

**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 № 2 - Фізичні параметри атмосфери. 2.3. Атмосферний тиск

Харків 2021

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 23.09.2021 № 8

СХВАЛЕНО

Методичною радою Кременчуцького
льотного коледжу Харківського
національного університету
внутрішніх справ
Протокол від 22.09.2021 № 2

ПОГОДЖЕНО

Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 22.09.2021 № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії аеронавігації, протокол від
30.08.2021 р. № 1

Розробник:

1. викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної
техніки, спеціаліст вищої категорії Дерябіна І.О.

Рецензенти:

1. професор кафедри аеронавігаційних систем навчально-наукового
інституту Аеронавігації, електроніки та телекомунікації Національного
авіаційного університету, доктор технічних наук, доцент Шмельова Т.Ф.

2. викладач циклової комісії аеронавігації Кременчуцького льотного
коледжу Харківського університету внутрішніх справ, викладач-методист,
к.т.н., с.н.с Тягній В.Г.

План лекції:

1. Величини, які характеризують зміни атмосферного тиску у просторі та часі.
2. Форми баричного поля.
3. Прибори для виміру атмосферного тиску.

Рекомендована література:

Основна

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

Додаткова

2. Лещенко Г.П., Перцель Г.В., Иванова Е.Г. Метеорологическое обеспечение полетов: Учебное пособие (2-е изд. перераб. и доп.) – Кировоград: Авангард, 2007. – 208 с.
3. Лещенко Г.П. Авиационная метеорология. Учебник. 6-е издание. – Кропивницький: ЛА НАУ, 2017. – 336 с.
4. Лещенко Г.П. Авиационная метеорология: вопросы и ответы. Учебное пособие для вузов. - Кировоград: ГЛАУ, 2006. – 116 с.
5. Лещенко Г.П., Перцель Г.В., Коренной С.Н. Измерение температуры, влажности воздуха и атмосферного давления. Учебное пособие. – Кировоград: ГЛАУ, 2007. – 68 с.
6. Лещенко Г.П., Перцель Г.В., Лещенко Е.Г. Метеорологическое обеспечение полетов. Рекомендовано МОН Украины в качестве учебного пособия для высших учебных заведений. - Кировоград: ГЛАУ, 2010. – 184 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

7. Офіційний портал Державної авіаційної служби України.
URL : <https://avia.gov.ua>
8. Офіційний портал Всесвітньої метеорологічної організації. URL : <http://www.wmo.int>.
9. Офіційний сайт Інтернет журналу. URL : <http://meteoweb.ru>
10. Офіційний сайт Українського гідрометеорологічного центру.
URL : <http://www.meteo.gov.ua>

Текст лекції

1. Величини, які характеризують зміни атмосферного тиску в просторі і часі

Атмосферним тиском називається сила, що діє на одиницю горизонтальної поверхні, що викликається вагою стовпа повітря, який простирається через всю атмосферу.

Зміна тиску в часі характеризується баричною тенденцією, яка показує величину і характер зміни тиску за останні 3 години.

Атмосферний тиск убиває з висотою у зв'язку з тим, що маса вищележащого стовпа повітря зменшується. Зменшення тиску відбувається по логарифмічному закону: в нижніх шарах атмосфери воно зменшується швидше, ніж у верхніх.

Для характеристики зміни тиску з висотою застосовується барична ступінь. **Барична ступінь** - це висота, на яку необхідно піднятися або спуститися, щоб тиск змінився на 1 одиницю (гПа або мм рт.ст.). У поверхні землі барична ступінь в середньому дорівнює 8 м на 1 гПа і 11 м на 1 мм рт.ст. Так поблизу землі слід піднятися в середньому на 8 м, щоб тиск змінився на 1 мб, на висоті 5 км - на 15м, а на висоті 18 км - на 70-80м. Величина баричної ступені залежить від тиску і температури: зі збільшенням тиску і зниженням температури вона зменшується, із зменшенням тиску і підвищенням температури - збільшується.

Величину баричної ступені можна визначити за формулою Бабіне.

