

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

Циклова комісія авіації

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

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

Авіація

За темою № 4 Фізичні процеси в атмосфері. 4.6. Оподи

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. Типи опадів, зв'язок з типами хмар.
2. Вплив опадів на роботу авіації.

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. Матвеев 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. Типи опадів, зв'язок з типами хмар

Опадами називають краплі води і кристали льоду, що випадають з хмар або осідають з повітря на земну поверхню.

Основними формами опадів є: дощ, сніг, мряка, мокрий сніг, сніжна або крижана крупа, снігові зерна, град, крижаний дощ, крижані голки.

До опадів, які осідають з повітря, відносяться: роса, іній, паморозь, твердий і рідкий наліт на навітряній стороні вертикально розташованих предметів.

За **характером випадіння** опади поділяються на: обложні, які випадають з системи фронтальних шарувато-дощових і високо-шаруватих хмар; зливові, що випадають з купчасто-дощової хмарності; мрякові, що випадають із шаруватих і шарувато-купчастих хмар.

Опади безпосередньо пов'язані з хмарами. Як вже говорилося, хмарні елементи - краплі і кристали - мають дуже малі розміри (діаметром до 0,05 мм) і знаходяться в підвішеному стані. Для випадіння опадів необхідно укрупнення крапель і кристалів (діаметр великих дощових крапель досягає 2-3 мм, а іноді і 5 мм). Це укрупнення може відбуватися з двох причин.

Першою і основною причиною є дифузне перенесення водяної пари в результаті випаровування одних елементів хмари і конденсації водяної пари на інших елементах. Цей процес відбувається за умови, якщо хмарні краплі неоднакові за величиною. У цьому випадку великі краплі ростуть за рахунок дрібних через різницю пружності насичення над їх поверхнями. Особливо активно вказаний процес протікає, якщо в хмарі є і кристали, і переохолоджені краплі. За рахунок різниці пружності насичення між краплями і крижаними кристалами швидко ростуть кристали, перетворюючись в сніжинки. При опусканні вниз і попаданні в шари з позитивними температурами сніжинки тануть, перетворюючись в краплі, що випадають у вигляді дощу.

Другою причиною є злиття крапель при їх зіткненні в результаті турбулентних рухів повітря і різної швидкості падіння великих і дрібних крапель. Ці зіткнення призводять до поглинання дрібних крапель великими. Укрупнення крапель веде до збільшення швидкості їх падіння, а отже, і до збільшення ймовірності зіткнень з дрібними краплями. В результаті цього процесу, який називають **коагуляцією**, діаметр крапель може збільшитися в зливових дощах до 2-3 мм.

Хмари однорідні за своєю структурою, тобто що складаються тільки з однакових за розмірами крапель або тільки з крижаних кристалів, опадів не

дають. До таких хмар відносяться купчасті і високо-купчасті, що складаються з дрібних водяних крапель, а також перисті, перисто-купчасті і купчасто-шаруваті хмари, що складаються тільки з крижаних кристалів.

В хмарах, що складаються з крапель різного розміру, відбувається повільне зростання більших крапель за рахунок дрібних. Однак в результаті зазначеного процесу утворюються лише невеликі краплі дощу. Такий процес відбувається в шаруватих, а іноді і в шарувато-купчастих хмарах, з яких можуть випадати опади у вигляді мряки.

Істотні опади випадають з тих хмар, в яких є тверді і рідкі елементи - краплі і кристали. Тут укрупнення хмарних елементів йде бурхливо і супроводжується випадінням дощу або снігу. До таких хмар відносяться купчасто-дощові, шарувато-дощові і іноді високо-шаруваті.

Види опадів

У метеорології опади поділяються на такі види:

Дощ - рідкі краплинні опади (діаметр крапель зазвичай 0,5- 0,7 мм, іноді більше).

Мряка - опади, що складаються з дрібних однорідних капель (діаметр 0,05-0,5 мм), що падають непомітно для ока.

Крижаний дощ - опади у вигляді кульок льоду (діаметр від 1 до 3 мм).

Град - опади, які мають шматочки льоду різних розмірів і форми (діаметр від 4-5 до 50 мм, іноді і більше).

Сніг - тверді опади у вигляді кристалів, зірочок або пластівців.

Мокрий сніг- опади у вигляді снігу, що тане з дощем.

Снігова крупа - опади у вигляді білих круглих снігових кульок (діаметр від 2 до 5 мм).

Снігові зерна - дрібні снігові крупинки (діаметр менше 1 см).

