

Аналіз синоптичних умов формування туманів на території
АМСЦ Херсон

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1.ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТУМАНІВ.....	6
1.1. Класифікація туманів та умови їх утворення.....	6
2. МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ ТУМАНІВ.....	7
2.1. Прогноз радіаційних туманів.....	7
2.2. Прогноз адвективних туманів.....	9
2.3. Прогнозування фронтального туману.....	11
3. ЧИННИКИ ФОРМУВАННЯ ТУМАНІВ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ.....	13
3.1 Загальні положення.....	13
3.2 Циркуляційні процеси.....	15
4. МЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ УТВОРЮВАННЯ ТУМАНІВ НА АМСЦ ХЕРСОН.....	17
4.1 Аналіз синоптичних ситуацій при утворенні туманів.....	22
ВИСНОВКИ.....	26
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	28
ДОДАТКИ.....	30

АНОТАЦІЯ

Актуальність дослідження обумовлена високою повторюваністю обмеження метеорологічної дальності видимості через тумани, що значно впливає на регулярність і безпеку польотів повітряних суден.

Мета дослідження – опис і аналіз умов виникнення туманів в районі аеродрому Херсон.

Об'єкт дослідження: метеорологічні умови туманоутворення.

Предмет дослідження: вплив туманів на регулярність і безпеку польотів повітряних суден.

Методи дослідження: синоптико-кліматичний та фізико-статистичний аналіз.

Наукова новизна: у роботі використані дані розподілу туманів над територією Херсона за десятирічний період (2009-2019 рр.).

Практичне значення отриманих результатів: статистичні характеристики та синоптичні умови утворення туманів можуть бути використані для покращення якості прогнозів.

Структура й обсяг роботи. Представлена робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків. Роботу викладено на 54 сторінках (загальний обсяг дослідження 27 сторінок, без списку використаних джерел та додатків). Список використаної літератури містить 10 джерел.

Ключові слова: туман, видимість, вологість, синоптична ситуація, повторюваність, тривалість, південь України.

ВСТУП

Туман істотно зменшує видимість в атмосфері, ускладнює рух залізничного, водного і дорожнього транспорту. Особливо несприятливим є туман для авіації, так як льотчику при посадці і зльоті літака необхідно миттєво реагувати на становище злітно-посадкової смуги. Інакше можливі авіакатастрофи і загибель людей. Тим часом, погана видимість продовжує залишатися основною причиною авіакатастроф і аварійних ситуацій на дорогах.

Тумани відносяться до небезпечних атмосферних явищ, що погіршують видимість, і роблять великий вплив не тільки на транспорт, а й на інші види народного господарства. З огляду на це, слід спрямувати зусилля на виявлення дійсних причин виникнення і розподілу туманів. Це дозволить більш точно враховувати ці характеристики при плануванні роботи транспорту та інших галузей. У великих містах все частіше туман поєднується з утворенням смогу, що вкрай несприятливо позначається на здоров'ї та самопочутті людей. Тому вивчення даної тематики є важливим і актуальним на сьогоднішній день

Детальна характеристика та виявлення закономірностей поширення туману на певній території дають уявлення про регіональні зміни клімату, які відбуваються протягом десятиліть, і можуть бути використаними при прогнозуванні даного явища.

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТУМАНІВ

Якщо конденсація водяної пари відбувається безпосередньо поблизу від земної поверхні, у приземному шарі атмосфери утворюється сукупність завислих у повітрі крапель, що приводить до зменшення горизонтальної дальності видимості. Якщо видимість менше 1 км – явище носить назву туману, якщо видимість більше 1 км, але менше 10 км – димки [3]. Поряд з поняттям димки існує поняття імлі, яка представляє собою сукупність зважених в повітрі твердих частинок, що погіршують видимість до 10 км і менш. Імла відрізняється від туману і димки тим, що відносна вологість в ній, як правило, значно менше 100% [6].

Найважливішою характеристикою туманів є їх водність. Абсолютною водністю туманів називають масу крапель води і кристалів льоду, що містяться в одиничному об'ємі повітря (найчастіше в 1 м³).

Питома, або масова водність – це маса крапель води і кристалів льоду в 1 кг повітря. Нерідко абсолютну водність називають просто водністю.

Водність тумана зростає зі збільшенням його інтенсивності. Максимальні значення водності туманів однієї і тієї ж інтенсивності при переході від позитивних температур до негативних зменшуються. З ростом температури може збільшуватися лише водність туманів охолодження (радіаційних і адвективних).

Випаровування води відіграє помітну роль в утворенні туману над озерами та річками восени, а також вночі, коли повітря при переміщенні з суші виявляється холодніше води. Однак основну роль в утворенні таких туманів грає радіаційне охолодження повітря. Випаровування лише підсилює ефект охолодження [6].

1.1. Класифікація туманів та умови їх утворення

Залежно від синоптичних умов утворення виділяють два типи туманів: внутримасові і фронтальні.

