

**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 № 8 Аеросиноптичні матеріали. 8.1. Прогностичні карти ОЯП,
карти тропопаузи і карти максимальних вітрів

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. Прогностичні карти особливих явищ погоди.
2. Карти тропопаузи.
3. Карти максимальних вітрів.
4. Зразки авіаційних карт погоди та вимоги до них.

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. Прогностичні карти особливих явищ погоди

Всесвітні центри зональних прогнозів готують і розсилають споживачам глобальні прогнози погоди для всіх необхідних рівнів в вузлах регулярної сітки в цифровому вигляді з використанням кодової форми GRIB.

На підставі зазначених цифрових прогнозів ВЦЗП складають наступні види прогностичних карт, які використовуються при метеорологічному забезпеченні польотів:

1. Прогностичні карти особливих явищ погоди (Prognosis of significant weather charts) - SIGWX:

- для високих рівнів польоту - FL250 ... FL630 (вище рівня 400 гПа) - Форма SWH;
- для середніх рівнів польоту - FL100 ... FL250 (700 ... 400 гПа) - Форма SWM, або для середніх і високих рівнів польоту - FL100 ... FL430 (700 ... 150 гПа) - Форма SWM / SWH;
- для низьких рівнів польоту - нижче FL100 (нижче рівня 700 гПа) - Форма SWL.

2. Прогностичні карти вітру і температури повітря на висотах для стандартних ізобаричних поверхонь (Upper wind and temperature charts for standard isobaric surfaces) - форма IS.

Прогностичні карти складаються 4 рази на добу на підставі даних спостережень, зібраних в 00, 06, 12 і 18.00 UTC. У заголовку карти вказується метеорологічний центр, що склав карту, назва карти, час фіксованих положень на карті (VALID ...), стандартний термін спостереження, за даними якого складена карта (Data time ...), а також одиниці виміру висоти і швидкості. На прогностичних картах, складених ВЦЗП, всі висоти дані в рівнях польоту - FL (в сотнях футів), все швидкості - в вузлах. На прогностичних картах, складених метеорологічними центрами України, висоти вказуються в декаметрах, а всі швидкості - в км/год.

Період дії прогностичних карт особливих явищ погоди (SIGWX) становить 24 години, прогностичних карт вітру і температури повітря на висотах (IS) - 6, 12, 18, 24, 30 і 36 годин. Прогностичні карти дійсні до фіксованого часу (VALID), зазначеного на карті. Початок дії прогнозу - стандартний термін спостереження, за даними якого складена ця карта. Поширення прогностичних карт здійснюється так скоро, як це технічно можливо, але не пізніше 11 годин для карт SIGWX, і не пізніше 6 годин для карт IS після стандартного терміну спостереження.

Скорочений заголовок карт ВЦЗП Лондон має такий формат:

1. Прогностична карта особливих явищ
T1T2 A1 A2 ii CCCC YYGGgg
2. Прогностична карта вітру і температури
T1T2 A1 A2 ii .

Зазначені символи мають такий зміст:

T1 - показчик типу даних: графічна інформація - P;

T2 - показчик типу даних: особливі явища погоди - G,
вітер - W;

A1 - показчик географічного району ICAO;

A2 - показчик стандартного терміну дії прогнозу;

Ii – показчик рівня: для карт IS- 85-01 (рівень в десятках гектопасклей)

SIGWX вказується шар: 06 - FL250 ... FL630, 15 - FL100 ... FL450;

CCCC - міжнародний чотирибуквений індекс центру, що склав
прогноз(ВЦЗП Лондон - EGRR);


YYGGgg - дата, години, хвилини стандартного терміну спостереження, за даними якого складена карта.

На бланках прогностичних карт вказується наступна картографічна інформація:



- основні географічні орієнтири, такі як: берегові лінії, внутрішні моря, великі озера, окреслені схематичними контурними лініями;
- меридіани і паралелі географічної сітки координат, зображувані пунктирними лініями через кожні 10° широти і довготи. Точки розташовуються з інтервалом в 1°. Значення широти і довготи вказуються на полях і в різних точках по площі карти;
- основні аеродроми, позначені точкою і першою літерою назви міста, який обслуговується даним аеродромом.

Прогностичні карти особливих явищ погоди для високих і середніх рівнів польоту (Форми SWH, SWM, SWM / SWH) видаються льотному складу в якості прогнозу погоди за маршрутом при польотах на ешелонах вище FL100 (вище 3 км).