Крижані голки- знаходяться в підвішеному стані тонкі крижані палички, блискучі в сонячних променях морозного дня ".

За характером випадіння опадів їх поділяють на три типи: обложні, зливові і мрякові (мряка).

Обложні опади випадають з купчасто-дощових і високо-шаруватих хмар тривалий час на великій території. Їх інтенсивність становить від 0,5 до 1 мм/хв. Обложні опади можуть випадати у вигляді дощу і снігу (іноді мокрого).

Зливові опади випадають з купчасто-дощових хмар на обмеженому просторі у великій кількості і в короткий проміжок часу. Їх інтенсивність від 1 до 3,5 мм/хв і більше. Випадіння зливових опадів часто супроводжується грозами та шквалами. Так само як і обложні, зливові опади можуть випадати у

вигляді дощу і снігу. В останньому випадку їх називають «сніговими зарядами».

Мрякові опади (мряка) являють собою дрібні крапельки (сніжинки) з дуже невеликою швидкістю падіння. Випадають із шаруватих хмар або з туману. Їх інтенсивність незначна (менше 0,5 мм / хв).

Заметіль є особливою формою випадіння опадів. При хуртовині вітер переносить сніг уздовж земної поверхні на великі відстані. Виникає заметіль при вітрі достатньої сили. Розрізняють три види хуртовин:

- загальну (при інтенсивному снігопаді і вітрі від 7 м/сек),
- низову (без снігопаду, при вітрі 10-12 м/сек),
- поземок (без снігопаду, при вітрі 6 м/сек і більше).

Кількість опадів, що випадають вимірюється дощоміром, який являє собою закрите ґратами відро, встановлене на стовпі і захищене від вітру спеціальним пристроєм. Осадки які випали зливаються в мензурку і вимірюються. Кількість опадів виражається висотою шару води в міліметрах, що утворився в результаті випадання опадів на горизонтальну поверхню при відсутності випаровування, просочування і стоку.

Зазвичай враховується кількість опадів, що випала за добу, а також місячні, сезонні і річні суми опадів. Інтенсивність опадів являє собою кількість опадів в міліметрах, що випадають за одну хвилину (мм/хв). Кількість снігу визначається шляхом вимірювання висоти снігового покриву в сантиметрах від поверхні землі за допомогою снігомірної рейки з сантиметровими поділками.

2. Вплив опадів на роботу авіації

Опади надають виключно несприятливий вплив на роботу авіації, а саме:

В опадах погіршується видимість з ПС. У слабкому і помірному дощі або слабкому снігопаді горизонтальна видимість погіршується до 4-2 км, а при великій швидкості польоту - до 1-2 км. У зливі, а також при помірному і сильному снігопаді видимість різко погіршується до декількох десятків метрів.

Крім того, водяна плівка на склі ліхтаря кабіни ПС викликає оптичне спотворення видимих об'єктів, що становить небезпеку при зльоті і особливо при посадці.

У польоті в зоні опадів, крім погіршення видимості, має місце зниження висоти хмар.

У сильний дощ свідчення показчика швидкості можуть бути заниженими, іноді до 100 км/ч. Відбувається це внаслідок часткового блокування краплями води отвору приймача повітряного тиску.

Зливові опади можуть потрапити в двигун і утруднити чи порушити його роботу.

У польоті в зоні переохолодженого дощу відбувається дуже небезпечне інтенсивне обмерзання ПС.

Опади впливають на стан і експлуатацію аеродромів:

- Наявність опадів на ЗПС зменшує коефіцієнт зчеплення, що погіршує керуваність на ЗПС і збільшує довжину розбігу і пробігу.

- Вода, сніг, сльота, що відкидаються носовою або основними колесами, можуть всмоктуватися в двигуни, викликаючи пошкодження їх конструкції або втрату тяги, можливо забивання невеликих повітрязбірників, щілин в органах управління, механізації, шасі, різних стулок і люків, приймачів СПС (системи повітряних сигналів), що призводить до утруднення роботи або пошкодження відповідних систем ПС.

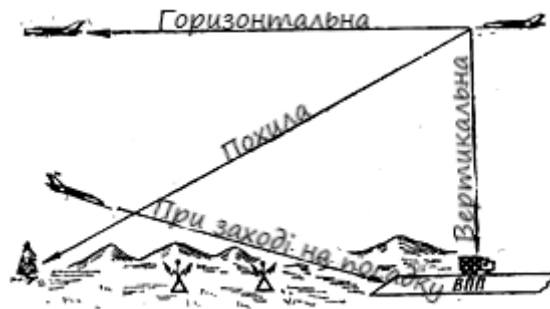
- Тривалі або зливові дощі можуть призвести до размокання ґрунтових аеродромів.

