

**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 № 6 Небезпеки польоту. 6.6. Гроза. Електризація. Рекомендації по виконанню польотів в грозу.

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 I.B

План лекції:

1. Явища, які супроводжують грозу.
2. Електризація ПС.
3. Рекомендації по виконанню польотів в грозу.

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. **Явища, які супроводжують грозу**

Град. При польоті у зону грозової діяльності може зустрітися град, який

представляє небезпеку для ПС, так як вага градин може досягати від кількох грамів до 400-500 г, а в деяких випадках і більш.

Утворення граду можливе в купчасто-дощових хмарах, які мають вертикальну потужність 10 км та більш. Град спостерігається на холодних фронтах, фронтах оклюзії, в теплому секторі циклонів.

Найбільш частіше град зустрічається при польоті біля ковадла купчасто-дощових хмар або між ними, а іноді на відстані 10-15 км від хмар. Протяжність зони випадіння граду по вертикалі складає кілька кілометрів, а по горизонталі – біля 1 км, однак, якщо потрапити у зону граду навіть на 10-30 секунд, ПС може бути сильно пошкоджено.

Екіпаж зобов'язаний виконувати польоти на безпечній відстані від грозових хмар та зливових очагів, використовуючи бортовий радіолокатор.

Шквал – різке посилення вітру, яке супроводжується зміною його напрямку. Виникнення шквалу зазвичай пов'язано з проходженням купчасто- дощових хмар та наявності сильно розвинутої конвекції.

Під грозовою хмарию у зоні зливових опадів, де спостерігаються не тільки висхідні, але й низхідні потоки повітря, можуть спостерігатися зони шквалів. Проходження зони шквалів може визвати великі руйнування на землі.

Смерч. Щороку в літню пору в різних куточках земної кулі, там, де стоїть спекотна погода, що супроводжується розвитком потужних грозових хмар, виникають вертикальні або злегка нахилені до горизонту вихрі - воронкоподібні обурення повітря, відомі під загальною назвою «смерч». Смерчі народжуються і над водою, і над сушею. Смерчі на суші в Європі називають *тромбами*, а в Америці - *торнадо*. Вихрі над морем називають *водяними смерчами*. У тропічних країнах це явище досить часте - в США, наприклад, щорічно буває кількасот смерчів, а в окремі роки - більше тисячі. У країнах помірного кліматичного поясу смерчі над сушею спостерігаються в десятки разів рідше, а у високих широтах вони зовсім рідкісні.

У центральній частині смерчу тиск повітря понижений. Зовні смерч схожий конусоподібний хмарний стовп, який поступово опускається до землі. Від поверхні землі до нього часто піднімається вершиною вверх інший стовп - з пилу, сміття або водяних бризок. Діаметр стовпа - кілька десятків метрів. Рух повітря і втягнутих в нього предметів - круговий, зі швидкістю до 100 км/год. Одночасно повітря в смерчі захоплюється вгору, до основи купчасто-дощової хмари, під якою виник смерч.

При русі над місцевістю зі швидкістю кілька десятків кілометрів на годину смерч зумовлює руйнування, викликані не тільки величезною швидкістю повітря всередині самого вихору, але й миттєвим стрибком атмосферного тиску, який за лічені секунди може впасти і знову піднятися на кілька десятків гектопаскалей. Будинки з замкненими дверима і вікнами

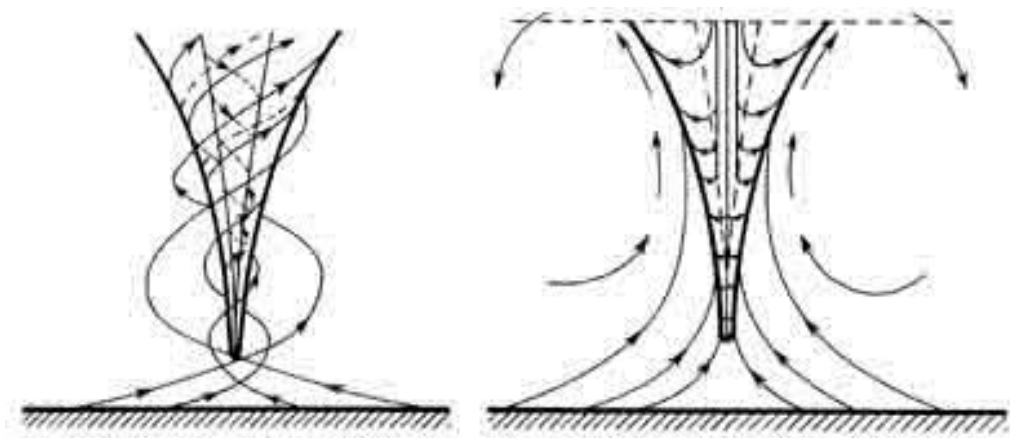
«вибухають» в момент проходження над ними смерчу, цілі стіни вивалюються назовні, рідина з судин висмоктується і розбризкується. Були випадки, коли кури, що потрапили в зону проходження смерчу, миттєво опинялися голими, як ніби їх хтось обскубав.