За визначенням баричної ступені $P_0 - P_H = 1$

А так як $\frac{P_0 - P_H}{2} = P_{cp}$, то $P_0 + P_H = 2P_{cp}$.

Після постановки формула Бабіне набуде вигляду:

$$h = \frac{8000}{P_{cp}} \left(1 + \frac{1}{273} t_{cp} \right)$$

З формули видно, що величина баричної ступені знаходиться в прямій залежності від температури повітря і в зворотному - від тиску, тобто ніж тепліше повітря і менше тиск, тим більше барична ступінь, а, отже, тим повільніше зменшується тиск з висотою. У земної поверхні при стандартному тиску $P_0 = 1013,2$ гПа (760 мм рт. ст.) $H = 11\text{м} / \text{мм рт.ст.}$ або $h = 8\text{м} / \text{гПа}$. Середні значення баричної ступені на різних висот представлені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.

Значення баричної ступені на різних висот

Висота, км	0	2	3	5	7	8	9	12	16	20
Барична ступінь, гПа	8,2	9,4	10,5	12,9	16,1	18,0	20,3	29,8	56,1	105,6

Величина баричної ступені використовується в авіації при розрахунках безпечної висоти польоту в рівнинній і холмистій місцевості. За її допомогою можна приводити (в першому наближенні) тиск до рівня моря за формулою:

$$P_{прив} = P_{a/d} + \frac{H_{a/d}}{h}$$

$P_{прив}$ - тиск аеродрому, приведений до рівня моря (мм рт.ст. або гПа);

$P_{a/d}$ - тиск аеродрому (мм рт.ст. або гПа);

$H_{a/d}$ - висота аеродрому над рівнем моря в метрах;

h - барична ступінь.

Для характеристики атмосферного тиску використовується таке поняття, як баричний градієнт. **Баричний градієнт** - зміна тиску на одиницю довжини (використовується для характеристики зміни тиску з висотою і по горизонталі).

Позитивний баричний градієнт спрямований в бік падіння тиску по найкоротшому шляху.

В якості одиниць виміру тиску використовуються гектопаскалі (гПа) і міліметри ртутного стовпа (мм рт.ст.). Атмосферний тиск вимірюється ртутним барометром, для потреб авіації - в міліметрах ртутного стовпа, а для потреб погоди - в миллибарах (мб).

Співвідношення між цими одиницями наступне: 1мб відповідає 0,75 мм рт. ст. (3/4), 1 мм рт. ст. відповідає 1,33 мб (4/3).

Стандартне атмосферний тиск становить 760 мм рт. ст. (при температурі 0 * на широті 45 *), що дорівнює 1013,25 мб.

У зведення про погоду на аеродромі (METAR, SPECI) включається значення тиску QNH (гПа). Це тиск на аеродромі, наведене до середнього рівня моря за умовами стандартної атмосфери. Йому відповідає барометрична висота рівня моря.

2. Форми баричного поля

Розподіл тиску на рівні моря уздовж земної поверхні представлено на приземних картах погоди. На ці карти наноситься тиск, виміряний на метеорологічних станціях і приведені до рівня моря. Точки з однаковим тиском на картах погоди з'єднуються плавними лініями, які називаються **ізобарами**. Ізобари зазвичай проводяться через 5 гПа для значень тиску, кратних 5 (995, 1000, 1005 і т.д.). Поле атмосферного тиску, зображене на картах погоди за допомогою ізобар, називається **баричним полем** або баричним рельєфом. Форми баричного поля носять назву баричних систем. Основними формами баричного поля (баричними системами) є: циклони, антициклони, улоговини, гребені і седловини (рис. 2.1).

Циклон - область низького тиску, окреслена на картах погоди замкнутими ізобарами, з мінімальним тиском в центрі. На картах погоди в Україні і країнах СНД позначається буквою "Н" (низький тиск), а на міжнародних картах - "L" (low pressure). Тиск в циклоні зменшується від периферії до центру.