- Сніговий покрив, що утворюється на аеродромі внаслідок снігопадів, вимагає спеціальних робіт по його прибиранню або укоченні для забезпечення нормальних польотів.

Сторонні домішки в повітрі (пил) волога у вигляді хмар і туманів а також опади впливають на атмосферну видимість (видимість віддалених об'єктів крізь атмосферне повітря). При чистій атмосфері дальність видимості становила б близько 300 км. Під час снігопадів, туманів, дощів і т. п. видимість може знижуватися до декількох десятків метрів.

Розрізняють метеорологічну дальність видимості і польотну видимість.

Метеорологічна дальність видимості (МДВ) - умовна характеристика прозорості атмосфери. МДВ є відстань, на якому під впливом атмосферної димки втрачається видимість абсолютно чорного об'єкта, що має кутові розміри не менше $0,3^\circ$. У метеопідрозділах вимірюється горизонтальна МДВ в приземному шарі атмосфери візуально по дальності до заздалегідь обраних орієнтирів або за допомогою реєстраторів прозорості атмосфери. Так як орієнтири не є абсолютно чорним об'єктом, то при візуальному визначенні МДВ похибки можуть досягати 50% вимірюваної дальності, при приборному $\pm 10\%$, якщо вимірювана дальність 350-3000 м.



Мал.2.1. Польотна видимість

Польотна видимість - це видимість об'єктів, які спостерігаються з ПС (вертольота) і які проектуються на тлі землі і неба. Вона буває горизонтальною, вертикальною і похилою (рис. 2.1). Частим випадком похилої видимості є видимість при заході на посадку. Вона характеризує дальність виявлення і розпізнавання початку ЗПС (обмежувальних вогнів вночі) з ПС даного типу на гліссаді зниження. При наявності густої димки, туману, хуртовини (поземка) в якості видимості при заході на посадку приймається горизонтальна видимість у землі.

Видимість при заході на посадку зазвичай менше горизонтальної МДВ, особливо при хмарності і опадах.

Саме видимість є основним фактором, що характеризує таке поняття, як метеорологічні умови - стан атмосфери, що характеризується певним поєднанням метеорологічних елементів які впливають на пілотування, літаководіння і безпеку польоту. Метеорологічні умови за ступенем складності виконання польоту в них діляться на прості і складні.

Прості метеорологічні умови (ПМУ, в міжнародній практиці ВМУ - візуальні метеорологічні умови) - умови, при яких весь політ, включаючи захід на посадку, може виконуватися візуально. Для них характерна мала кількість або відсутність хмар, відсутність опадів, досить спокійний стан атмосфери.

Складні метеорологічні умови (СМУ, в міжнародній практиці ПМУ - приладові метеорологічні умови, не плутати!) - умови, при яких політ повністю або частково виконується за приладами (при відсутності видимості землі або природного горизонту) або візуально при низькій хмарності і обмеженій видимості. СМУ підвищують ступінь небезпеки польоту аж до неможливості його виконання.

Можливість виконання польотів в СМУ характеризується таким поняттям, як мінімум погоди (метеомінімум), - мінімальні значення істинної висоти нижньої межі хмарності і горизонтальної видимості, що забезпечують

безпеку зльоту і посадки в СМУ вдень і вночі. Мінімуми погоди встановлюються для ПС, аеродрому і льотчика (командира екіпажу).

Мінімум погоди ПС - мінімальні значення істинної висоти НМХ та видимості при заході на посадку, при яких льотно-технічні дані ПС, його обладнання (в поєднанні з даними наземної посадкової системи) дозволяють безпечно проводити зліт і захід на посадку і посадку.

Мінімум погоди аеродрому - мінімальні значення істинної висоти НМХ та видимості при заході на посадку, при яких в залежності від рельєфу місцевості, висоти перешкод і обладнання аеродрому забезпечується безпека зльоту, заходу на посадку і посадки на даному аеродромі.

Мінімум погоди командира екіпажу - мінімальні значення істинної висоти НМХ та видимості, при яких командир екіпажу дозволяється зліт і посадка на ПС даного типу.

Мінімум погоди для зльоту і посадки за інших рівних умов зазвичай різні, зліт дозволяється виконувати в більш складних умовах, ніж посадку.

Мінімум погоди для конкретного польоту визначається мінімальним значенням з перерахованих вище.