На цих картах вказують інформацію про наступні явища:

а) тропічний циклон  при умові, що очікуване максимальне значення середньої швидкості приземного вітру за 10 хв. становить або перевищує 63 км/год (34 вузла);

б) лінії сильних шквалів  ;

в) помірна або сильна турбулентність ( ) При наявності хмар

або приясному небі (CAT – clear air turbulence – турбулентність при ясном небі) і шар (нижня і верхня межа), в якому вона очікується;

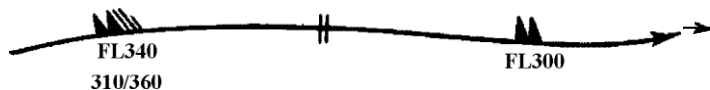
г) помірне або сильне обмерзання ( , ) і шар, в якому воно очікується; д) піщана/пилова буря на великому просторі ;


е) купчасто-дощові хмари (кількість, НМХ, ВМХ), пов'язані з грозами K і явищами, зазначеними в пунктах а ... д;

ж) висота тропопаузи в одиницях ешелону польоту


<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">380</div>	Висока Н	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">290</div>	Низька
	420	L	тропопауза

з) струменеві течії (СТ) - напрям, максимальна швидкість, висота осі і вертикальна потужність СТ.





 50 вузлів (100 км/ч)

5 вузлів (10 км/год)

 10 вузлів (20 км /год)

Подвійна вертикальна риска позначає зміну висоти осі СТ на 1000 м (3000 футів) і більш і / або швидкості максимального вітру на 40 км/год (20 вузлів) і більш. Вертикальна потужність СТ вказана (в ешелонах) нижче ешелону, що визначає висоту осі СТ. Наприклад, запис 310/360 нижче FL340 означає, що нижня межа СТ знаходиться на FL310, а верхня - FL360;

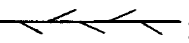
і) місця вулканічних вивержень, що супроводжуються появою хмар попелу. Символ вулканічного виверження  наноситься на карту в місці розташування вулкана. На порожній частині карти вказується символ вулканічного виверження, назва вулкана, його міжнародний номер, координати (широта і довгота), дата і час першого виверження;

к) місця аварійного викиду радіоактивних матеріалів в атмосферу. Символ радіоактивності  наноситься на карту в місці аварії. На вільному полі карти вказується символ радіоактивності, координати місця аварії, дата і час аварії.

Прогностичні карти особливих явищ погоди для низьких рівнів польоту (Зразок SWL) складаються для метеорологічного забезпечення польотів на малих висотах, в тому числі для польотів по ПВП (правилами візуальних польотів), і видаються льотному складу в якості прогнозу погоди за маршрутом при польотах на ешелонах нижче FL100 (нижче 3000 м).

На картах SWL вказується наступна інформація:

1. Центри циклонів і антициклонів. Вони позначаються хрестиками та літерами "L" і "H" відповідно. Поруч з буквами вказується тиск в центрі даної барической системи, наведене до рівня моря в гектопаскалях. Стрілками з цифрами на кінцях вказується напрямок і швидкість їх очікуваного переміщення

2. АФ, напрямок і швидкість їх очікуваного переміщення і зони конвергенції ;

3. Тропічні циклони , грози, лінії шквалів , гірські хвилі;

4. Внутрішньотропічна зони конвергенції ;

5. Помірна і сильна турбулентність, обмерзання ПС будь-якої інтенсивності шари, в яких ці явища очікуються;

6. Всі явища погоди, що погіршують видимість до значень менше 5000м;

7. Хмарність, пов'язана з особливими явищами погоди (кількість,

8. форма, НМХ, ВМХ);



9. Видимість у землі, коли вона менше 5000 м;


10. Висота нульовий ізотерми:


 0°C : 130


Висота нульовий ізотерми в


прикладі вказана в рівнях польоту;

11. Стан моря і загальна висота хвиль в футах або в метрах  3; 11. Температура поверхні моря в градусах Цельсія  18;


12. Переважний (по площі/території) сильний вітер у поверхні Землі  40. Цей символ вказується на карті, якщо середня швидкість приземного вітру на великому просторі більше 60 км / год (30 вузлів);


13. Гірське затемнення ;

14. Місця вулканічних вивержень, що супроводжуються появою хмар попелу ;

15. Місця аварійного викиду радіоактивних матеріалів в атмосферу .

На картах особливих явищ погоди для всіх рівнів польоту (SWH, SWM, SWL):

1. Зони з однорідними особливими явищами погоди виділяються хвилястою лінією .

2. Зони турбулентності при ясному небі виділяються переривчастою лінією і маркуються порядковим номером, розташованим в ній квадрата. Зміст зони, згідно з номером, вказується на вільному місці карти .

3. Кількість хмарності, виключаючи купчасто-дощові хмари, вказується наступними літерними скороченнями:

SKC - sky clear - ясно

FEW - few - (мало) незначна хмарність (1 ... 2 октанта);

SCT - scattered - окрема (розсіяна) хмарність (3 ... 4 октанта); BKN - broken - значна (розірвана) хмарність (5 ... 7 октантів); OVC - overcast - суцільна хмарність (8 октантів);

Кількість купчасто-дощових (Cb) хмар вказується наступним чином: FRQ - frequent - часті (Cb з невеликим поділом або без поділу);

OCNL - occasional - рідкісні, випадкові (досить розділені Cb); ISOL - isolated - ізольовані (окремі Cb);

EMBD - embedded - замасковані (Cb хмари містяться в інших хмарах або приховані імлою).