Антициклон - область високого тиску, окреслена на картах погоди замкнутими ізобарами, з максимальним тиском в центрі. На картах погоди в Україні і країнах СНД позначається буквою "В" (високий тиск), а на міжнародних картах - "H" (high pressure). Тиск в антициклоні зменшується від центру до периферії.

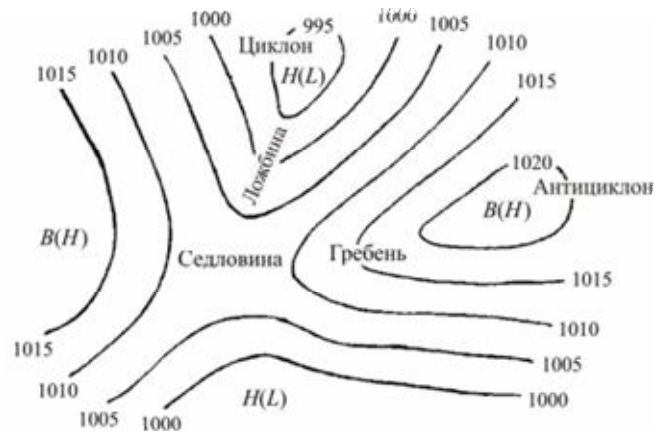


Рис. 2.1. Форми баричного рельєфу

Улоговина - вузька витягнута смуга зниженого тиску, розташована на периферії циклону або між двома антициклонами. Лінія, що з'єднує точки з найменшим тиском в улоговині, називається віссю улоговини.

Гребінь - вузька витягнута смуга підвищеного тиску, розташована на периферії антициклону або між двома циклонами. Лінія, що з'єднує точки з найбільшим тиском в гребені, називається віссю гребеня.

Седловина - це барична система, яка утворюється між двома циклонами і двома антициклонами, розташованими хрестоподібно.

В циклоні і улоговині, як правило, спостерігаються складні погодні умови, в антициклоні і гребені - сприятливі, а в седловині - проміжні.

3. Прилади для вимірювання атмосферного тиску

Вимірювання тиску проводиться за допомогою приладів, які називаються барометрами. Основним приладом служить ртутний чашковий барометр, який встановлюється на метеорологічних станціях. У приладі атмосферний тиск врівноважується тиском стовпа ртуті. За зміною висоти ртутного стовпа можна судити про зміну атмосферного тиску.

Анероїди для вимірювання тиску на метеорологічних станціях зараз не використовуються.

Барограф служить для безперервної реєстрації змін атмосферного тиску. Встановлюється барограф поруч з барометром на окремій полиці, укріпленій на стіні. Догляд за приладом, завод годинникового механізму і зміна стрічок проводиться так само, як для термографів і гігрографів. При спостереженнях в термінові години відразу після відліку барометра робиться позначка на лінії запису барографа. Обробка стрічок барографа в принципі однакова з обробкою стрічок термографа. Поряд з вимірюванням атмосферного тиску на станціях визначається величина і характер зміни атмосферного тиску за певний проміжок часу, тобто барична тенденція. Це важливо для прогнозу погоди. На станціях прийнято визначення баричної тенденції за 3 год, що передують терміну спостережень. Величина баричної тенденції обчислюється як різниця між двома виправленими поправками показаннями ртутного

барометра, отриманими в строк спостереження не змінився і за 3 год до цього терміну. Якщо між термінами немає чергування, то баричну тенденцію визначають по барографу; Величина баричної тенденції вважається позитивною (+), якщо тиск в загальному не змінився більше, ніж 3 год назад, а якщо менше, то барична тенденція негативна (-). Величина тенденції обчислюється за даними тиску, що не приведені до рівня моря, в цілих і десятих частках мілібарах і записується в відповідний рядок книжки спостерігача. Характеристика баричної тенденції визначається по виду кривої запису барографа за останні 3 год до терміну спостережень. Наприклад, крива запису за цей проміжок часу опускалася з однаковим ухилом, тоді тенденція характеризується як «рівномірне падіння»; якщо лінія записи в загальному піднімалася вгору, але з окремими зниженнями, то характеристика тенденції визначається як «нерівномірне підвищення», і т. д.