Залежно від основних фізичних процесів утворення тумани можна класифікувати таким чином:

1. Тумани охолодження:

1) радіаційні – поземні, низькі і високі;

2) адвективні – адвекція теплої повітряної маси, зниження хмар і переміщення туманної маси;

3) адвективно-радіаційні;

4) орографічні (гірських схилів, адіабатичні).

2. Тумани випаровування:

5) випаровування водою - випаровування арктичних морів, осінні (зимові) випаровування річок, озер, внутрішніх морів, а також випаровування крапель теплої дощу в холодному приземному шарі;

6) змішування (берегові);

7) водяний пил (водоспадів, морського прибою і т. п.).

3. Тумани, пов'язані з діяльністю людини:

8) міські;

9) морозні (селищні пічні, аеродромні);

10) штучні

Найбільше значення мають тумани охолодження. Часто різні фізичні процеси діють одночасно і розділити їх не представляється можливим. Наприклад, при адвективному охолодженні теплої повітряної маси вночі одночасно діє радіаційне охолодження, яке особливо велике при проясненнях. У зв'язку з цим виділено тип адвективно-радіаційних туманів, що виникають при адвекції теплої повітряної маси, коли вирішальний вплив на утворення туману надає нічне радіаційне охолодження [5].

2. МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ ТУМАНІВ

2.1. Прогноз радіаційних туманів

Радіаційні тумани утворюються завдяки нічному радіаційному охолодженню земної поверхні й прилеглому шару повітря та слабкому турбулентному перемішуванні. Ці умови створюються на протязі безхмарної та довгої ночі у відносно вологому повітрі, коли вихолодження приводить водяну пару до стану насичення[3].

Найбільш часто сприятливі умови для виникнення радіаційних туманів утворюються в антициклонах, їх відрогах, баричних утвореннях і сідловинах, рідше (головним чином влітку) – в полі зниженого тиску з невеликими баричними градієнтами.

Таким чином, при прогнозі радіаційних туманів необхідно враховувати тривалість нічного вихолодження, характер хмарного покриву (прогноз), швидкість і напрямок вітру (прогноз), вихідні значення температури і вологості повітря, характер стратифікації повітряної маси [2].

Оперативні методи прогнозу радіаційних туманів, їх іноді називають графічними, дозволяють визначити час утворення і розсіювання туману. По горизонтальній осі відкладається час, а по вертикальній – температура повітря (Т), точка роси (Td) і температура туманоутворення.

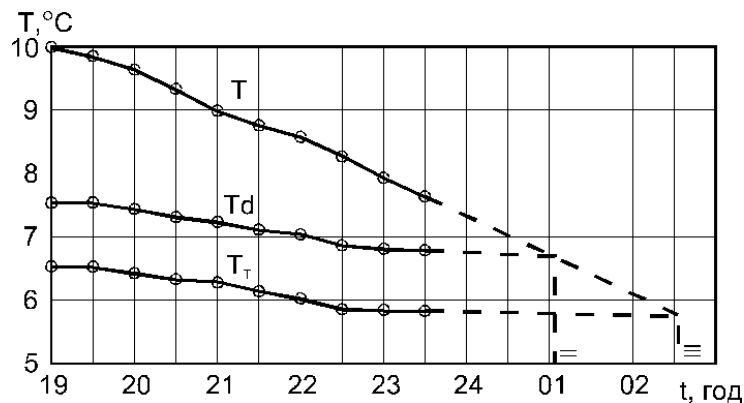


Рис. 2.1. Графічний спосіб, запропонований М.В. Петренко, для визначення часу утворення туману

На графік (рис.2.1) послідовно наносяться значення різних температур і з'єднуються відрізками прямих ліній, які потім продовжуються на декілька годин вперед за часом. Точка перетину ліній T і T_d відповідає часу утворення серпанку, а ліній T і T_r – туману.

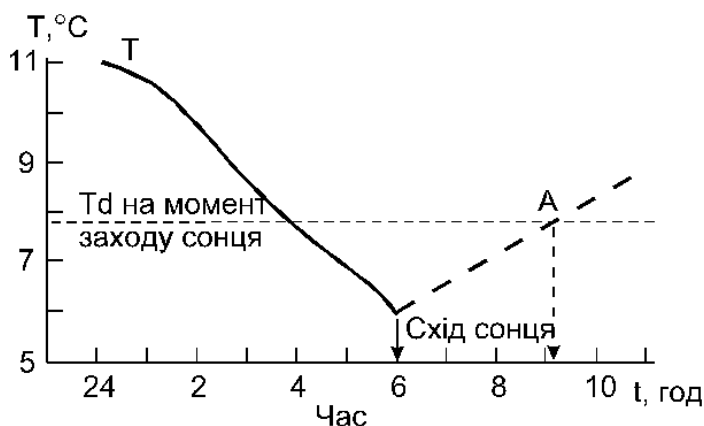


Рис. 2.2. Графічний метод прогнозу часу розсіювання туману

Час розсіювання радіаційного туману (практично завжди зникає після сходу Сонця) обумовлений тим проміжком часу, який знадобиться для прогріву повітря від поверхні землі, щоб T стала дорівнювати T_d при заході Сонця (рис.2.2). Точка А фіксує момент розсіювання туману.

