

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія аеронавігації

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни
«Метеорологія»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Аеронавігація

За темою № 5 Синоптичні процеси. Поняття про глобальні атмосферні процеси, основний метод їх вивчення

Вінниця 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 28.08.2023 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії аеронавігації, протокол від 28.08.2023 р № 1.

Розробник:

викладач циклової комісії аеронавігації, спеціаліст Дроздова С.П.

Рецензенти:

викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки
Кременчуцького льотного коледжу Харківського університету внутрішніх
справ, професор, доцент, к.х.н., Козловська Т.Ф.

командир льотного загону аеродрому «Велика Кохнівка» КЛК ХНУВС
Шорохов І.В

План лекції:

1. Глобальні атмосферні процеси та метод їх вивчення.
2. Метеорологічна інформація при аналізі глобальних атмосферних процесів.
3. Складання приземних синоптичних карт і карт баричної топографії.
4. Система отримання метеорологічної інформації.

Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в Інтернеті

Основна:

1. Правила метеорологічного забезпечення авіації. – Київ: Наказ Державної авіаційної служби України від 09.03.2017 № 166.

Додаткова:

1. Володко О.М. Безпека польотів вертольотів, М.: Транспорт, 1981. – 224 с.
2. Воробйов В.І. Синоптична метеорологія. - Л.: Гідометеоздат, 1998. - 213 с.
3. Новожилов Н.І., Хргіян А.Х. Атлас хмар. Ленінград: Гідрометеоздат. 1981.
4. Матвеев Л.Т. Курс загальної метеорології. Фізика атмосфери. - Л.: Гідрометеоздат, 1984. - 198 с.
5. Прох Л.З. Словник вітрів. - Л. Гідометеоздат, 1983. - 204 с.
6. Тараканов Г.Г. Тропічна метеорологія. - Л.: Гідометеоздат, 1980. – 244 с.
7. Хромов С.П. Метеорологія та кліматологія. - Л.: Гідометеоздат, 1968. - 256 с.
8. Шкільний Є.П. Фізика атмосфери. Одеса, ОТМІ, 1997. - 210 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті:

1. Офіційний портал Державної авіаційної служби України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://avia.gov.ua>
2. Офіційний портал Всесвітньої метеорологічної організації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.wmo.int>.
3. Офіційний сайт Державного підприємства обслуговування повітряного руху України. Міністерство інфраструктури України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uksatse.ua>

Текст лекції

1. Глобальні атмосферні процеси та метод їх вивчення

Земна атмосфера глобальна. Вона суцільною оболонкою оточує нашу планету і взаємодіє з іншими оболонками Землі та з космічним простором. Це відбувається через вплив на Землю та її атмосферу сонячної радіації, гравітаційних впливів зовнішніх тіл, які викликають припливні явища, коливання характеристик орбітального руху та власного обертання Землі. Взаємодія атмосфери з планетою та її оболонками виявляється через вплив на земну атмосферу розміру й маси Землі, швидкості обертання планети навколо своєї осі, власних гравітаційних і магнітних полів Землі, внутрішніх джерел тепла, властивостей поверхні планети тощо. Розмаїття цих взаємодій визначає в кожний момент часу стан атмосфери, який характеризується набором значень метеорологічних величин (тиск, температура, вологість, швидкість і напрям вітру), атмосферних явищ (хмари, опади, грози, завірюхи, тумани та ін.). Миттєвий стан атмосфери в певному пункті Землі чи над окремими її районами називають погодою.

Спостереження показують, що повітряна оболонка Землі від найнижчих і до найбільш розріджених високих шарів атмосфери перебуває в постійному, складному й мінливому русі. Отже, в атмосфері безперервно відбуваються процеси, які зумовлюють послідовну зміну її станів - погоду.

Які ж атмосферні процеси визначають погоду та який їх просторовий і часовий масштаб?

Коли йдеться про погоду, то її характеристики визначаються нижнім шаром атмосфери - тропосферою. Саме в ній розвиваються погодотворчі процеси, оскільки тут зосереджено понад 4/5 маси атмосфери і майже вся водяна пара повітряної оболонки Землі.

Однак процеси, що відбуваються в дуже тонкому шарі атмосфери (наприклад, обтікання повітряним потоком будівлі чи короточасне нагрівання й охолодження тонких приземних підшарів повітря), не можуть істотно впливати на стан тропосфери.