Одиночний смерч, опускаючись до землі, призводить до спустошення в зоні шириною декілька сот метрів і довжиною від кількох кілометрів до кількох десятків кілометрів. Велику небезпеку при смерчі над сушею представляють підняті в повітря і літаючі в різні боки тверді предмети - дошки, друзки, уламки будівель, листи залізної покрівлі та ін. Енергія смерчу колосальна: він здатний зірвати і перекинути залізничний міст, важкий вантажний автомобіль або підняти в повітря і потім кинути на землю літак вагою в десять тонн.

Тривалість існування смерчей порівняно невелика, від кількох хвилин до кількох годин. Однак за цей час вони можуть пройти кілька десятків кілометрів, викликаючи катастрофічні руйнування.

Але на екрані радіолокатору від смерчей (торнадо) вдається спостерігати характерне радіоехо гачкоподібної форми, що дозволяє забезпечувати своєчасне його виявлення в зоні польоту.

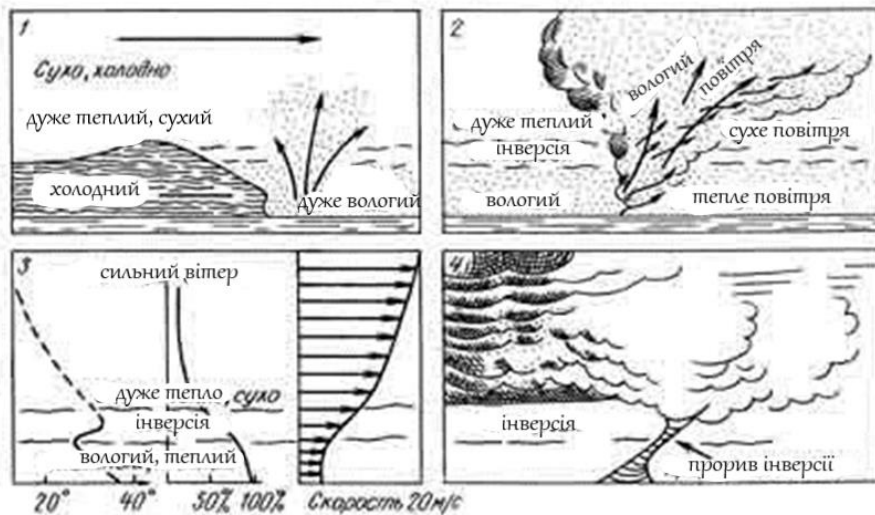
Для забезпечення безпеки польоту в зоні вертикальних вихрів (смерчей), пов'язаних з купчасто-дощовими хмарами, які виявляють візуально, екіпаж зобов'язаний обходити на безпечному віддаленні від їх видимих бокових меж.



Мал. 1.1. Вертикальна структура повітряних потоків навколо воронки смерчу. Стрілками показаний напрямок потоків, праворуч – їх вертикальна складова

Умови утворення смерчів.

Смерч виникає в результаті вибухового звільнення великих запасів енергії вологонестійкості атмосфери. Він являє собою елемент структури особливим чином організованого материнського Сб, або скупчення Сб. Схематично будова атмосфери при виникненні смерчів виглядає так. Під шаром щодо сухого і нестійкого стратифікованого повітря (з великим вертикальним градієнтом температури) розташовується тепле і дуже вологе повітря. Між цими повітряними масами формується затримувачий шар, або температурна інверсія (в якій на верхній межі температура вище, ніж на нижній). Під інверсією накопичується водяна пара. Коли вологе повітря знизу вторгається в лежачий над ним нестійкий шар, виникає потужний вихровий термік. Вихор прориває шар інверсії; посилюється підсмоктування, що захоплює вологе повітря в утворений в інверсії пролом; тут швидко зростає потужна купчасто-дощова хмара, в якій може утворитися суперосередок, іноді зі смерчем. Прорив інверсії може статися при динамічному (вимушеному) підйомі або сильному припливі (з боку) вологого повітря в циклонічному вихорі або в зоні приземної збіжності вітрів на фронті, при великому вертикальному зсуві вітру під інверсією і т. п. Процес настільки стрімкий, що нагадує уповільнений вибух (мал. 1.2)