При прогнозі часу розсіювання туману, природно, враховується синоптична ситуація, пора року і місцеві особливості розміщення (аеродрому, морського порту тощо). Влітку радіаційний туман розсіюється, як правило, через 1-2 год після сходу Сонця при безхмарному небі і через 2-3 год при наявності хмарності. Осінню тривалість туманів більша, ніж влітку; зимою в антициклонах при наявності потужного шару інверсії туман зберігається на протязі доби і більше. Посилення вітру, поява хмарності, адвекція температури і випадіння опадів можуть призвести до руйнування туману в будь-який час доби.

Успішність прогнозу радіаційного туману в значній мірі залежить від якості прогнозу синоптичної ситуації, мінімальної температури повітря, хмарності, вітру і врахування фізико-географічних особливостей району [2].

2.2. Прогноз адвективних туманів

Адвективні тумани виникають у теплій повітряній масі, яка переміщується на більш холодну підстильну поверхню і вихолоджується завдяки турбулентному і радіаційному теплообміну з цією поверхнею. Утворенню такого туману сприяють велика різниця між температурою підстильної поверхні та температурою повітря, вологість теплового потоку повітря та його велика відносна вологість, помірна швидкість вітру, помірно стійка температурна стратифікація й порівняно слабкий турбулентний обмін[3].

При прогнозі адвективних туманів необхідно враховувати переміщення вже наявних зон туману, адвективні зміни температури і точки роси в приземному шарі, можливість зниження хмар до поверхні землі, а також охолодження повітря в процесі нічного радіаційного охолодження [2].

Загальними умовами виникнення адвективних туманів є:

- дефіцит точки роси біля поверхні землі повинен бути незначним (при $D_0 > 3^{\circ}\text{C}$ тумани не утворюються);
- швидкість вітру біля поверхні землі не повинна перевищувати $8 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ (за винятком Донецької області); при більшій швидкості вітру відбувається руйнування приземної інверсії і туману.

Для прогнозу адвективних туманів можна скористатися декількома методами, наприклад І.В. Кошеленко, М.В. Петренко, Л.А. Ключникової, А.А. Шадріної, М.Я. Рацімора та інших[2].

Можливість утворення адвективного туману можна отримати за графіком (рис.2.3), по осі абсцис якого відкладена фактична різниця

температур ($T' - T$) на початку і в кінці траєкторії, а по осі ординат – очікувана швидкість вітру в пункті прогнозу. Метод дає добрі результати при завчасності прогнозу до 9 год [2].

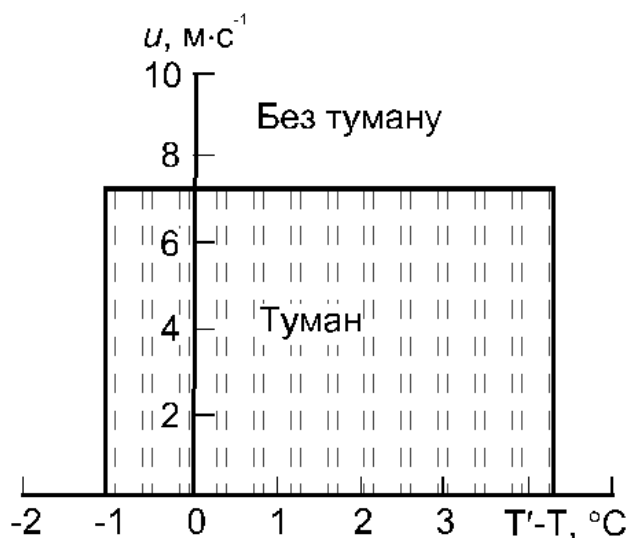


Рис. 2.3. Графік для прогнозу адвективного туману

Метод Напетваридзе використовується в південних районах східного узбережжя Чорного моря (рис.2.4).

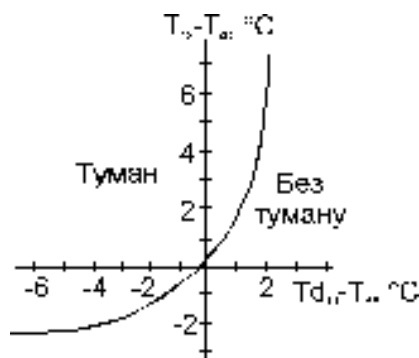


Рис. 2.4. Графік для прогнозу адвективних туманів за методом Напетваридзе

На графіку по вертикальній осі відкладається різниця температури повітря о 19 год (T_{19}) і температури води ($T_{в}$), а по горизонтальній – різниця точки роси і температури води за цей же строк ($Td_{19}-T_{в}$).

При прогнозі туману в приморських районах важливо враховувати наявність теплих і холодних морських течій, їх температуру і температуру повітря, що переміщується над ними.

Для визначення часу розсіювання адвективних туманів рекомендується знати ряд правил. Адвективні тумани розсіюються:

- після припинення адвекції тепла (поворот вітру);
- при радіаційному нагріванні туману після сходу Сонця (звичайне зростання температури);
- при радіаційному охолодженні туману;
- при посиленні приземного вітру до $8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ і більше;
- при зменшенні точки роси за рахунок конденсації і сублімації водяної пари на поверхні ґрунту або снігу;
- при випадінні опадів.