Тому **вертикальний масштаб** атмосферних процесів, які визначають стан атмосфери - її погоду, здебільшого, складає від кількох сотень метрів до десятків кілометрів.

Оцінюючи **горизонтальний масштаб**, необхідно виходити з розмірів зон, які характеризуються однорідністю погодних умов чи їх різкими змінами. Розміри ці коливаються від кількох десятків до кількох тисяч кілометрів.

Тривалість розвитку вказаних вище атмосферних процесів визначається тривалістю існування названих зон і знаходиться в межах від кількох годин до кількох діб.

Видимий прояв просторово-часового масштабу розглянутих нами атмосферних процесів виражається в утворенні, розвитку й переміщенні циклонів, антициклонів, атмосферних фронтів, повітряних мас, планетарних висотних фронтальних зон, струменевих течій.

Отже, глобальні атмосферні процеси - це процеси, масштаб яких відповідний масштабам нижньої та середньої тропосфери і значних за розмірами частин континентів, океанів," що становить основний фон і є загальною умовою формування погоди в тропосфері.

Очевидно, для того, щоб виявити глобальний атмосферний процес, пізнати характер його розвитку, недостатньо навіть найдосконалішими методами й засобами досліджувати стан атмосфери в одній точці Землі. Тут потрібен спеціальний метод, який дозволив би оглядати стан атмосфери (хоча б 5 найвагомішої її частини - тропосфери), вивчати її зміни в просторі та часі над тією чи іншою півкулею Землі або значною її частиною.

Такий метод створений. Він дістав назву ***синоптичного методу дослідження атмосферних процесів***, бо в його основу покладено аналіз синоптичних карт.

Синоптична карта - це географічна карта, на яку наносять результати одночасних (синхронних) метеорологічних і аерологічних спостережень у різних пунктах земної кулі, на базі чого проводять аналіз цих спостережень.

У результаті такого аналізу оцінюється характер глобального атмосферного процесу в певний час, який проявляється у виявлених на карті циклонах, антициклонах, атмосферних фронтах, різномірних повітряних масах та інших синоптичних об'єктах. Тому синоптична карта дозволяє оглядати не лише погодні умови на величезних ділянках Землі, але й зображати фізичну модель стану в даний момент глобального атмосферного процесу.

Синоптичні карти, які складаються для різних рівнів (їх називають висотними чи аерологічними), дають можливість аналізувати стан атмосфери у вертикальному напрямі, що надає синоптичному методу характеру тривимірного аналізу атмосферних процесів, а послідовне, у суворо визначені терміни, порівняння синоптичних карт, як приземних, так і висотних, дозволяє стежити за розвитком у часі атмосферних процесів.

Своєрідною рисою синоптичного методу є його фізичний сенс при географічній формі. Тому при фізичному аналізі атмосферних процесів враховується їх географічна зумовленість: географічна широта, розподіл суші, моря, орографія та ін.

Внаслідок складності й розмаїття атмосферних процесів, які призводять до зміни погоди, у синоптичному методі якісно-фізичний аналіз нині істотно доповнюється кількісним розрахунком.

Із розвитком синоптичного методу аналізу атмосферних процесів у ньому все більше викристалізовується тенденція практичного використання результатів дослідження глобальних атмосферних процесів, спрямована на розробку методів прогнозу погоди. Врешті-решт виникла наукова метеорологічна дисципліна синоптична метеорологія, яка, за визначенням В.І. Воробйова, ***фізико статистичними методами на географічній основі вивчає погодотворчі атмосферні процеси з метою передбачення погоди, базуючись на цих дослідженнях.***

З даного визначення випливає, що курс синоптичної метеорології передбачає, з одного боку, детальне вивчення погодотворчих макромасштабних атмосферних процесів, їх природу й розвиток, з іншого - вивчення методів прогнозу переміщення, еволюції та виникнення синоптичних об'єктів, а також методів прогнозу умов погоди, пов'язаних і зумовлених еволюцією та виникненням цих об'єктів.

Очевидно, що курс синоптичної метеорології виходить далеко за межі нашого, який передбачає загальне ознайомлення з глобальними атмосферними процесами, їх проявом у вигляді крупномасштабних вихорів (циклонів і антициклонів), результатом взаємодії різнорідних повітряних мас (атмосферних фронтів, фронтальних зон) з полями метеорологічних величин (тиску, температури, вологості тощо).

2. Метеорологічна інформація при аналізі глобальних атмосферних процесів.

