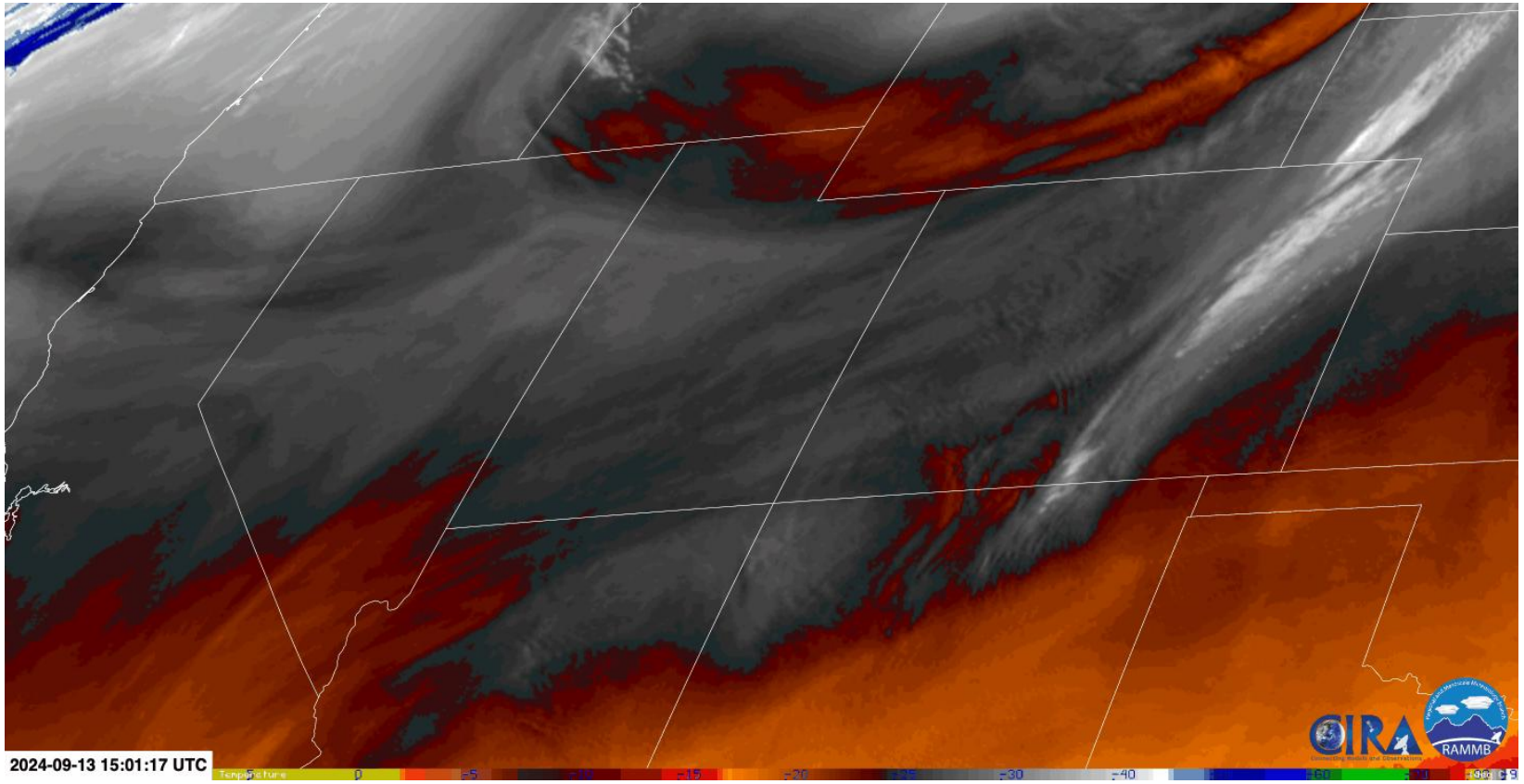
Ашық ауа турбуленттілігі



CAT көбінесе таулардың үстінен өткен ауа ағынының әсерінен пайда бо



Ашық ауа турбуленттілігі



6.9 мкм арнасын қарау (орта деңгейдегі су буы) тұрақты толқын құрылымдарын көрсетеді.