Розсіювання адвективного туману може відбуватися в будь-який час доби, частіш за все це відбувається через 3-5 год після сходу Сонця, іноді осінню – в другій половині дня, а зимою навіть вночі [2].

2.3. Прогнозування фронтального туману

При прогнозі фронтальних туманів синоптичних методом необхідно пам'ятати, що для виникнення туману потрібно, щоб одночасно виконувались наступні умови:

- температура на верхній межі фронтальної інверсії повинна бути більше 0°C ;
- різницю температур на верхній межі інверсії і у землі повинна бути більше або дорівнює 3°C ;
- дефіцит температури точки роси в холодному повітрі у землі поза зоною опадів не повинен перевищувати 2°C ;
- швидкість вітру у землі в холодному повітрі не повинна бути більше 6 м/с [1].

Для прогнозу фронтального туману можна також скористатися графіком (рис.2.5). По горизонтальній осі графіка відкладається або відносна вологість

R в пункті прогнозу, або дефіцит температури точки роси (T-Td), а по вертикальній осі – різниця температур ($T_{\text{інв}}-T$). У тих випадках, коли точка, відповідна вихідними даними, потрапляє в область туману, в прогнозі слід вказувати туман.

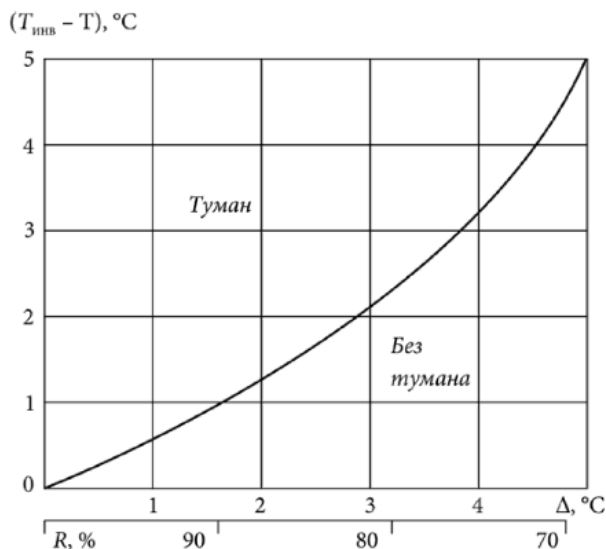


Рис.2.5. Графік для прогнозу фронтального туману

Час утворення і розсіювання фронтального туману можна визначити за швидкістю переміщення атмосферного фронту. Якщо ж фронтальний туман утворюється знову, то це звичайно відбувається через 0,5-1,0 год після проходження фронту.

Прогноз фронтальних туманів можна здійснювати за дискримінантними функціями виду:

$$L = T_{\text{інв}} - T_0 - (7,78 \cdot 10^{-2} D_{0 \text{ хол}}^2 + 0,67 D_{0 \text{ хол}}), \quad (2.1)$$

де $D_{0 \text{ хол}}$ – дефіцит точки роси в холодному повітрі.

Якщо при розрахунках виходить, що $L \geq 0$, то в прогнозі вказується туман.

Додатково для оцінки часу розсіювання фронтального туману необхідно враховувати зміну синоптичної ситуації, характер адвекції, турбулентного обміну та місцеві особливості [1].

3. ЧИННИКИ ФОРМУВАННЯ ТУМАНІВ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

3.1 Загальні положення

Україна знаходиться у центральній частині материка Євразія. Для її території характерні складні фізико-географічні умови, які впливають на формування погоди і клімату, таким чином забезпечуючи велику різноманітність його прояву. Це призводить до частого повторювання атмосферних явищ(зокрема туману), у тому числі й небезпечних і стихійних.

Територія України перерізана багатьма річками, головними з яких є Дніпро з чисельними притоками (найбільші з них Прип'ять і Десна), що перетинає країну і ділить її навпіл, на Правобережну і Лівобережну, а також Дністер, Південний Буг і Північний Донець, які належать до басейну Чорного і Азовського морів. Лише на крайньому заході прикордонні річки Сан і Західний Буг – притоки р. Вісла, впадають в Балтійське море [4].

Особливістю України є те, що на заході, сході і півночі переважають рівнини, на південному-заході і південному березі Криму – гірські масиви, а південні узбережжя омиваються водами Чорного і Азовського морів. Рівнинні ділянки забезпечують просування на територію України холодних повітряних мас з Арктики та сухих і посушливих повітряних мас із Азії.

Найчастіше тумани виникають на гірських вершинах Українських Карпат та Кримських гір за рахунок орографічного фактора підняття повітря схилами, що призводить до його адіабатичного охолодження. Найбільша кількість відмічається на південно-західних схилах Українських Карпат (Плай, 236 днів), які розташовані на шляху вологонесучих потоків. Водночас на південно-східних схилах (Пожежевська) їх кількість зменшується до 100 днів внаслідок розташування станції на підвітряному схилі [7].

