

**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 № 1 Атмосфера Землі та її будова

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. Склад та будова атмосфери
2. Склад атмосферного повітря
3. Стандартна атмосфера
4. Історія розвитку авіаційної метеорології

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. Матвєєв 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. Склад і будова атмосфери

Атмосфера - газова або повітряна оболонка Землі. Її товщина близько 20000 км. Приблизно 50% всієї маси атмосфери зосереджено в шарі від земної поверхні до висоти 5 км, 75% – до 10 км, 90% - до 20 км, близько 99% – до 30 ... 35 км.

Атмосфера складається з суміші газів, який називають повітрям, та в якій знаходяться в підвішеному стані рідкі і тверді частинки (краплі води, кристали льоду, пил, дим, продукти радіоактивного розпаду і т.п.).

Гази, які входять до складу повітря в нижніх шарах атмосфери, ділять на дві групи - постійні і змінні складові. До групи постійних складових входять азот, кисень, водень і інертні гази (аргон, гелій, неон, криптон, ксенон). До групи змінних складових – водяна пара, озон, вуглекислий газ або діоксид вуглецю, діоксид азоту, сірки, пил, дим та ін.

У вертикальному напрямку атмосфера ділиться на кілька шарів, які називають сферами.

Кожна з цих сфер відрізняється своєрідною зміною температури по вертикалі, а також характерними особливостями інших фізичних властивостей (склад повітря, електричні характеристики і ін.).

По складу повітря атмосфера ділиться на два шари - гомосфера (від поверхні Землі до 100 км, де склад повітря з висотою не змінюється) і гетеросферу (вище 100 км, де хімічний склад повітря змінюється).

За характером зміни температури повітря з висотою атмосфера ділиться на п'ять основних шарів (тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера, екзосфера) і чотири проміжних (тропопауза, стратопауза, мезопауза і термопауза). Так як польоти ЛА цивільної авіації (ЦА) проводяться в нижніх шарах атмосфери (тропосфері і стратосфері), далі будуть приводитися основні відомості тільки для цих шарів.

Тропосфера - це нижній шар атмосфери, що простирається від поверхні Землі до висоти 8 ... 10 км в північних широтах, 10 ... 12 км в середніх широтах і 16 ... 18 км над екваторіальними районами. Характерною особливістю тропосфери є зниження температури повітря з висотою, яке в середньому дорівнює 0,65°C на 100 м висоти. У тропосфері знаходиться майже весь водяний пар, при конденсації якого утворюються хмари і опади. У ній формуються повітряні маси і атмосферні фронти, розвиваються циклони і антициклони.

Тропопауза - це перехідний шар між тропосферою і стратосферою. Товщина його коливається від декількох сотень метрів до 2 ... 3 км. Тропопауза є затримуючим шаром для процесів, що відбуваються в тропосфері.

Стратосфера - це шар атмосфери, що лежить над тропосферою і

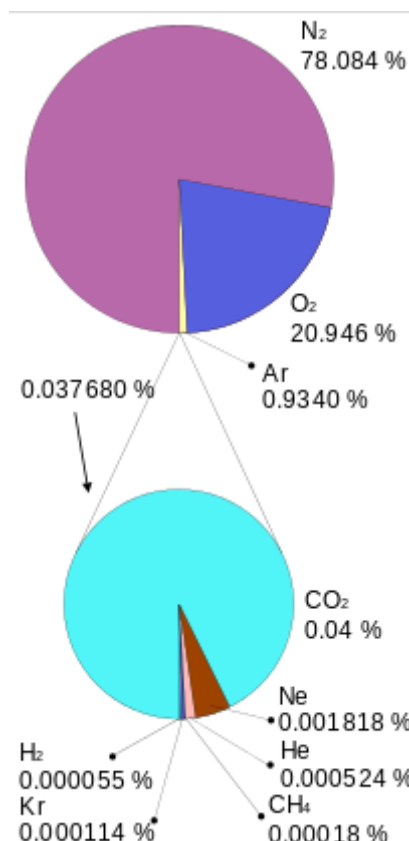
тягнеться до висоти близько 50 км. У цьому шарі до висоти 20 ... 30 км температура не змінюється, а потім вона підвищується. Внаслідок незначної кількості водяної пари хмари в стратосфері, як правило, не утворюються. У рідкісних випадках в південних широтах в нижню частину стратосфери проникають вершини купчасто-дощових хмар.

2. Склад атмосферного повітря

Атмосфера Землі виникла в результаті двох процесів: випаровування речовини космічних тіл при їх падінні на Землю і виділення газів при вулканічних виверженнях (дегазація земної мантії). З виділенням океанів і появою біосфери атмосфера змінювалася за рахунок газообміну з водою, рослинами, тваринами і продуктами їх розкладання в ґрунтах і болотах.

В даний час атмосфера Землі складається в основному з газів і різних домішок (пил, краплі води, кристали льоду, морські солі, продукти горіння).

Концентрація газів, складових атмосфери, практично постійна, за винятком води (H_2O) і вуглекислого газу (CO_2).