Бұл турбуленттілікті анықтайтын жоғары көтерілетін және төмен түсетін ауа қозғалысы.

Вулкандық күл





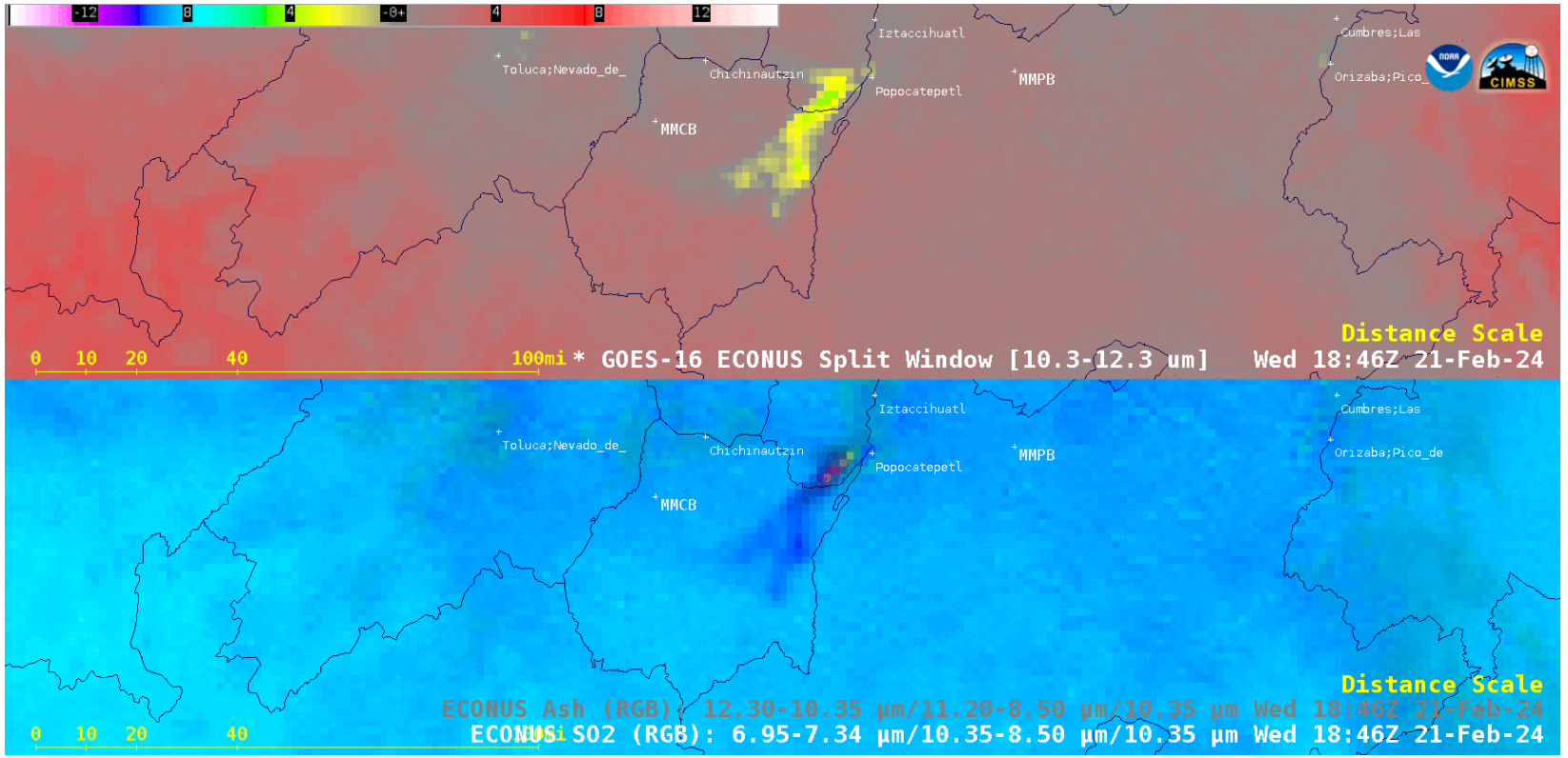


All images: Wikipedia

Вулкандық күл авиация үшін өте қауіпті:

- Қозғалтқышқа түскен кезде шыны тәрізді затқа айналады, бұл қозғалтқыштың істен шығуына әкелуі мүмкін.
- Терезелер зақымданып, көріну нашарлайды.

Volcanic Ash



CIMSS Satellite Blog

Біздің аймақ үшін аса маңызды емес, бірақ бәрібір қызықты құбылыс.

Арналар айырмашылығы күлді анықтауға мүмкіндік береді, ал SO_2 сигналдары күл бұлтын анықтауға көмектеседі.

Қорытынды

1. Су тамшылары −40 °C-қа дейін сұйық күйде қала алады; мұндай өте салқындаған бұлттар мұздану қаупін тудырады.
2. Мұздану аймағын анықтау үшін бұлттың температурасы (жарқырау температурасы) мен фазасын бірге білу қажет.
3. Жоғарыдағы өте суық ауада авиациялық отын қоюланады; жерсеріктер мұндай аймақтарды анықтап, айналып өтуге көмектеседі.
4. Әртүрлі жұту арналары әртүрлі биіктіктен ақпарат береді; жерсеріктік профильдің тік ажыратымдылығы радиозондтан төмен, бірақ кеңістіктік қамтуы жақсы.
5. Ашық ауа турбуленттілігі (CAT) су буы арнасындағы (6,9 мкм) толқындық құрылымдар арқылы байқалады.
6. Вулкандық күл арналар айырмасы және SO_2 сигналы арқылы анықталады.

Өзін-өзі тексеруге арналған сұрақтар

1. Авиацияға қауіпті қандай атмосфералық құбылыстарды білесіз?
2. Өте салқындаған бұлт дегеніміз не және ол ұшаққа неліктен қауіпті?
3. Бұлт фазасын жерсеріктік деректерден қалай анықтауға болады?
4. Жұту арнасы мен терезе арнасының айырмашылығы неде?
5. Жерсеріктік термодинамикалық профильдің радиозондпен салыстырғандағы артықшылығы мен кемшілігі қандай?
6. Ашық ауа турбуленттілігін және вулкандық күлді жерсеріктік суреттен қалай тануға болады?

Пайдаланылған дереккөздер

1. ICAO. Annex 3 to the Convention on International Civil Aviation: Meteorological Service for International Air Navigation. – Montréal: International Civil Aviation Organization.
2. Sharman R., Lane T. (eds.) Aviation Turbulence: Processes, Detection, Prediction. – Cham: Springer, 2016. – 523 p.
3. Cober S.G., Isaac G.A., Strapp J.W. Characterizations of aircraft icing environments that include supercooled large drops // Journal of Applied Meteorology. – 2001. – Vol. 40. – P. 1984–2002.
4. Menzel W.P., Schmit T.J., Zhang P., Li J. Satellite-based atmospheric infrared sounder development and applications // Bulletin of the American Meteorological Society. – 2018. – Vol. 99, No. 3. – P. 583–603.
5. Prata A.J. Observations of volcanic ash clouds in the 10–12 μm window using AVHRR/2 data // International Journal of Remote Sensing. – 1989. – Vol. 10, No. 4–5. – P. 751–761.
6. Casadevall T.J. (ed.) Volcanic Ash and Aviation Safety: Proceedings of the First International Symposium. – U.S. Geological Survey Bulletin 2047, 1994. – 450 p.

Авиациялық қауіптіліктер

Соңғы зертханалық жұмыс осы разделда