1. Форма хмар - вказується міжнародними літерними скороченнями: Сі - перістие - cirrus;

Сс - перісто-купчасті - cirrocumulus; Cs - перисто-

шаруваті - cirrostratus; Ас - високо-купчасті

— altocumulus; As - високо-шаруваті — altostratus; St - шаруваті — stratus;

Sc - шарувато-купчасті — stratocumulus; Ns - шарувато-дощові — nimbostratus; Cu - купчасті — cumulus;

Cb - купчасто-дощові - cumulonimbus; L Y R - layered - багат шарова хмарність. CUF - хмари купчастих форм - cumuliform; STF - хмари шаруватих форм —

stratiform.

1. Висота хмарності, а також шари обмерзання і турбулентності даються із зазначенням нижньої і верхньої меж (у вигляді дробу *верхня межа*).

При цьому

нижня межа

верхня межа вказується над нижньою.

Всі висоти

2. Якщо нижня (верхня) межа хмар або шару, в якому прогнозується обмерзання, турбулентність, очікується нижче прийнятого нижнього рівня (вище прийнятого верхнього рівня), то вона вказується - XXX

3. Скорочення "Cb" на прогностичних картах особливих явищ погоди означає, що в даному районі очікуються всі явища погоди, зазвичай пов'язані з наявністю купчасто- дощових хмар, а саме: гроза, град, помірне або сильнообмерзання ПС, помірна або сильна турбулентність.

Прогностичні карти вітру і температури повітря на висотах для стандартних ізобаричних поверхонь (Форма IS) містять інформацію про очікуваний вітер і температуру повітря на різних висотах і видаються льотному складу в якості прогнозу вітру і температури на ешелоні польоту.

Карти вітру і температури повітря на висотах складаються для наступних ізобаричних поверхонь:

- 850 гПа	FL05	сер. $H = 1,5$	- 300 гПа	FL30	сер. $H = 9$
- 700 гПа	FL10	сер. $H = 3$ км	- 250 гПа	FL34	сер. $H = 10$
- 600 гПа	FL14	сер. $H = 4$ км	- 200 гПа	FL39	сер. $H = 12$
- 500 гПа	FL18	сер. $H = 5$ км	- 150 гПа	FL45	сер. $H = 14$
- 400 гПа	FL24	сер. $H = 7$ км	- 100 гПа	FL53	сер. $H = 16$

Ешелони польоту, для яких потрібні карти вітру і температури повітря, визначаються регіональною аеронавігаційною угодою.

Дані про вітер наносяться на карти у вигляді стрілок з оперенням на

широтно-довготній сітці з дозволом $2,5^{\circ}$ - 5° : одне перо відповідає швидкості вітру 10 вузлів (20 км/год), половина пера 5 вузлів (10 км/год), трикутник 50 вузлів (100 км/год).

Температура повітря вказується в цих же вузлах сітки в цілих градусах Цельсія.

Значення температури може бути зазначено всередині кола або без нього, знак мінус опускається. Позитивна температура вказується з приставкою "PS" (плюс).



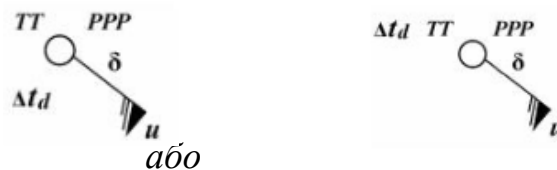
На прогностичних картах вітру і температури повітря для FL390 (200 гПа) поряд з оперінням стрілки вказується величина відхилення фактичної температури (tф) повітря від температури в СА (tCA) $\Delta t = t_f - t_{CA}$ в цілих градусах Цельсія.

Ряд метеорологічних центрів в Європі в польотну метеодокументацію включають прогностичні карти всіх основних ізобаричних поверхонь, дані яких потрібно використовувати для обліку вітру і температури не тільки на крейсерському ешелоні, але і при зниженні і наборі висоти.

2.

Карти тропопауза

Карти тропопауза складаються за даними радіозондування в 00, 06, 12 і 18 часів UTC. Ці карти дають уявлення про просторове положення тропопаузи.



На карти наносяться наступні дані:

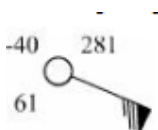
PPP тиск на найнижчому рівні тропопаузи в гПа;

TT температура повітря на рівні тропопаузи в цілих $^{\circ}\text{C}$;

td дефіцит точки роси вказується цифрою коду (так само, як на картах АТ);

δ , і напрямок і швидкість вітру м/с (наноситься також, як на приземної карті погоди).

наприклад:



ННН - висота в десятках метрів або в кілометрах з десятими частками, на якій спостерігається максимальний вітер над цим пунктом;

δ - напрямок максимального вітру;

u_{\max} - швидкість максимального вітру (цифрами) в м/с;

Δu_{α}

Δ - вертикальний зсув вітру;

u_i

$\Delta u_{\text{в}}$ - величина зміни швидкості вітру на 1000м вгору від даної висоти; $\Delta u_{\text{н}}$ - величина зміни швидкості вітру на 1000м вниз від даної висоти.