Аналіз глобальних атмосферних процесів і, звичайно, умов погоди здійснюється на основі результатів і метеорологічних спостережень, що являють собою сукупність даних про параметри стану атмосфери, явищ погоди. Це *первинна метеорологічна інформація*.

До неї належить комплекс параметрів атмосфери, якими описується її стан. Це атмосферний тиск, температура, вологість повітря, швидкість і напрям вітру та атмосферні явища. Вказані параметри атмосфери визначаються інструментально або візуально, як, наприклад, форма хмар і вид опадів. Ефективність використання первинної метеорологічної інформації відзначається її точністю, повнотою та своєчасністю отримання споживачем. Основні вимоги до первинної метеорологічної інформації такі:

1. **Комплексність**, що означає залучення до складу інформації результатів спостережень за всіма метеорологічними величинами та явищами погоди, які ми назвали вище.

2. **Тривимірність** первинної метеорологічної інформації означає, що результати вимірювань метеорологічних величин повинні подаватись не лише для приземного підшару, але й для всієї товщі атмосфери до гранично можливих висот.

3. **Глобальність**, яку розуміють як необхідність мати первинну метеорологічну інформацію не лише з усієї земної кулі чи однієї з її півкуль, а з території, що перевищує мільйони квадратних кілометрів.

4. **Регулярність** первинної метеорологічної інформації вимагає проведення метеорологічних спостережень у строго встановлені терміни і без їх пропусків, що забезпечує своєчасне оновлення.

5. **Оперативність** потребує, щоб первинна метеорологічна інформація надходила до її споживача в мінімально короткі строки з моменту проведення спостережень.

6. **Синхронність**, тобто проведення метеорологічних спостережень в один і той же час на всій вимірюваній світовій мережі метеорологічних станцій дає

можливість зробити ніби миттєвий знімок стану атмосфери, що полегшує аналіз просторової структури полів метеорологічних величин, істотно зменшує час збирання інформації та побудови фізичної моделі атмосферного процесу.

Первинна метеорологічна інформація надалі, як правило, обробляється й подається у вигляді, зручному для використання на практиці. Результати такої обробки також є метеорологічною інформацією, яку називають вторинною. Прикладом її можуть бути дані погоди, кліматичні характеристики того чи іншого регіону, вертикальні розрізи атмосфери, синоптичні карти тощо.

В оперативній практиці метеорологічного обслуговування народного господарства та для пізнання фізики глобальних процесів першорядне значення мають синоптичні карти. У зв'язку з цим доцільно ознайомитись у загальних рисах з технікою складання приземних і висотних синоптичних карт.

3. Складання приземних синоптичних карт і карт баричної топографії

При складанні приземних карт погоди висувається завдання нанести на карту якомога більше інформації про стан приземного підшару атмосфери та зберегти, при цьому, наочність карти.

Принцип нанесення метеорологічних даних на синоптичні карти полягає в застосуванні певної системи цифр і умовних позначень (символів). Метеорологічні спостереження проводяться великою кількістю станцій. Ті з них, які регулярно подають дані для складання синоптичних карт, називаються синоптичними станціями. Спостереження на синоптичних станціях, які входять до міжнародної мережі, проводяться синхронно о 00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21 годині Гринвіцького середнього часу. При цьому спостереження о 00, 06, 12 і 18 годині називаються основними Синоптичними строками, а строки спостережень о 03, 09, 15 і 21 годині за Гринвічем - додатковими. Станції, які проводять вертикальне зондування атмосфери з допомогою спеціальної системи приладів (радіозондів і радіоприладів, що реєструють, дешифрують і обробляють сигнали радіозондів), називаються аерологічними.

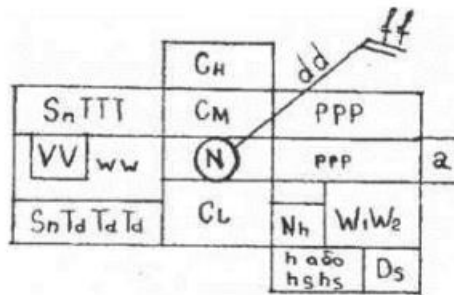
На мал.3.1. показано приземну карту погоди



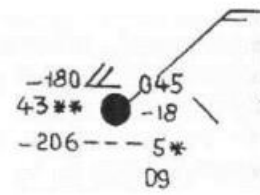
Мал. 3.1. Приземна карта погоди, де показані основні синоптичні об'єкти (метеодані нанесені зі значним спрощенням)

На синоптичній карті точка розміщення метеорологічної станції позначається кружечком, ступінь затушування якого характеризує загальну кількість хмар на небі (чистий кружечок - 0 балів, повністю затушований кружок - 10, наполовину - 5 і т.д.). Значення метеорологічних величин і характеристика явищ погоди на станції наносяться навколо цього кружка в певному порядку, як показано на мал.3.2.

