

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

**Циклова комісія авіаційного аеронавігації**

**ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

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

**за темою № 4 – Фізичні процеси в атмосфері. 4.5. Хмари. Спостереження за  
хмарами. Умови польотів в кожному типі хмар.**

**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 аеронавігації, спеціаліст Дроздова С.П.

**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 лекцій:

1. Спостереження за хмарами.
2. Умови польотів в кожному типі хмар.

## 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. Спостереження за хмарами

На аеродромах визначаються наступні характеристики хмар: кількість, форма і висота нижньої межі.

**Кількість хмар або хмарність** - це ступінь закриття небосхилу хмарами. Кількість хмар виражається в октантах. Один октант означає, що одна восьма частина небосхилу закритий а про лаками. Вісім октантів - весь небосхил закритий хмарами. Для оцінки метеорологічних умов польотів на різних висотах важливо знати як загальну кількість хмар, так і кількість хмар

нижнього ярусу або хмар вертикального розвитку. Тому на аеродромах визначають окремо загальну кількість хмар (загальну хмарність) і кількість хмар нижнього ярусу або хмар вертикального розвитку. Кількість хмар оцінюється візуально.

**Форма хмар** також визначається візуально. Для визначення форми хмар зазвичай використовується "Атлас хмар", де вміщено фотографії хмарності. При визначенні форми хмар враховують їх зовнішній вигляд, висоту розташування, загальний стан погоди, характер опадів, що випадають і різні оптичні явища, притаманні тим або іншим хмарам.

Висота нижньої межі хмар - це відстань по вертикалі від земної поверхні до нижньої основи хмар (вимірюється в метрах). Висота НМХ визначається за допомогою приладів, принцип дії яких заснований на шаропілотних, імпульсно-світлокаційних, лазерних та інших методах. Крім цього, на кожному аеродромі для вимірювання висоти НМХ використовуються літаки і вертольоти.

За допомогою куль-пілотів нижня межа хмар може бути визначена як в світлий, так і в темний час доби. Куля-пілот являє собою невелику гумову кулю, наповнену воднем. У вільному польоті куля-пілот переноситься в горизонтальному напрямку і одночасно, під впливом вільної підйомної сили, переміщується вгору. Вільна підйомна сила дорівнює різниці ваги оболонки кулі з воднем і ваги витісненого їм повітря. Швидкість підйому кулі залежить від вільної підйомної сили і розмірів кулі і може бути визначена за спеціальними таблицями. Спостерігаючи в теодоліт або бінокль за кулею-пілотом, випущеним у вільний політ, визначають за допомогою секундоміра час від моменту випуску кулі до її входу у хмару (куля починає туманитися). Висота НМХ розраховується за формулою:

$$H_{\text{нго}} = Wt$$

де  $H$  - висота, м;

$W$  - вертикальна швидкість підйому кулі-пілота, м/хв;

$t$  - час, хв.

При визначенні висоти НМХ в темний час доби, коли куля не видно, до неї прикріплюють легке джерело світла - спеціальний ліхтарик зі свічкою або малопотужної лампочкою розжарювання з батарейкою. Цей метод визначення висоти НМХ досить простий і доступний. Його недоліки: значна похибка, тривала і трудомістка підготовка до вимірів, обмеженість застосування при хмарах менше 4 октантів і напрямках вітру, при яких куля несеться від хмар (до просвіту).

**У світлолокаційних установках** висота НМХ визначається за часом  $t$ , за яким світло проходить шлях від точки вимірювання до хмари і назад. Так як швидкість світла відома ( $C \approx 3 \times 10^8$  м / с), то, вимірявши  $t$ , можна визначити  $H$  за формулою:

$$H_{\text{нго}} = \frac{Ct}{2}$$

Установки цього типу не потребують вимірювальної бази, так як посилка світлового імпульсу і прийом його після відображення від хмари проводиться в

одній точці. Вимірювання за допомогою таких установок можуть проводитися в будь-який час доби. З огляду на велику швидкість світла, такі установки забезпечують вимір  $t$  з високою точністю (до  $10^{-7}$ с). При такій точності вимірювання висоти низької хмарності можливо з 30 м. Світлолокаційні установки дозволяють отримувати висоту НМХ безпосередньо в метрах. Основними приладами для вимірювання висоти НМХ в аеропортах є: вимірювач висоти нижньої межі хмар (ВВХ) і реєстратор висоти нижньої межі хмар (РВХ).

**ВВХ** - це дистанційний прилад, що дозволяє вимірювати висоту НМХ в будь-який час року і доби безпосередньо над місцем установки апаратури при відсутності туману і сильних опадів. При сильних опадах і тумані ВВХ не може працювати, так як тумани і опади відображають і розсіюють імпульси світла які посиляються приладом і вони до хмари не доходять. У таких метеоумовах за допомогою ВВХ визначається вертикальна видимість. Світлолокатор ВВХ складається з передавача світлових імпульсів, приймача відображених імпульсів і пульта управління, з'єднаних між собою кабелями (рис. 1.1).