Точки з однаковою швидкістю вітру з'єднуються на карті тонкими чорними лініями. Ці лінії називаються ізотахі. Ізотахі проводяться через 10 м/с, починаючи з 30 м/с. Ізотахі 30 м/с є кордоном СТ. Точки з найбільшою швидкістю максимального вітру з'єднуються на карті жирними стрілами - це вісь СТ.

Області максимальних вітрів, окреслені ізотахі 30 м/с, виділяються зеленим кольором. Центральна частина області виділяється червоним кольором. У цій зоні вказується висота осі СТ в км з десятими частками і швидкість вітру на осі СТ в м/с або в км/год.

З приземної карти погоди за той же термін переносяться положення центрів циклонів і антициклонів.

Вертикальні зрушення вітру вказані на карті у вигляді дробу - у чисельнику на 1000 м вгору, в знаменнику на 1000 м вниз від нанесеної поруч висоти. Зміщення вітру на 100 м висоти дорівнює 1/10 від зазначеної на карті величини.

Горизонтальні зрушення вітру оцінюються по густоті ізотах. Чим густіше ізотахи, тим більше горизонтальні зрушення вітру.

Кількісно горизонтальний зсув вітру можна розрахувати по відстані (S) між ізотахами:

$$\Delta u_{100\text{км}} = \frac{10(\text{м/с})}{S(\text{км})} 100$$

За зрушенням вітру можна судити про наявність бовтанки при польоті в зоні струменевих течій.

4. Зразки авіаційних карт погоди та вимоги до них

Загальні характеристики для авіаційних карт погоди

1. Авіаційні карти погоди, що використовуються як додаткова польотна метеорологічна документація, мають відповідати зразкам карт, наведеним у цьому додатку (рис. 1-8).

2. Якість зображень на авіаційних картах погоди має бути достатньо чіткою та не менше 90 % площини зображення має бути зрозуміло помітним.

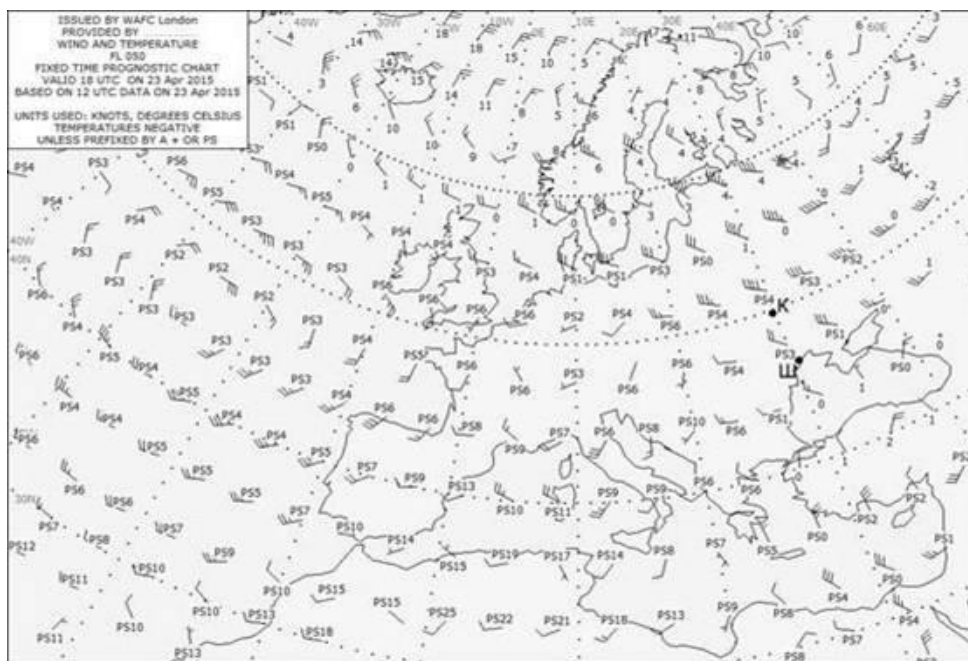
3. Розмір авіаційних карт погоди для зручності використання має відповідати стандартному розміру паперу А4 (приблизно 21×30 см), а за потреби збільшення деталізації метеорологічної інформації на вимогу командира екіпажу ПС використовується розмір паперу А3 (приблизно 30 × 42 см).

4. Обриси головних географічних орієнтирів (узбережжя морів, великих річок або озер) зображуються таким чином, щоб забезпечити їх швидке розпізнання на карті.

