

**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. Переміщення та еволюція повітряних
масс, атмосферних фронтів та баричних систем**

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 лекції:

1. Переміщення та еволюція повітряних мас, атмосферних фронтів та баричних систем.
2. Умови польотів ПС в різних частинах атмосферних фронтів і в баричних системах.

Рекомендована література:

Основна

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

Додаткова

2. Лещенко Г.П. Авиационная метеорология. Учебник. 6-е издание. – Кропивницький: ЛА НАУ, 2017. – 336 с.
3. Лещенко Г.П. Авиационная метеорология: вопросы и ответы. Учебное пособие для вузов. - Кировоград: ГЛАУ, 2006. – 116 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

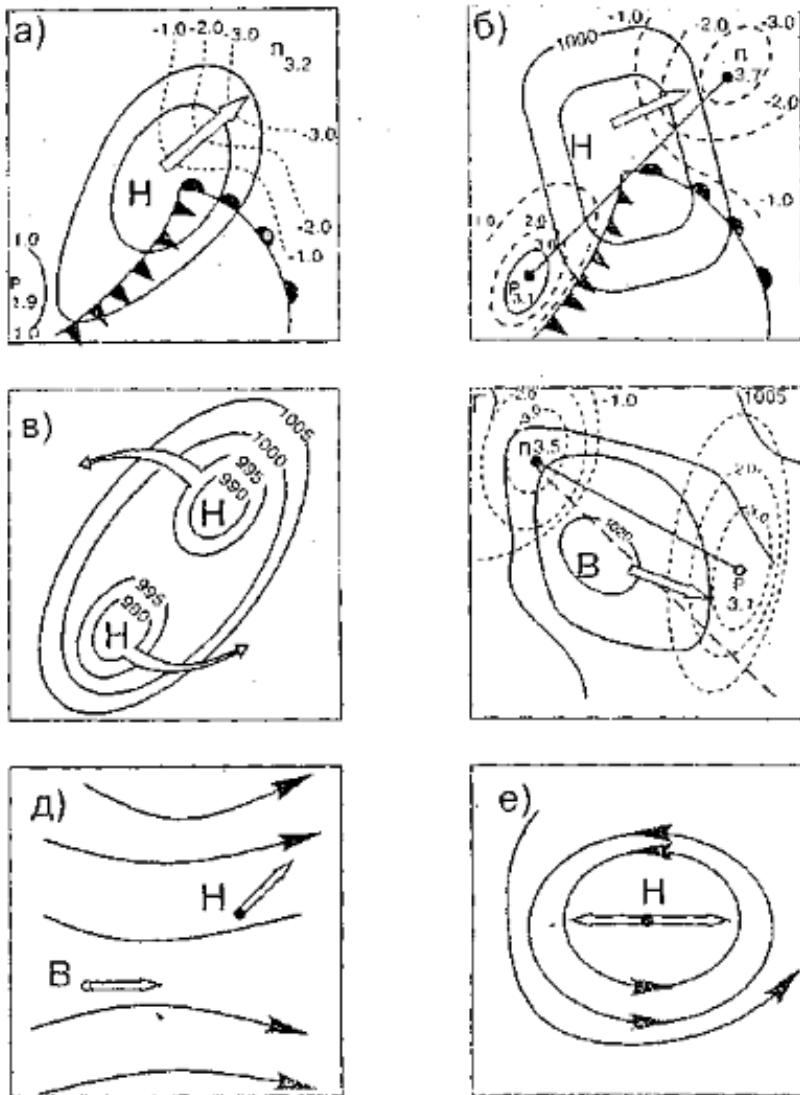
4. Офіційний портал Державної авіаційної служби України.
URL : <https://avia.gov.ua>
5. Офіційний портал Всесвітньої метеорологічної організації. URL : <http://www.wmo.int>.
6. Офіційний сайт Інтернет журналу. URL : <http://meteoweb.ru>
7. Офіційний сайт Українського гідрометеорологічного центру.
URL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

Текст лекції

1. Переміщення і еволюція повітряних мас, атмосферних фронтів і барических систем

Переміщення і еволюція барических систем. Для визначення напрямку і швидкості переміщення барических систем використовуються методи:

1. Метод екстраполяції, тобто шляхом порівняння приземних карт за різні терміни.
2. Циклон переміщується в напрямку ізобар його теплового сектора, залишаючи сектор праворуч (рис. 1.1а).
3. Центр циклону рухається паралельно лінії, що з'єднує осередки падіння і зростання тиску в бік падіння тиску (рис.1.1б).
4. Два циклону, що мають спільні замкнуті ізобари, здійснюють обертальний рух відносно один одного проти годинникової стрілки (рис. 1.1в).