Мал. 1.2. Механізм виникнення смерчу: 1 – розташування повітряних мас; 2 – прорив інверсії і утворення вертикального вихору; 3 – розподілення метеорологічних елементів з висотою (температури, вологості, швидкості вітру) в зоні виникнення смерчу; 4 – загальний вид смерчу

При польотах в хмарах в холодну пору року збільшилися випадки ураження ПС блискавками. Причому, у всіх випадках, в хмарах, де були відмічені ураження, не було ознак нестійкості, які притаманні купчасто- дощовим хмарам.

Перешкоди, сторонні шуми спостерігаються при польоті в хмарах та опадах, площа яких в холодну пору дуже великі.

Елементи хмар та опадів при терті о поверхню ПС отримують заряд одного знаку, а ПС – протилежного. Так на ПС виходить електричний заряд, величина якого тим більша, чим більше ПС та його швидкість, а також чим більша кількість частин вологи міститься в одиниці об'єму повітря. Заряди на ПС можуть появлятися і при польоті поблизу хмар, які мають електричні заряди.

Електризація в окремих випадках є однією з основних причин поразки ПС блискавкою в шарувато-дощових, шаруватих та шарувато-купчастих, тобто не грозових хмарах, товщиною 2-4 км, так як при польоті в них на ПС може накопичуватися значний електричний заряд, який згодом взаємодіє з електричним полем хмар.

Електризація вертольотів відбувається при цих же причинах, але при цьому найбільший заряд накопичується на лопатях гвинтів.

Найбільш сильна та частіше електризація ПС відбувається при температурі в хмарах $+5^{\circ}$, -5°C , а максимальна повторюваність розрядів при -1° , -2°C .

Під електризацією ПС прийнято розуміти процес придбання електричного заряду при польоті в хмарах та опадах.

Характерними ознаками інтенсивної електризації ПС є:

- зростання шумового фону, тріск при радіообміні на УКВ;
- суцільний сильний шум з безладним тріском, який ускладнює ведення зв'язку на КВ діапазонах;
- коронарне світіння (розряди) на кінцях лопатей гвинтів, стінках ліхтаря кабіни;
- безладні переміщення (уходи) стрілки радіокомпаса на значні кути (градуси).

Аналіз статистичних даних показує, що частота ураження ПС залежить від багатьох факторів: властивості середи, в якій відбувається політ; характеристики ПС (конструкція, матеріал покриття); режим польоту ПС (висота, швидкість польоту); якість авіаційного палива.

При польотах у зонах підвищеної електричної активності атмосфери слід виконувати наступні рекомендації:

- командир ПС при появі ознак сильної електризації доповідає про це органу управління повітряним рухом (УПР) і виконує рекомендації

диспетчера про вихід з небезпечної зони;

- у випадку поразки ПС розрядом атмосферної електрики екіпажу необхідно доповісти диспетчеру УПР про факт, метеорологічних умов, місці і висоті поразки ПС розрядом і діяти відповідно з Керівництвом льотної експлуатації (КЛЕ)

Синоптичні та метеорологічні умови ураження ПС електростатичними розрядами.

Найбільша вірогідність ураження ПС електростатичним розрядом позазонами конвективної діяльності характерна для холодних фронтів і холодних фронтів оклюзії на видаленні до 100 км від приземної лінії цих фронтів. У зоні теплих фронтів поразка ПС таким розрядом спостерігається рідко.

Для поразки ПС розрядом статичної електрики сприятливі наступні синоптичні умови: циклони, баричні улоговини та фронти при наявності шаруватоподібної хмарності; малоградієнтні області зниженого тиску з розмитими фронтами і шаруватоподібною хмарністю; передні частини баричних і термічних улоговин на картах АТ-850, АТ-700, АТ-500 гПа і ВТ з малими дефіцитами точки роси (менше 4 °С).

Поразка ПС електричними розрядами найчастіше відбувається на висотах від 0,5 до 4,0 км. Температура повітря в зонах ураження ПС коливається від 5 до – 15°С. Найчастіше електричні розряди в хмарах відбуваються при температурі повітря близько 0°С. Обледеніння ПС і турбулентність в хмарах і опадах збільшують ймовірність ураження ПС.

електричними розрядами.