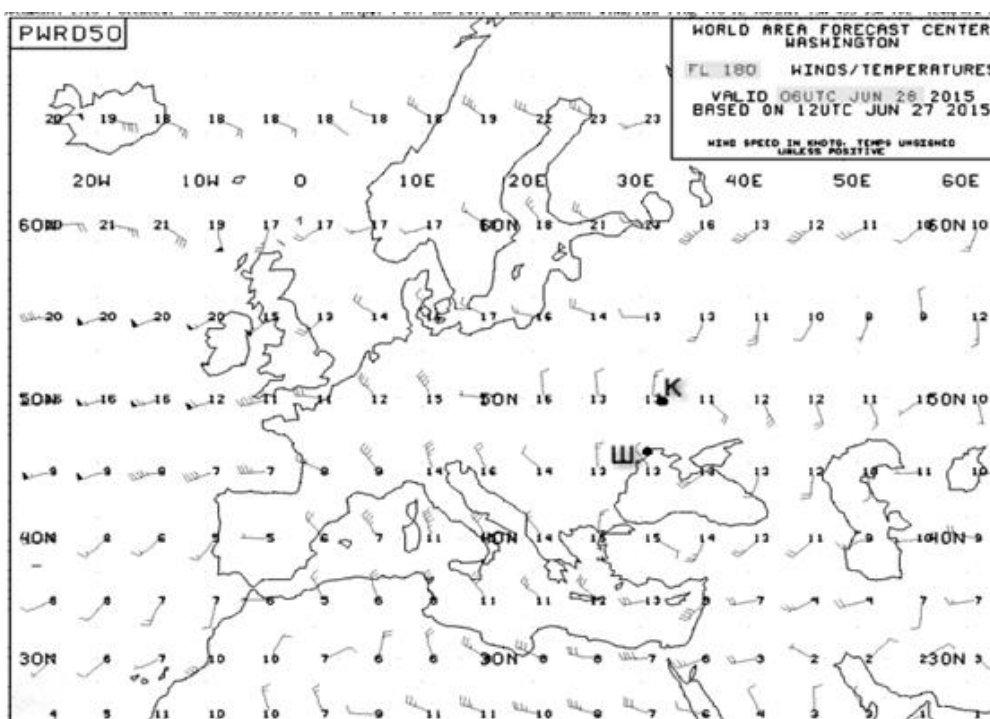
5. Основні аеродроми (пункти) позначаються на карті помітною крапкою з першою літерою умовної назви аеродрому (пункту) навколо неї.

6. Пояснювальні записи на картах погоди робляться чіткими та простими із зазначенням: назви центру, що надає прогностичні дані, типу карти, дати і періоду її дії (строк прогнозу), а за потреби типи одиниць виміру, що використовуються, з однозначним поясненням.