У Кримських горах (Ай-Петрі) кількість днів з туманом становить 182. Значна кількість днів (80-115) відмічається на південних навітряних схилах

Донецької та Приазовської височин (Донецька та Луганська області). Тут їх збільшення зумовлено головним чином характером рельєфу, тобто орографічним фактором, а також забрудненням повітря промисловими викидами [7].

В Україні сприятливі умови для виникнення сильного туману створюються в жовтні (4%), коли активізуються процеси адвекції тепла та вологи над охолодженою земною поверхнею (рис.3.1).

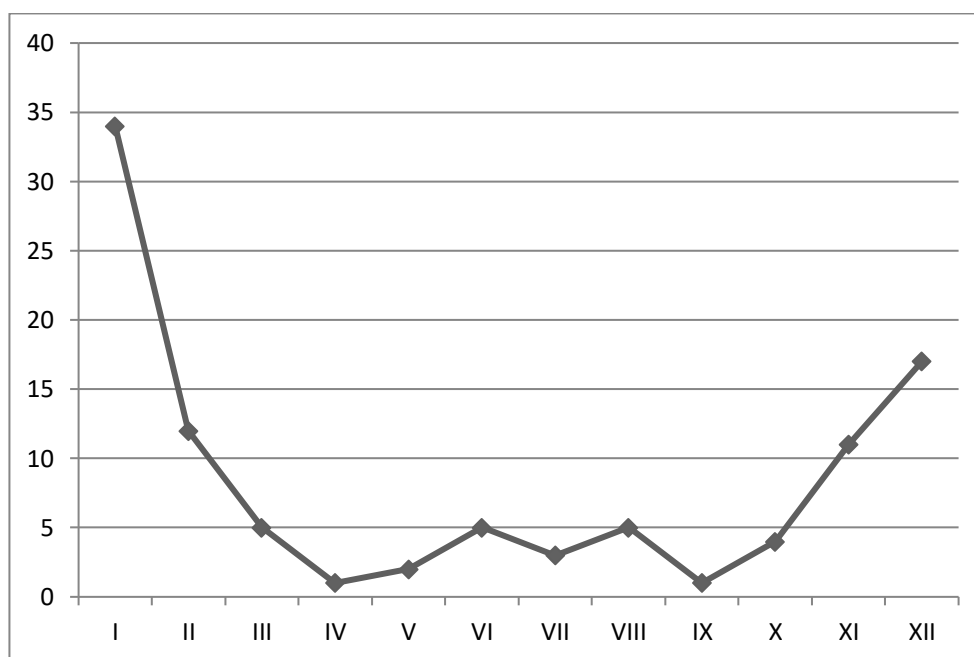


Рис.3.1. Повторюваність (%) сильного туману в окремі місяці

Поступово процес туманоутворення посилюється і досягає максимуму в січні (34%), потім він повільно затухає і у березні становить всього 5%. У літній сезон (травень-серпень) сильні тумани бувають лише в Українських Карпатах на північно-східних схилах (Пожежевська), чому сприяють як циркуляційні, так і місцеві умови. [7].

3.2 Циркуляційні процеси

Одним із великомасштабних чинників утворення туману є загальна циркуляція атмосфери.

Однією зі складових загальної циркуляції атмосфери є циклональна та антициклонна діяльність, яка постійно виникає і зникає. Вона істотно впливає на міжширотний обмін повітряних мас.

Циркуляційні процеси України суттєво різняться в окремі сезони року, що накладає відбиток на розподіл атмосферного тиску, режиму хмарності і опадів, вітру та ін. [4].

На Україні виділяють три характерні особливості циркуляції:

- послаблення активності атмосферних процесів;
- різноманітність і складність сезонних змін циркуляції;
- послаблення циклонічної діяльності і посилення антициклонічної.

Кліматоутворювальна роль циркуляційного фактора помітно переважає в холодне півріччя. Взимку на Україні, особливо в більш високих широтах, дуже розвинута циклонічна діяльність і її територія знаходиться на південній периферії циклонів, що пересуваються, головним чином, зі східною складовою. Саме в цей сезон більшість циклонів перетинають територію України, що визначає інтенсивний міжширотний обмін повітря. Звичайно, це західні, північно-західні і південно-західні циклони. Останні приходять з районів Чорного моря, Малої Азії, півночі Італії, так звані “південні” циклони, які пов'язані з середземноморською гілкою полярного фронту, інші з центральних районів Європи.

Весняний сезон характеризується підвищенням ролі радіаційного фактора і посиленням впливу підстильної поверхні. Завдяки зменшенню температурних контрастів між морем і суходолом послаблюються процеси адвекції. У зв'язку з поступовим прогріванням Євразійського материка

відбувається руйнування східного Азіатського (Сибірського) антициклону, а над Атлантикою розвивається Азорський антициклон[4].

Виступ Азорського антициклону і окремі його ядра поступово поширюються на Європейський континент. Над Україною вони представлені у вигляді виступів, орієнтованих із заходу на схід. Це часто зумовлює теплу сонячну погоду без опадів. Повторюваність північно-західних циклонів весною зменшується, південні і південно-західні циклони виходять на західні райони України.