3. Рекомендації щодо виконання польотів в грозу

Керівні документи ЦА забороняють навмисно входити в грозові хмари в будь-якій стадії їх розвитку, так як в грозових хмарах і в безпосередній близькості від них пряму небезпеку для польотів представляють:

- рвучкі висхідні і низхідні потік повітря з великими швидкостями, що призводять до раптових кидків ПС;
- інтенсивне обмерзання на всіх висотах вище нульової ізотерми;
- електричні розряди у вигляді блискавок;
- град, викликає механічні пошкодження ПС;
- сильні атмосферні перешкоди, що порушують радіозв'язок;
- зливові опади з обмеженою видимістю;
- шквали і смерчі;
- зсуви вітру в приземному шарі.

При польоті в грозовій хмарі або поблизу неї може статися потрапляння блискавки в ПС.

Це можливо в двох випадках:

- ВС знаходиться на шляху блискавки;
- напруженість електричного поля між об'ємним зарядом в хмарі і

об'ємним зарядом ПС більше пробивної потенціалу повітря.

В результаті попадання блискавки в ПС може статися:

- розгерметизація кабіни;
- пожежа на ПС;
- осліплення екіпажу;
- руйнування обшивки, окремих деталей і радіотехнічних засобів;
- намагнічування сталевих сердечників в приладах та ін.

Імовірність поразки ПС блискавкою зростає зі збільшенням їх маси і швидкості польоту. Найбільш часто вражаються блискавкою радіоантени, крила, стабілізатор і фюзеляж. Значно рідше відбувається ураження паливних баків, але ці випадки зазвичай мають тяжкі наслідки.

З грозовими розрядами тісно пов'язані атмосферні радіоперешкоди (атмосферики). Це електромагнітні імпульси, які виникають в процесі грозового розряду. Поширюючись від місця свого виникнення, атмосферики викликають радіоперешкоди - особливо на довгих хвилях. Вони створюють шум і тріск в телефонах. Чим більше напруженість електричного поля в грозовій хмарі, тим сильніше атмосферні радіоперешкоди.

Рекомендації щодо виконання польотів в грозу:

1. При прийнятті рішення на польоти з перетином зон грозової діяльності і сильних зливових опадів необхідно враховувати:
 - характер гроз (внутрімасові, фронтальні);
 - розташування і переміщення грозових (зливових) осередків, можливі маршрути їх обходу;
 - необхідність додаткової заправки паливом.
2. Польоти за ПВП і ОПВП нижче нижнього ешелону за маршрутами, які проходять в гірській місцевості, при наявності і прогнозуванні фронтальних гроз забороняються.
3. Польоти за ППП в зоні грозової діяльності без бортових РТС виявлення грозових осередків при відсутності наземного контролю забороняються.
4. При підході ПС до зони грозової діяльності (сильних зливових опадів) командир ПС зобов'язаний оцінити можливість продовження польоту, прийняти рішення на обхід небезпечної зони або на політ на запасний аеродром і узгодити свої дії з органами ОВС.
5. Диспетчер, використовуючи радіолокатори, метеоінформацію і повідомлення з ПС, зобов'язаний інформувати екіпажі про характер хмарності, розташуванні грозових осередків, напрямку їх зміщення і давати рекомендації по обходу грозових хмар.
6. При візуальному виявленні в польоті потужно-купчастих і купчасто- дощових хмар, які примикають до грозових осередків, дозволяється

обходити їх на видаленні не менше 10 км. При неможливості обходу зазначених хмар на заданій висоті дозволяється візуальний політ під хмарами або вище їх.

7. Візуальний політ під хмарами дозволяється тільки вдень, поза зоною зливових опадів, якщо:

- висота польоту ПС над рельєфом місцевості і штучними перешкодами не менш істинної безпечної висоти, але у всіх випадках не менше 200 м в рівнинній і горбистій місцевості і не менш 600 м в гірській місцевості;
- вертикальна відстань від ПС до нижньої межі хмар не менше 200 м.

8. Політ над верхньою межею потужно-купчастих і купчасто-дощових хмар дозволяється виконувати з перевищенням над ними не менше 500 м.

9. При виявленні в польоті потужно-купчастих і купчасто-дощових хмар бортовими РЛС дозволяється обходити ці хмари на видаленні не менше 15 км від ближньої межі засвічення.

10. Проліт між двома грозовими осередками може проводитися в тому місці, де відстань між кордонами засвічень на екрані бортового радіолокатора не менше 50 км.

11. В умовах сильних зливових опадів посадка ПС при метеорологічній видимості менше 1000 м забороняється.