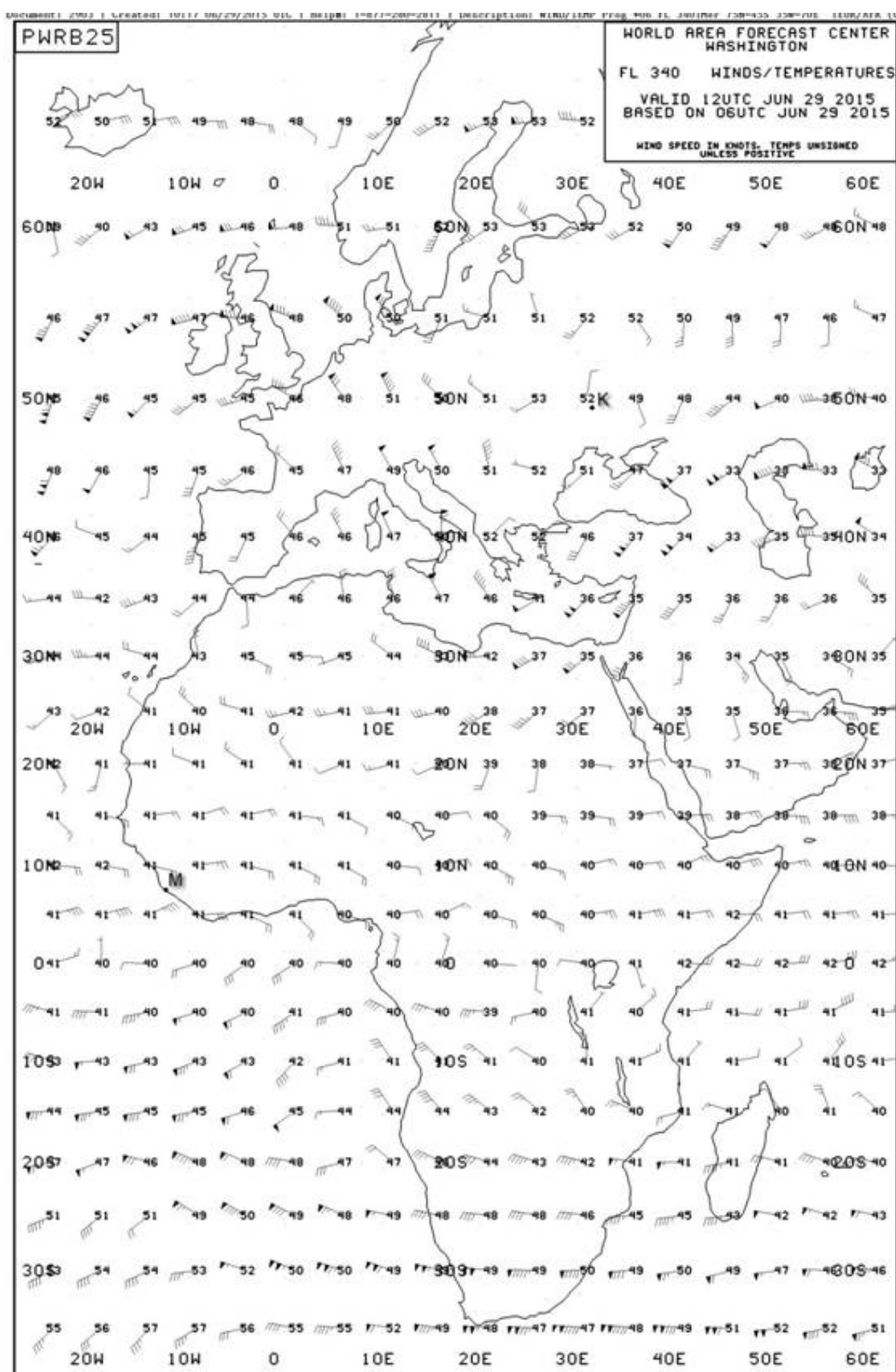
Зразки авіаційних карт погоди



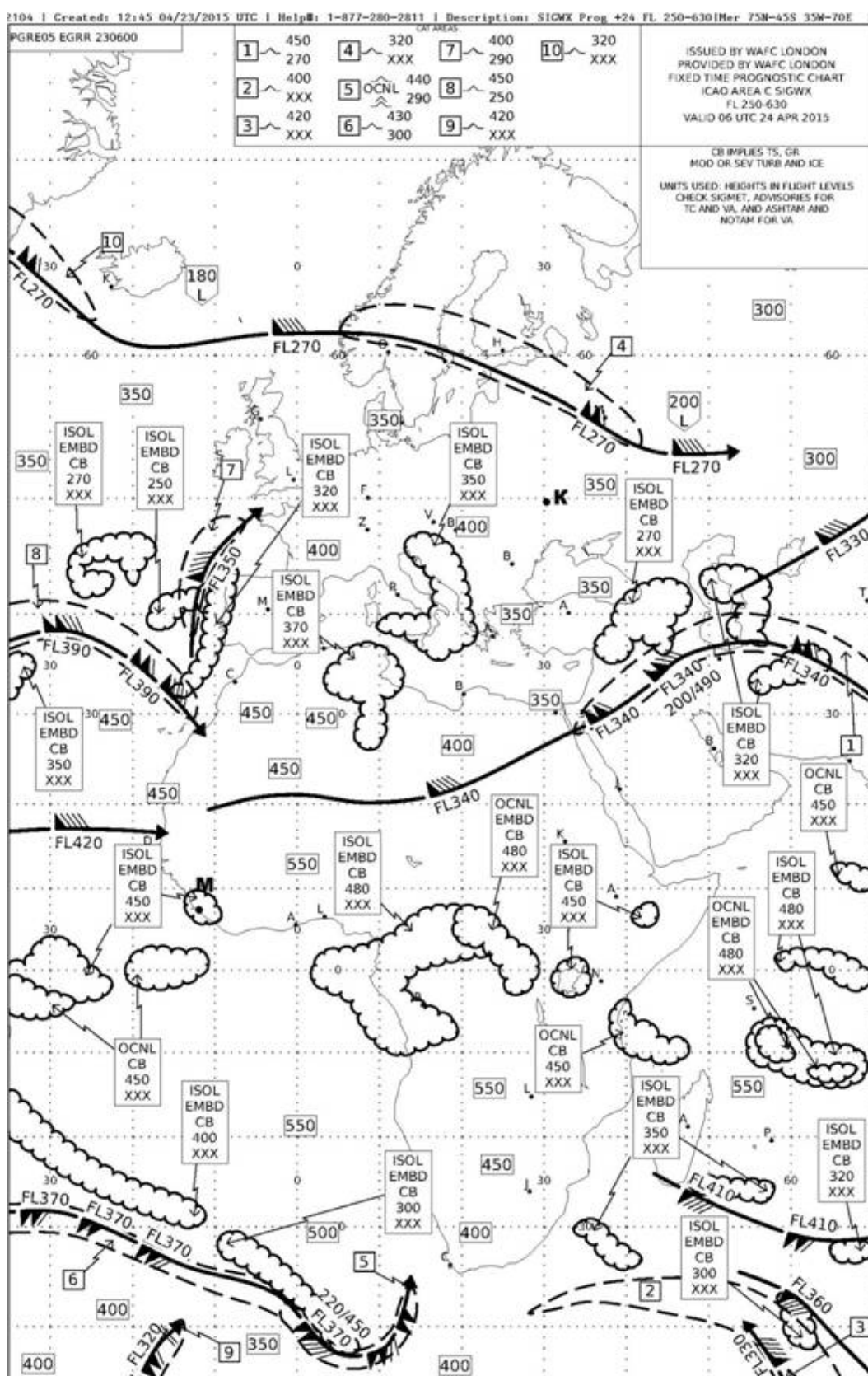
Мал. 1. Прогностична карта вітру та температури на висотах для стандартної поверхні FL 050 (850 гПа)