Влітку на Україні спостерігається висока інтенсивністю сонячної радіації, зменшення баричних градієнтів і послаблення адвекції. Розвивається Азорський максимум, виступ якого поширюється далеко на схід. Антициклони його походження через Британські острови і Біскайську затоку виходять на Європейський континент і йдуть далі, через Україну, на схід і південний схід.

В осінній сезон Азорський кліматичний антициклон значно слабшає. Замість нього в жовні-листопаді починається розвиток Сибірського антициклону, в систему якого також входять антициклони, що переміщуються з заходу. Одночасно в другу половину осені, внаслідок збільшення контрасту температури між суходолом і морем, спостерігається посилення циклонічної діяльності. Зростає повторюваність південних і західних циклонів, які приносять на Україну вологе повітря з Атлантики і Середземного моря і зумовлюють на більшій частині території України похмуру з дощами погоду і утворення туманів [4].

4. МЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ УТВОРЮВАННЯ ТУМАНІВ НА АМСЦ ХЕРСОН

В основу дослідження умов утворення туманів на території АМСЦ Херсон покладено метеорологічну інформацію, яка була отримана за строковими спостереженнями за холодний (листопад-березень) й теплий (квітень-жовтень) періоди. Була досліджена повторюваність туманів по роках з 2009 по 2019 рр. Також був проведений аналіз синоптичних ситуацій при утворенні туману. Для цього були використані приземні карти погоди та карти АТ-850.

У таблиці 4.1 наведена загальна повторюваність туманів за період 2009-2019 рр на АМСЦ Херсон. Дана таблиця показує, що в холодний період спостерігалася більша кількість туманів, ніж в теплий – 351 випадок (в середньому 32). На теплий період року припадає 127 випадків з туманом (в середньому 12). Найбільше туманів в холодний період спостерігалось в 2018 році (57), а в теплий в 2019 році (20).

За весь період 2009-2019 було 478 випадків з туманом (в середньому припадає 44 на рік). Найбільша кількість туманів за рік була в 2019 році – 76 випадків.

З рис.5.1 видно, що найбільша ймовірність виникнення туманів в грудні місяці (20%).

Також в січні і лютому (по 16%). Невелика вірогідність виникнення туманів в травні (4%) і в вересні (5%). Мінімум в червні і в серпні (по 0.4%).

Таблиця 4.1 – Загальна повторюваність туманів за період 2009-2019 рр.
на АМСЦ Херсон

Рік/ Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Холод ний пер.	Тепли й пер.	Рік
2009	13	7	2	4	-	2	-	-	3	6	9	10	41	15	56
2010	5	6	3	4	3	-	-	-	-	2	5	7	26	9	35
2011	8	-	3	1	2	-	-	-	2	4	2	10	23	9	32
2012	3	1	1	3	2	-	-	-	4	2	7	5	16	11	27
2013	5	4	3	2	-	-	-	-	2	8	8	5	25	12	37
2014	4	7	5	1	4	-	-	-	-	3	6	7	29	8	37
2015	11	5	3	-	-	-	-	-	2	4	6	5	30	6	36
2016	4	8	4	3	4	-	-	-	2	7	3	5	24	16	40
2017	2	5	4	3	-	-	-	-	3	3	7	6	24	9	33
2018	10	8	10	3	2	-	-	-	3	4	13	16	57	12	69
2019	11	12	5	4	-	-	-	2	4	10	10	18	56	20	76
Сума	76	63	43	28	17	2	-	2	25	53	76	94	351	127	478
Середн.	7	6	4	3	2	-	-	-	2	5	7	9	32	12	44
Імовір ність (%)	16	13	9	6	4	0,4	-	0,4	5	11	16	20	73	27	100