- | | | | |
|---|---|--|-------------------------|
| ● | Положення циклону на
приземних картах погоди | | ізобара |
| ○ | Положення антициклону на
приземних картах погоди | | ізалобара |
| | | | напрямок
переміщення |
| | | | ізогіпси |

Рис. 1.1. Напрямок переміщення циклонів і антициклонів

5. Улоговина переміщається разом з циклоном, з яким вона з'єднана і обертається навколо нього проти годинникової стрілки.

6. Антициклон переміщається паралельно лінії, що з'єднує осередки зростання і падіння, в напрямку осередку зростання тиску (рис. 1.1г).

7. Гребінь переміщається разом з антициклоном, з яким він пов'язаний, і обертається навколо нього за годинниковою стрілкою.

8. Приземні центри барических систем змішаються в напрямку повітряних течій (провідного потоку), що спостерігаються над цими центрами

на висотах 3-6 км, тобто в напрямку ізогіпс на карті АТ 700 зі швидкістю 0,8 на цьому рівні і на карті АТ 500 зі швидкістю 0,5 на цьому рівні (рис. 1.1д).

9. Високі циклони і антициклони з вертикальної просторової віссю залишаються малорухомими (рис. 1.1е). Великий нахил просторової осі вказує на швидке переміщення баричного утворення.

10. Циклон, поглиблюється, якщо падіння тиску захоплює центр і його теплий сектор, зростання тиску вказує на його заповнення. Циклон і улоговина поглиблюються, якщо на картах АТ 700 і АТ 500, АТ 400 спостерігається розбіжність потоків і заповнюється, якщо збіжність потоків.

11. Якщо в центрі антициклону спостерігається позитивні тенденції (зростання тиску), то це вказує на посилення його, тиск в центрі падає - антициклон руйнується.

Антициклони і гребені посилюються, якщо на АТ700, АТ 500 і АТ 400 спостерігається збіжність потоків, руйнується, якщо є розбіжність потоків.

Умови погоди в зоні фронту, що впливають на польоти ПС, залежать від характеру фронту, його еволюції і переміщення. При аналізі переміщення атмосферних фронтів використовується правило ведучого потоку. Вважається, що кожна точка приземного фронту переміщається уздовж проходить над нею ізогіпс АТ-700 гПа зі швидкістю, пропорційної фактичної швидкості вітру на цій ізобаричної поверхні. Коефіцієнт пропорційності дорівнює 0,7 для теплих фронтів і 0,8 для холодних фронтів. При прогнозуванні напрямку і швидкості переміщення атмосферних фронтів використовується метод екстраполяції. Цей метод полягає у визначенні положення, напрямку і швидкості переміщення атмосферного фронту по двох послідовних приземним картками погоди і в екстраполяції напівчинних результатів на найближчі 6 ч.

Процеси загострення і розмивання фронту характеризують його еволюцію. Загострення атмосферного фронту (**фронтотенез**) - це звуження перехідної зони між повітряними масами і збільшення горизонтальних градієнтів температури повітря в цій зоні. Розмивання атмосферного фронту (**фронтоліз**) - розширення перехідної зони між повітряними масами і зменшення горизонтальних градієнтів температури повітря в ній. Загострення фронту призводить до збільшення наступних його характеристик: контрасту температури повітря в зоні фронту, кута нахилу фронту, швидкості вертикальних рухів повітря, потужності хмарної системи і інтенсивності опадів. При розмиванні фронту всі ці характеристики зменшуються. Фронтотенез призводить до погіршення погодних умов, а фронтоліз - до їх покращання.