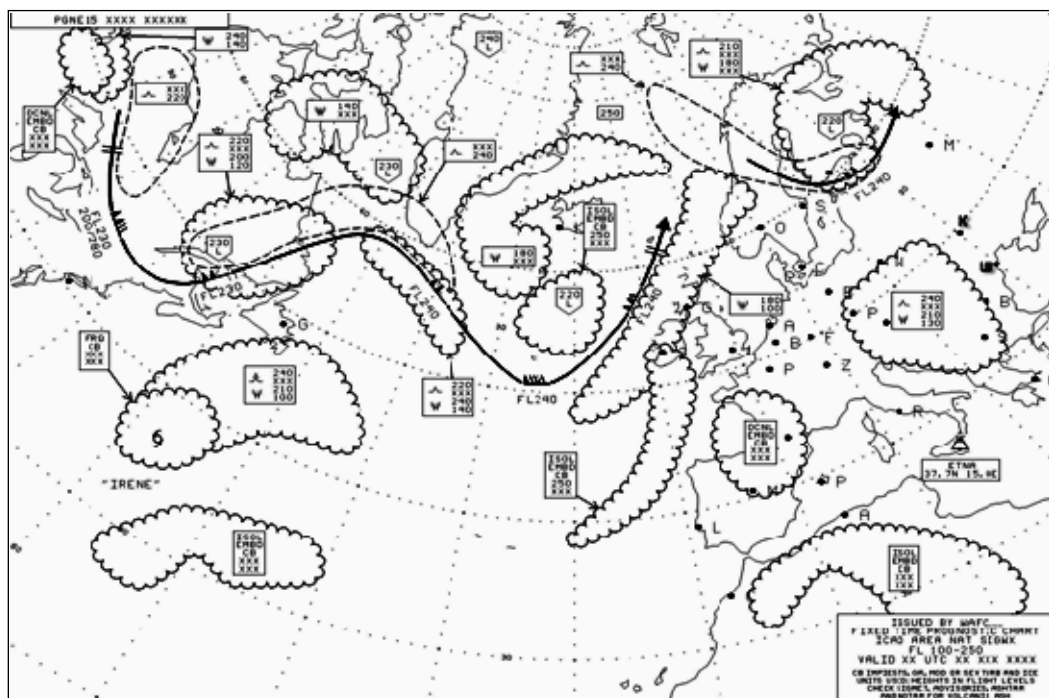
Мал. 2. Прогностична карта вітру та температури на висотах для стандартної поверхні FL 180 (500 гПа)



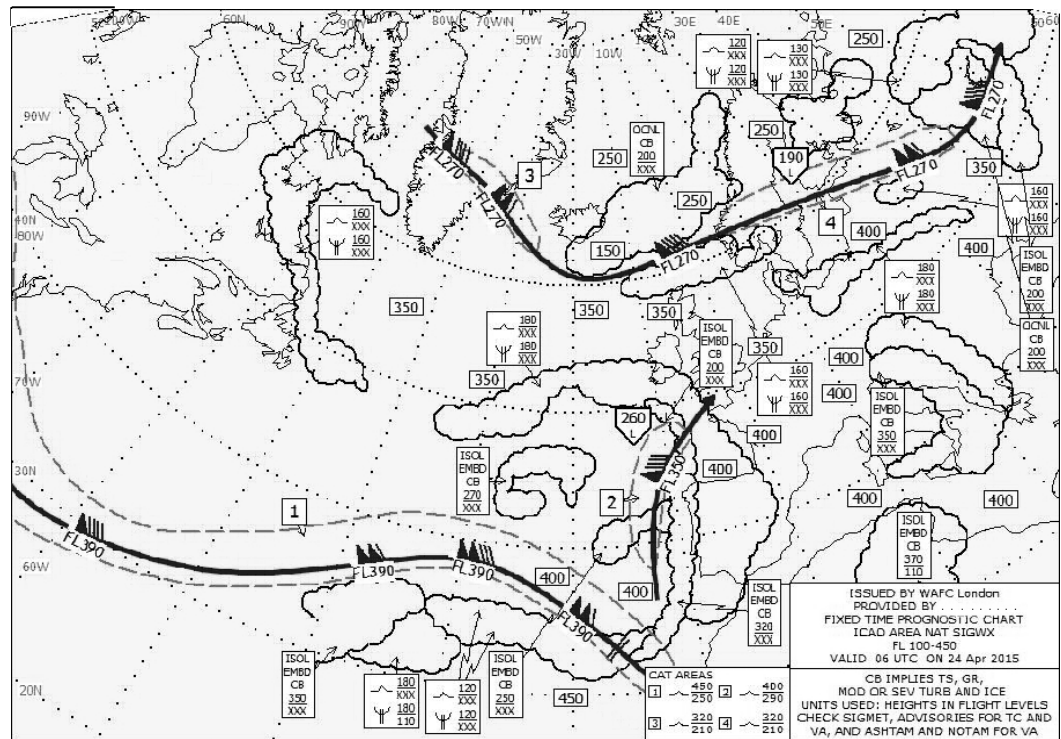
Мал. 3. Прогностична карта вітру та температури на висотах для стандартної поверхні FL 340 (250 гПа)