**РВХ** призначений для автоматичного вимірювання і реєстрації висоти НМХ. РВХ є вдосконаленим варіантом ВВХ. Принцип роботи той же, але результат спостережень записується на спеціальну стрічку. У РВХ є сигналізація (звукова і світлова), яка вказує на появу низьких хмар з НМХ, що дорівнює встановленому мінімуму або нижче його для даного аеродрому.

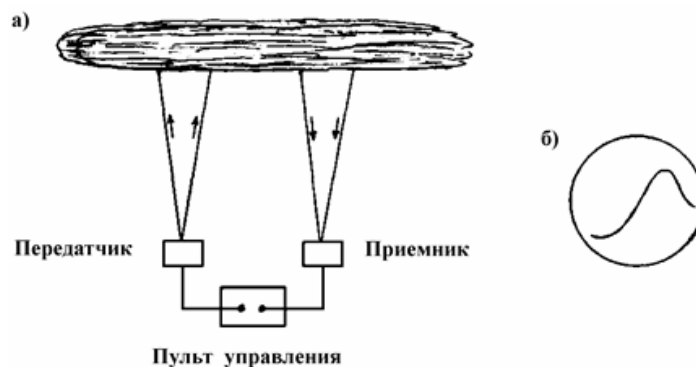


Рис. 1.1. Принцип дії світлолокатора ВВХ: а) подача і отримання сигналу; б) зображення відбитого від хмари сигналу на трубці відмітки

Важливою перевагою РВХ є виносний пульт управління, який призначений для управління установкою РВХ, отримання та реєстрації даних вимірювань на відстані до 8000 м від неї. Виносний пульт управління містить органи управління, самописець і інші елементи.



## 2. Умови польотів в кожному типі хмар

## ХАРАКТЕРИСТИКА ХМАР

Найменування		Латин. скороч.	Ярус	НМХ, м	Товщина	ВМХ	Мікро структур	Вид опадів	Вплив на політ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
КУПЧАСТОПОДІБНІ	Купчасті (Cumulus)	Cu	верт. розв.	800...1500		2... 3 км	Крапельно- рідкі	Як правило без опадів	Слаба бовтанка
	Потужно- купчасті (як вид купчастих) (Cumulus congestus)	Cu cong.	верт. розв.	500-2000 метрів		4...6 км	Крапельно- рідкі	Іноді невеликий зливовий сніг або дощ	Сильна бовтанка, від НМХ до ВМХ , сильне обмерзання вище нульової ізотерми. <b>Польоти заборонені.</b>
	Купчasto- дощові (Cumulonimbus)	Cb	верт. розв.	400-2000 метрів		До тропопаузи	Змішані	Гроза, зливовий дощ, зливовий сніг, град, снігова або льодяна крупа	Сильна бовтанка, від НМХ до ВМХ , сильне обмерзання вище нульової ізотерми, гроза, град. Під хмарами злизові опади, шквали, смерчі. <b>Польоти заборонені.</b>
	Високо- купчасті (Alto cumulus) пластівчасті – (floccus) або баштовидні - castellanus	(Ac)  (floc)  (cast)	середній	3000...5000	200...500		Крапельно- рідкі	Опади не випадають	Небезпеки для польотів не представляють. Є передвісниками денної грози.
	Перисто- купчасті (Cirrocumulus)	Cc	верхній	вище 6000	200...300		Кристалічні	Опади не випадають	Небезпеки для польотів не представляють.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ШАРУВАТОПОДІБНІ	Шарувато-дощові (Nimbostratus)	Ns	нижній	200...300	2...3 км іноді 5 км		Змішані	Обложні	Політ спокійний. Вище нульової ізотерми – обмерзання. Електризація. ускладнюють зліт, посадку, візуальні польоти.
	Розірвані дощові (Fractonimbus)	Fr nb	нижній	50...100	100...200		Крапельно-рідкі	Опади не випадають	Ускладнюють зліт, посадку, візуальні польоти.
	Високо-шаруваті (Altostratus)	As	середній	2000...6000	1000...2000		Змішані	Обложні, у вигляді снігу взимку. (Влітку дощ не доходить до землі).	Політ спокійний. Вище нульової ізотерми – обмерзання. Електризація. Взимку ускладнюються зліт і посадка (погіршення видимості у снігу).
	Перисто-шаруваті (Cirrostratus)	Cs	верхній	Вище 6000	кілька км		Кристалічні	Опади не випадають	Електризація ПС.
	Перисті (Cirrus)	Ci	верхній	7...10 км	200...300		Кристалічні	Опади не випадають	Електризація. Є передвісниками погіршення погоди.
ХВИЛЯСТОПОДІБНІ	Шаруваті (Stratus)	St	нижній	100...300	200...800		Крапельно-рідкі, іноді змішані	Мрякові	При $t < 0^{\circ}$ – обмерзання. Через малу висоту НМХ – ускладнюють зліт, посадку, візуальні польоти.
	Шарувато-дощові (Nimbostratus)	Ns	нижній	600...1000, взимку 300...600	200...800		Крапельно-рідкі, іноді змішані	Опади, як правило не випадають, іноді взимку слабкий сніг	При $t < 0^{\circ}$ – обмерзання. Буває помітна турбулентність (все посилюється до ВМХ).