Тут літерами позначені метеорологічні величини та явища погоди, які спостерігались на станції в той чи інший термін. У центрі (в кружечку) літерою N позначається загальна хмарність. У верхній клітинці справа від центру, літерою Sn позначається знак, а літерами ТТТ – температура повітря.



а)

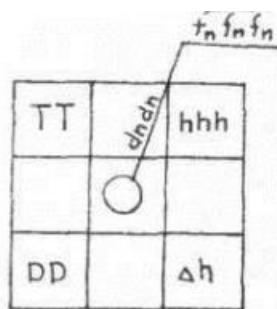


б)

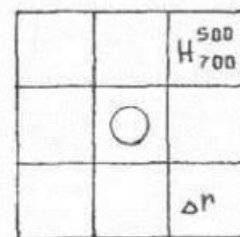
Мал. 3.2. Схема нанесення метеорологічних даних на карту погоди (а),
приклад нанесення даних (б)

У клітинці нижче літерами VV, позначають горизонтальну видимість, а WW - явища погоди в даний строк спостереження. У найнижчій клітинці справа від центру літерами Sn і Td Td Td - позначається, відповідно, знак і температура точки роси. У центральних клітинках літерами CH позначається форма хмар верхнього ярусу, CM - середнього і CL - нижнього. У верхній клітинці зліва літерами PPP записується величина атмосферного тиску, проведена до рівня моря. У клітинці нижче літерами ppp і a вноситься величина й характеристика барометричної тенденції, а в клітинку ще нижче літерою Nh - кількість балів хмар нижнього ярусу, літерами W1 і W2 - характеристика погоди між строками спостережень. Нарешті, у найнижчій клітинці літерою h позначається висота хмар нижнього рівня. Стрілкою, проведеною до центру кружка, вказується напрям (звідки дме) вітру (dd), а пір'їнки на кінці стрілки позначають швидкість вітру (ff), яка виражається в м/с чи в км/год.

Дані, що характеризують стан атмосфери на тому чи іншому рівні, наносять на висотні карти погоди за схемою, поданою на мал. 3.3.



а)



б)

Мал. 3.3. Схеми нанесення даних на карти абсолютної топографії (АТ) (а) і
відносної топографії (ВТ) (б).

На вказаних схемах hhh - висота ізобаричної поверхні, яка виражається в геопотенційних декаметрах; TT - температура повітря на цьому рівні; DD - дефіцит точки роси; H1000 500 - товщина шару між поверхнями 500 1000 гПа, також виражена в геопотенційних декаметрах; Δh - величина зміни абсолютного геопотенціалу за 12 чи 24 год.; Δr - величина зміни відносного

геопотенціалу за 12 чи 24 год.; ($dndn$ - напрям вітру на даному рівні, $f_n f_n f_n$ - швидкість вітру на даному рівні. Висотні карти погоди, які отримали назву карт баричної топографії, здебільшого складаються двічі на добу: о 00 і 12 годині за гринвіцьким часом.

4. Система отримання метеорологічної інформації

Як же збирається первинна метеорологічна інформація для складання синоптичних карт?

Зведення про стан атмосфери отримують із синоптичних станцій, яких нараховується багато тисяч, оскільки вони знаходяться в різних державах, і не лише на континентальній частині кулі, але й на островах океанічних акваторій. Кожній з цих станцій присвоєний певний індекс (номер), за яким її можна відрізнити від інших і знайти на бланку спеціальної географічної (синоптичної) карти.

У зв'язку з цим уся територія земної кулі розбита на шість великих регіонів, а в кожному з них є дрібніші райони. На рис. 4.1. подана схема поділу земної кулі для індексації синоптичних та аерологічних станцій. З рисунка видно, що, наприклад, у великому регіоні IV (Північна й Центральна Америка) є райони з номерами від 70 до 79, а в регіоні V (Європа) - райони з номерами від 00 до 20, 22, 26, 27, 33, 34, 37 і 40.