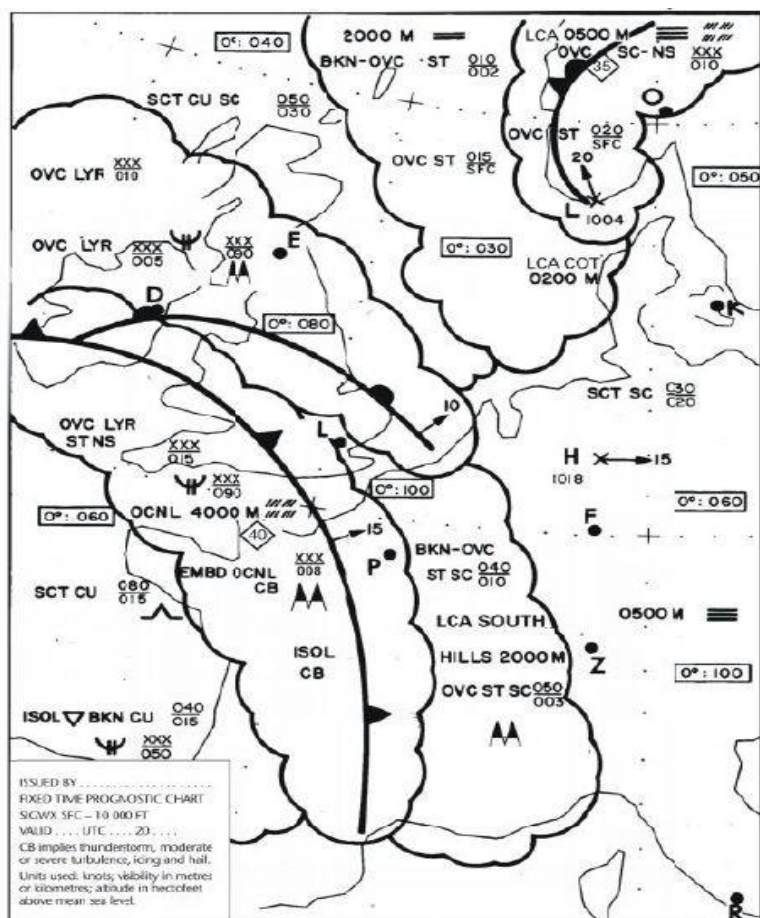
Мал. 4. Карта особливих явищ погоди для високого рівня SWH (FL250–630)



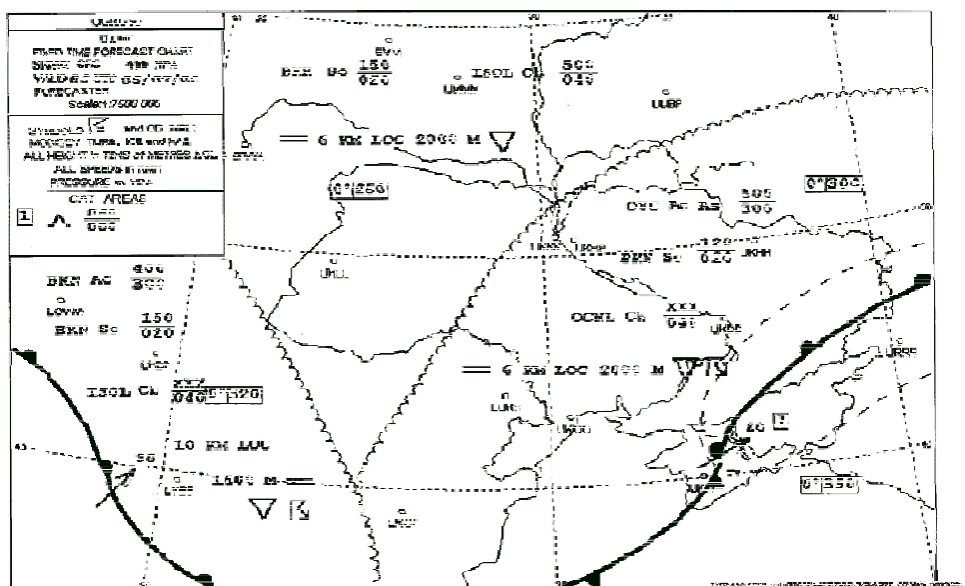
Мал. 5. Карта особливих явищ погоди для середнього рівня SWM (FL 100–250)



Мал. 6. Карта особливих явищ погоди комбінована для середнього та високого рівнів SWM (FL 100–450)



Мал. 7. Карта особливих явищ погоди для низького рівня SWL (нижче FL 100)



Мал. 8. Карта особливих явищ погоди для низького та середнього рівнів SFC–400 гПа