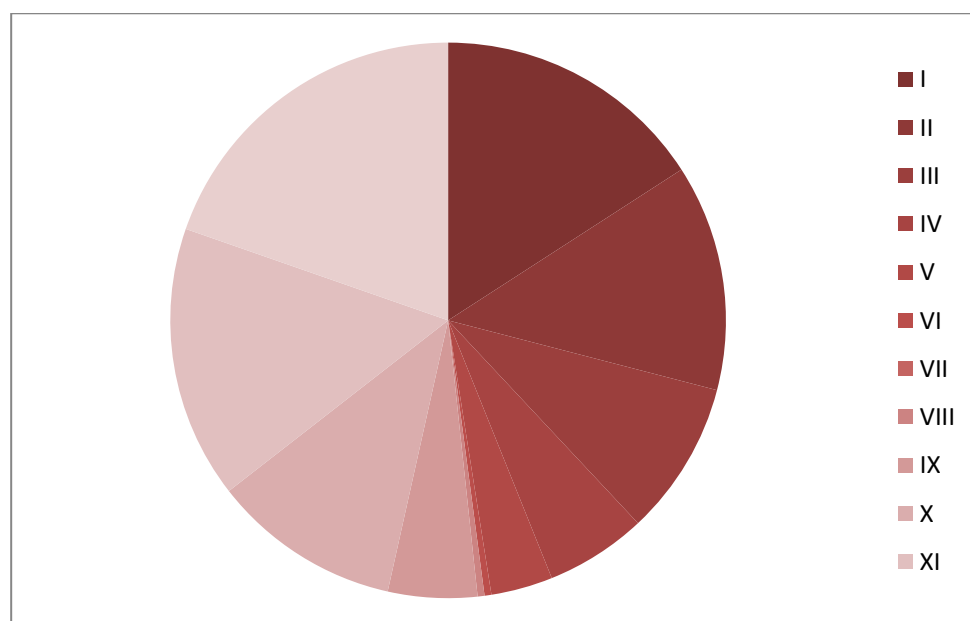


Рис.4.1. Імовірність туману в холодний і теплий період на АМСЦ Херсонпо місяцях (%)

Наявність туману знаходиться в прямій залежності від температури і вологості повітря. У табл. 4.2 представлена повторюваність туманів при різних значеннях температури.

Таблиця 4.2 – Повторюваність туманів (%) в залежності від температури їх утворення по сезонам

Сезон	Діапазон температур, °С									
	< -20	-15..-20	-10..-14	-5..-9	-0..-4	0..4	5..9	10..14	15..18	>18
Зима	0,2	0,2	0,7	3,5	7,8	24,7	11,1			
Весна					0,9	5,8	6,5	6	0,5	
Літо								0,2	0,2	
Осінь					1,6	5,3	9,2	10,1	4,2	0,9
Всього	0,2	0,2	0,7	3,5	10,3	35,8	26,8	16,3	4,9	0,9

З наведених у табл. 4.2 даних видно, що найбільш сприятливою температурою для утворення туману є температура в діапазоні від 0 до +4°С (35.8%), тобто в районі Херсона утворюються переважно теплітумани.

Найбільш теплі тумани спостерігаються восени: при температурі більше 18 °С – 0.9%, в діапазоні 15..18°С – 4.2%, 10..14°С – 10.1%.

Можливе утворення туманів при більш низьких температурах, однак кількість їх з пониженням температури зменшується. При температурах в діапазоні -15..-20°С та нижче -20°С вони складають всього 0.2%.

Таблиця 4.3 – Максимальні та мінімальні температури при яких можливе утворення туману по сезонам на АМСЦ Херсон

Сезон	Максимум	Мінімум
Зима	9,2°С	-20,4°С
Весна	16,9°С	-2,0°С
Літо	18,0°С	12,3°С
Осінь	18,7°С	-4,0°С

Крайні значення температури при яких можуть спостерігатися тумани на території АМСЦ Херсон: від $-20,4^{\circ}\text{C}$ до $+18,7^{\circ}\text{C}$.

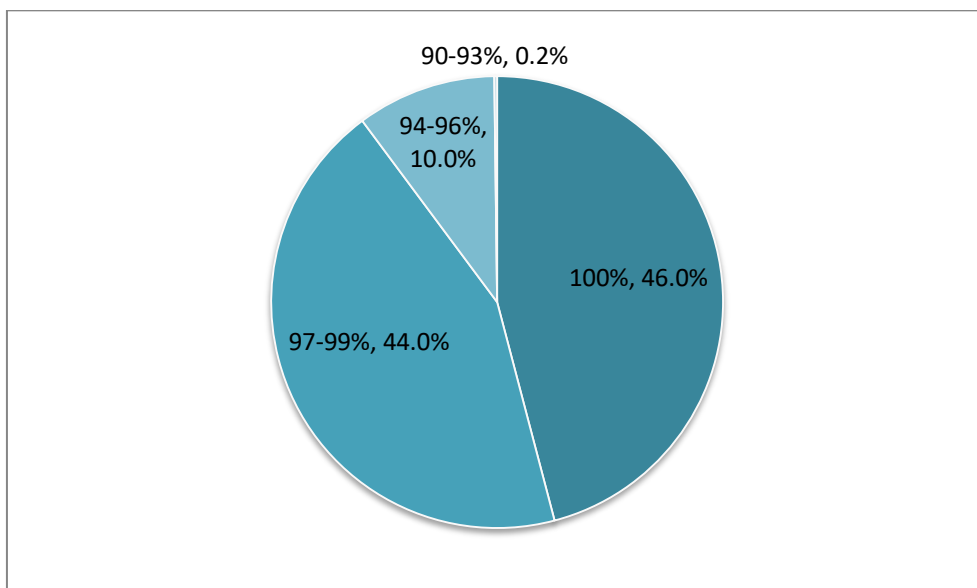


Рис.4.2. Повторюваність в (%) різних значень відносної вологості перед початком туману

Згідно рис.4.2 у 46% випадків початок туману супроводжується вологістю 100%. У 44% випадків на початку явища вологість складає 97-99%.