Характер добової еволюції атмосферних фронтів над сушею і над морем прямо протилежний. Над сушею вночі теплі фронти загострюються, холодні - розмиваються, а вдень навпаки. Над морем вночі теплі фронти розмиваються, холодні фронти загострюються, а вдень навпаки. Це пояснюється тим, що вдень поверхня суші теплі поверхні моря, а вночі навпаки.

Над сушею теплі фронти більш виражені в холодний період року (жовтень-березень), ніж в теплий (квітень-вересень). Загострення теплого

фронту над сушею відбувається, як правило, вночі або вранці. Холодні фронти над сушею болем виражені в теплий період, ніж в холодний. Протягом доби найбільшу активність ці фронти виявляють в після полуденні години, коли спостерігається найбільший прогрів підстильної поверхні.

Основна система фронтальних хмар формується в теплій повітряній масі над фронтальною поверхнею. Потужність і форма хмар в зоні фронту залежать від температури, вологості і термодинамічної стану теплої повітряної маси, яка взаємодіє на фронті з холодною повітряною масою.

2. Умови польотів ПС в різних частинах атмосферних фронтів і в барических системах

Умови погоди в безпосередній близькості теплих фронтів.

Метеорологічні умови в зоні теплового фронту визначаються системою хмар і випадають з них опадів. Для теплового фронту типічна шароподібна хмарність (Cs - As - Ns), але іноді може спостерігатися і замаскована купчасто-дощова хмарність (Cb).

Система шароподібних хмар розташовується над поверхнею фронту в теплому повітрі попереду приземної лінії теплового фронту. В ширину (перпендикулярно фронту) ця система хмар простягається на кілька сотень кілометрів. Зона опадів, що випадають з цих хмар, має меншу ширину. Взимку ширина хмарності та опадів більше, ніж влітку. Під фронтальною поверхнею в холодному повітрі, де спостерігається випадання обложних опадів, відзначаються низькі розірвано-дощові хмари (Frnb - fractonimbus), висота нижньої межі яких, як правило, нижче 200 м.

При наближенні теплового фронту до аеродрому з'являються Сі unc.-провісники теплового фронту. Потім спостерігаються Cs, що охоплюють у вигляді легкої білої вуалі весь небосхил. Особливістю цих хмар є оптичне явище гало - білі або різнокольорові кола навколо сонця, які обумовлені заломленням і відбиттям світла в льодяних кристалах хмар. Далі на небі з'являються As. Сонце і Місяць просвічують крізь них, як крізь матове скло. Поступово нижня межа хмарності опускається, потужність хмар збільшується, відзначаються Ns. З них випадають обложні опади. Сонце і Місяць не видно. З As опади випадають тільки в холодний період, а в теплий період опади випаровуються, не досягнувши поверхні землі.

Зона обложних опадів розташовується попереду приземної лінії фронту в клині холодного повітря. Якщо в цьому клині вологість повітря досягає великих величин, то спостерігаються не тільки низькі розірвано-дощові хмари, але і фронтальний туман. При випаданні переохолодженого дощу (FZRA) або переохолодженої мряки (FZDZ) на аеродромі відзначається дуже небезпечний вид наземного обмерзання - ожеледь. При температурах повітря від 0 до -20°C в шаруватоподібній хмарності майже завжди спостерігається обмерзання ПС різної інтенсивності.

У теплий період року на теплих фронтах можуть виникати Сb зі зливами, градом, грозами, з якими пов'язані сильне здвиги вітру, сильна турбулентність і обмерзання ПС. Хмари вертикального розвитку поблизу теплих фронтів спостерігаються найчастіше вночі і вранці, коли відбувається загострення теплих фронтів. Утворення конвективної хмарності обумовлено високим змістом вологи теплої повітряної маси і радіаційним вихолоджуванням верхнього шару масиву шаруватоподібних хмар в нічний час. Купчасто-дощова хмарність на теплому фронті є замаскованою (EMBD Сb)* і тому особливо небезпечна для авіації.

* *EMBD (Embedded) – замасковані в хмарах*

Умови погоди поблизу холодних фронтів.