Станціям, які знаходяться всередині малих районів, присвоюється свій тризначний номер. Отже, кожна Синоптична й аерологічна станція має п'ятизначний індекс, дві перші цифри якого вказують на номер району, а інші три – на номер станції в межах району.

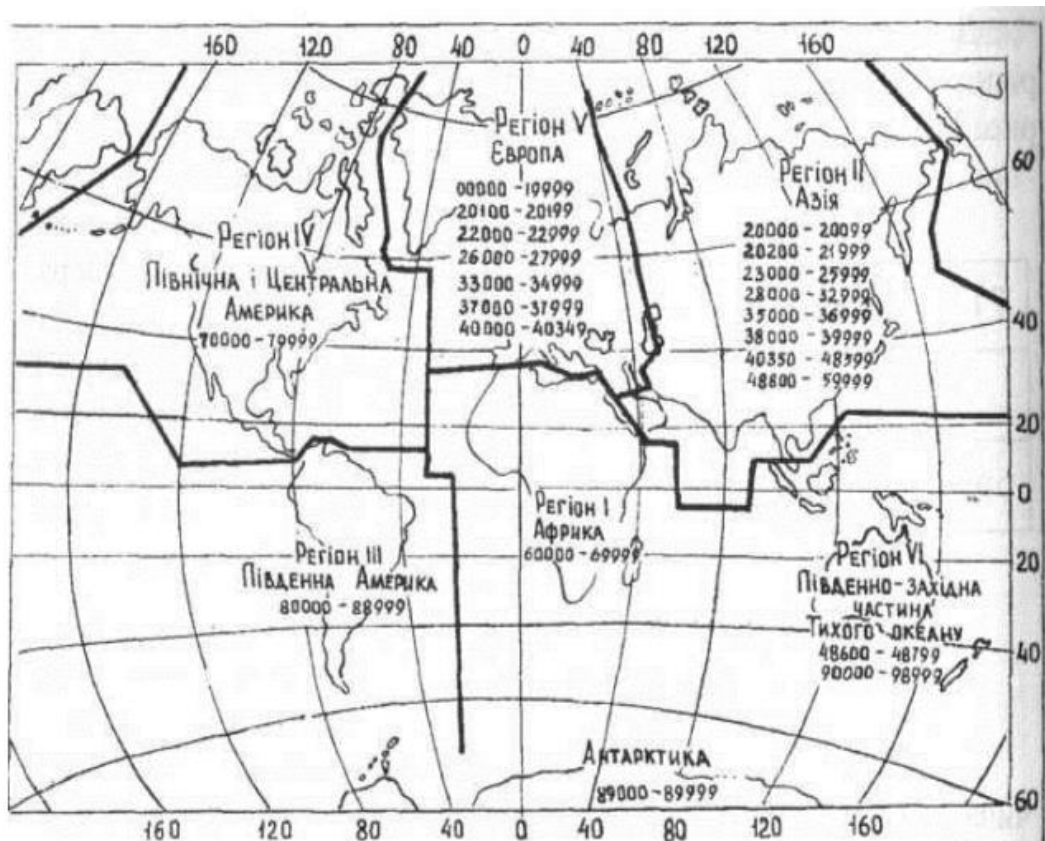
Всесвітньою метеорологічною організацією (ВМО) створено всесвітню службу погоди (ВСП). Це світова метеорологічна система, яка забезпечує всі держави - члени ВМО первинною й обробленою метеоінформацією, необхідно для оперативної та наукової роботи.

Всесвітня служба погоди складається з трьох основних систем:

1) глобальної системи спостережень (ГСС), до якої входять мережа синоптичних і аерологічних станцій, а також інші засоби отримання метеоінформації;

2) глобальної системи обробки даних (ГСОД), яка охоплює метеорологічні центри, що займаються питаннями обробки й управління даними, а також збереження інформаційних матеріалів;

3) глобальної системи телезв'язку (ГСТ), необхідної для швидкого обміну даними спостережень та обробленої інформації.



Мал. 4.1. Схема поділу земної кулі для індексації синоптичних і аерологічних станцій

Отже, ВСП забезпечує регулярне, сучасне синхронне, за єдиною програмою та загальною методикою, отримання метеорологічної інформації, її збір, поширення синоптичних карт та інших матеріалів, необхідних для оцінки глобальних атмосферних процесів, складання прогнозів погоди, метеорологічного обслуговування всіх галузей народного господарства й життєдіяльності людей.