Склад сухого повітря

Газ	Зміст за обсягом, %	Вміст за масою, %
Азот (N_2)	78,084	75,50
Кисень (O_2)	20,946	23,10
Аргон (Ar)	0,932	1,286
Вуглекислий газ (CO_2)	$3,95 \cdot 10^{-2}$	-
Неон (Ne)	$1,82 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$
Гелій (He)	$4,6 \cdot 10^{-4}$	$7,2 \cdot 10^{-5}$
Метан (CH_4)	$1,7 \cdot 10^{-4}$	-
Криптон (Kr)	$1,14 \cdot 10^{-4}$	$2,9 \cdot 10^{-4}$
Водень (H_2)	$5 \cdot 10^{-5}$	$7,6 \cdot 10^{-5}$
Ксенон (Xe)	$8,7 \cdot 10^{-6}$	-
Закис азоту (оксид азоту N_2O)	$5 \cdot 10^{-5}$	$7,7 \cdot 10^{-5}$

Вміст води в атмосфері (у вигляді водяної пари) коливається від 0,2% до 2,5% за обсягом, і залежить в основному від широти.

Крім зазначених у таблиці газів, в атмосфері містяться Cl_2 (хлор), SO_2 (оксид сірки), NH_3 (аміак), CO (оксид вуглецю), O_3 (озон), NO_2 , вуглеводні, HCl

(соляна кислота), HF (плавикова кислота), HBr (бромводород), HI (йодоводород), пари Hg (ртуті), I₂ (йоду), Br₂ (бром), а також NO (оксиду азоту) і багато інших газів в незначних кількостях. У тропосфері постійно знаходиться велика кількість зважених твердих і рідких частинок (аерозоль). Самим рідкісним газом в Земній атмосфері є радон (Rn).

3. Стандартна атмосфера

Рух літального апарату в атмосфері супроводжується складною взаємодією його з навколишнім середовищем. Від фізичного стану атмосфери залежить виникають в польоті аеродинамічні сили, сила тяги, створювана двигуном, витрата палива, швидкість і гранично допустима висота польоту, показання аеронавігаційних приладів (барометричний висотомір, показчик швидкості, показчик числа M) і т.д.

Реальна атмосфера дуже мінлива, тому для проектування, випробування і експлуатації ЛА введено поняття стандартної атмосфери (СА). СА - це можливий вертикальний розподіл температури, тиску, щільності повітря і інших геофізичних характеристик, яке за міжнародною угодою являє середньорічний і середньоширотний стан атмосфери.

Основні параметри стандартної атмосфери:

- атмосфера на всіх висотах складається з сухого повітря;
- за нульову висоту ("землю") прийнятий середній рівень моря, на якому тиск повітря 760 мм рт. ст. або 1013,25гПа.
- температура + 15°C;
- щільність повітря дорівнює 1,225кг / м²;
- межа тропосфери вважається розташованою на висоті 11 км; вертикальний градієнт температури постійний і дорівнює 0,65 °C на 100м;
- в стратосфері, тобто вище 11 км, температура постійна і дорівнює - 56,5°C.

4. Історія розвитку авіаційної метеорології

У розвитку авіаційної метеорології можна виділити чотири етапи.

Перший етап (1921-1940) характеризується створенням спеціальної авіаційної метеорологічної служби, створенням спеціальної мережі метеорологічних станцій, що забезпечують тільки авіацію (АМСЦ - авіаційна метеорологічна станція, цивільна), а також створенням ГАМС - Головної авіаметеорологічної станції, яка стала центром оперативної роботи щодо забезпечення авіації. У цей період починаються спеціальні метеорологічні дослідження в інтересах авіації, які раніше, природно, не проводилися.

Закінчується перший період розвитку авіаційної метеорології по суті справи перед самим початком Великої вітчизняної війни, і кінець цього періоду характерний тим, що в розпорядженні синоптиків стали регулярно з'являтися дані температурно-вітрового зондування атмосфери. До цього моменту у синоптиків нічого, крім приземної інформації та шаропілотних даних, в розпорядженні не було. Відомо, що П.А. Молчанов винайшов радіозонд в 1930 році, і за наступні десять років була створена опорна мережа аерологічних станцій. Авіаційна метеорологічна служба в цей період стала завойовувати повагу у льотного складу. До порад і прогнозів синоптиків стали прислухатися льотчики, а завоювати їх довіру - дуже непросте справа. Так вже влаштована людина, що хороший прогноз він не пам'ятає, а про невдалий буде згадувати довго. Ось тому і потрібно було велике число хороших прогнозів погоди.

Другий етап (1940-1960) розвитку авіаційної метеорології характеризується широким поширенням і застосуванням для забезпечення авіації карт баричної топографії, проведенням для оцінки погодних умов повітряної розвідки погоди, створенням спеціальних прогностичних центрів, а також створенням системи прямих авіаційних зв'язків (СПАЗ), яка в значній мірі прискорила збір і поширення авіаційної метеорологічної інформації.

Третій етап (з 1960 р) характеризується використанням для метеорологічного забезпечення авіації інформації, одержуваної з штучних супутників Землі, інформації спеціальних метеорологічних радіолокаційних станцій (МРЛ), створенням нових автоматичних і записуючих приладів для виробництва метеорологічних спостережень на аеродромі і поступовим впровадженням ЕОМ у практику метеорологічного забезпечення авіації.

Четвертий етап (почався в 80-х роках ХХ століття і триває до теперішнього часу) - здійснюється автоматизація та комп'ютеризація метеорологічних спостережень, збору, обробки та аналізу необхідної для авіації інформації про погоду; розробляються чисельні методи складання авіаційних прогнозів погоди; створюється Всесвітня система зональних прогнозів (ВСЗП), до складу якої входять Всесвітні центри зональних прогнозів (ВЦЗП).