Система хмар холодного фронту першого роду істотно відрізняється від хмарності холодного фронту другого роду. За лінією холодного фронту першого роду спостерігається шаруватоподібна хмарність та зона опадів. Хмари цього фронту подібні до хмар теплового фронту, але розташовані в зворотному порядку: Ns - As - Cs. Ширина хмарної системи в напрямку, перпендикулярному до холодного фронту, менше, ніж в разі теплового фронту. У зоні опадів на холодному фронті першого роду спостерігаються низькі Frnb, що ускладнюють польоти ПС на малих висотах. У теплий період на холодному фронті першого роду часто формуються фронтальні Сb зі зливами, грозами, шквалами. Зливові опади зазвичай випадають перед лінією фронту, а після його проходження спостерігаються обложні опади. Холодний фронт другого роду є найнебезпечнішим для авіації з усіх видів атмосферних фронтів. Типовою для цього фронту є купчасто-дощова хмарність. Сb формуються перед приземної лінії фронту, ширина хмарності в середньому - 50-100 км. Таку ж ширину має зона зливових опадів. Утворення купчасто-дощових хмар в зоні холодного фронту другого роду відбувається в наслідок вимушеної конвекції - сильних висхідних потоків теплового повітря перед ліній фронту. Верхня частина купчасто-дощових хмар у вигляді ковадла, що складається з Cs, витягується у напрямку руху фронту. Особливістю холодного фронту другого роду є наявність східного руху теплового повітря на висоті 1,5-2 км за лінією фронту. Цей рух приводить до адіабатичного нагрівання повітря. В результаті за фронтом хмарність розмивається, спостерігається прояснення. Провісниками холодного фронту другого роду є As lent (*Alto cumulus lenticularis* високо-купчасті чечевицеподібні), які pojawiaються попереду лінії фронту на відстані 100-200 км. Проходження холодного фронту другого роду супроводжується сильними зливами, шквалами, грозами, градом, іноді смерчем, запорошеними або піщаними бурями.

З проходженням будь-якого холодного фронту через район аеродрому завжди пов'язане посилення приземного вітру і зниження температури повітря. Лінії шквалів можуть розташовуватися попереду холодного фронту, збігатися з лінією фронту або перебувати позаду лінії фронту. На барограмі при проходженні лінії шквалів спостерігається підвищення тиску - грозовий ніс.

Барограма - це стрічка барографа з записом коливань атмосферного тиску. Особливо небезпечними для польотів ПС холодні фронти бувають влітку в після полуденні години, коли спостерігається максимальний прогрів підстильної поверхні.

Умови погоди поблизу фронтів оклюзії.

Фронт оклюзії утворюється при змиканні теплого і холодного фронтів. Теплий фронт оклюзії - фронт оклюзії, у якого тилове холодне повітря тепліше переднього холодного повітря. Тилове холодне повітря - це повітря за холодним фронтом. Переднє холодне повітря - це повітря перед теплим фронтом. Холодний фронт оклюзії - фронт оклюзії, у якого тилове холодне повітря холодніше переднього холодного повітря. Теплий фронт оклюзії над сушею частіше спостерігається взимку, ніж влітку. Холодний фронт оклюзії над сушею частіше спостерігається влітку, ніж взимку. У середньому за рік холодні фронти оклюзії відзначаються частіше, ніж теплі фронти оклюзії. У кожному фронті оклюзії розрізняють нижній фронт і верхній фронт. Нижній фронт - лінія перетину однієї з передньої частина з поверхнею землі. У разі теплого фронту оклюзії нижнім фронтом є лінія перетину теплого фронту з поверхнею землі. У разі холодного фронту оклюзії нижній фронт оклюзії - це лінія перетину холодного фронту з поверхнею землі. Верхній фронт - це лінія, де смикаються три повітряні маси: тилове холодне повітря, переднє холодне повітря і тепле повітря, яке не стикається з поверхнею землі. Поверхня оклюзії - це поверхня розділу тилового холодного повітря і переднього холодного повітря. У разі теплого фронту оклюзії поверхнею оклюзії є ділянка теплого фронту, а в разі холодного фронту оклюзії поверхня оклюзії - це ділянка холодного фронту. Хмарність та опади фронту оклюзії являються результатом об'єднання хмарних систем і опадів теплого і холодного фронтів. Чим старіше фронт оклюзії, тим більшу товщину мають безхмарні прошарки, тим менше він небезпечний для польотів ПС.