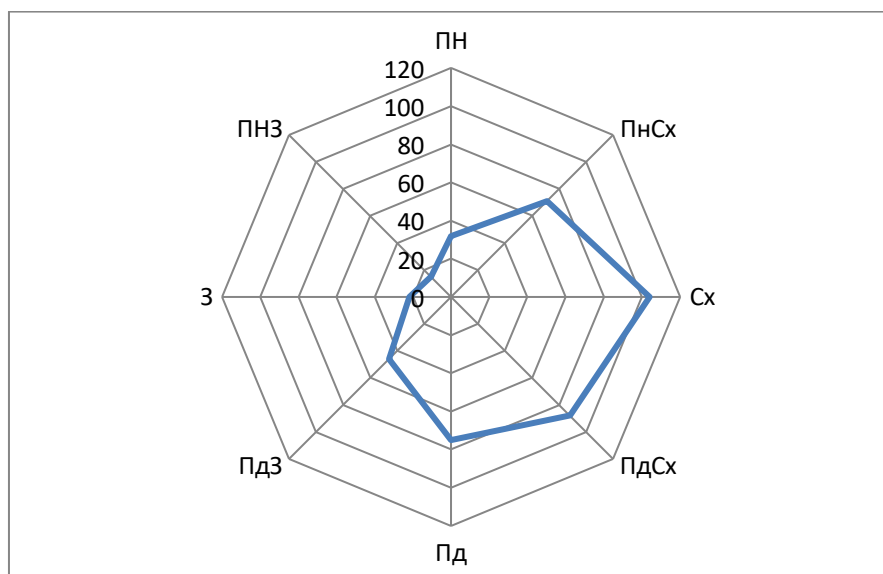


Рис.4.3. Повторюваність різних напрямків вітру в туманну погоду на АМСЦ Херсон (2009-2019рр)

Найчастіше тумани на АМСЦ Херсон спостерігаються при східному вітрі. Також простежується переважання північно-східних та південно-східних напрямків вітру у туманну погоду (рис.4.3).

Таблиця 4.4 – Повторюваність (%) різних синоптичних ситуацій в туманну погоду на АМСЦ Херсон

Місяць/ Син. ситуація	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Всього
Циклон	5,6	3,1	1,3	1,3	1,6	-	-	-	0,5	0,2	1,6	3,4	18,6
Теплий сектор циклону	1,3	0,7	0,9	0,7	0,2	-	-	-	0,2	0,2	1,3	1,1	6,6
Улоговина	3,1	3,1	2,0	0,5	0,2	-	-	0,2	0,2	1,3	2,0	3,4	16,0
Антицикло н	2,5	0,9	1,3	1,8	1,6	0,2	-	-	3,1	4,5	4,3	3,4	23,6
Гребінь	2,5	3,0	2,5	0,2	0,5	-	-	0,2	0,5	1,6	5,4	3,6	20,0
Хол. фронт	-	0,2	0,7	0,5	-	0,2	-	-	0,5	0,9	0,7	0,2	3,9
Тепл. фронт	4,5	2,0	0,5	0,2	0,2	-	-	-	-	0,7	0,7	0,2	9,0
Фронт оклюзії	0,2	0,9	0,2	0,2	-	-	-	-	-	0,5	0,2	0,2	2,4

З даних (табл. 4.4) видно, що на АМСЦ Херсон більша кількість випадків з туманом спостерігалась під час антициклону - 23,6%. Як правило, це радіаційні тумани, що виникають вночі за безхмарної погоди.

У січні найбільша вірогідність формування туманів під час циклону – 5.6%, у лютому – коли спостерігається циклон або улоговина– витягнута частина циклону (3.1%). У березні найбільший відсоток туманів формується, коли над територією гребінь – витягнута частина антициклону (1.8%), а у квітні, травні, вересні та жовтні при антициклоні. У листопаді та грудні тумани переважають, коли спостерігається гребінь антициклону.

Таблиця 4.5 –Кількість випадків з туманом при різних синоптичних ситуаціях за теплий та холодний період на АМСЦ Херсон (2009-2019 рр.)

Синоптична ситуація	Холодний період	Теплий період	Всього
Теплий фронт	39	5	48
Холодний фронт	8	9	17
Фронт оклюзії	8	3	11
Циклон	64	17	81
Улоговина	67	11	78
Теплий сектор	19	6	25
Антициклон	55	50	105
Гребінь	79	13	92

Аналізуючи дані таблиці 4.5 можна зробити висновок, що за холодний період на АМСЦ Херсон найбільше всього туманів, коли над територією спостерігається гребінь антициклону (79 випадків). Найменше випадків з туманом у холодний період року було зафіксовано під час холодного фронту та фронту оклюзії (по 8 випадків).

За теплий період найбільша кількість туманів нараховується під час антициклону (50 випадків), а найменше туманів у теплий період спостерігається, коли над Херсонщиною панує фронт оклюзії (3 випадки).

Загалом на АМСЦ Херсон більше всього туманів було під час проходження антициклону. Такі тумани є радіаційними. Утворюються вони, як правило, увечері або вночі за тихої безхмарної погоди, внаслідок радіаційного охолодження земної поверхні й маси вологого приземного повітря до точки роси.

4.1 Аналіз синоптичних ситуацій при утворенні туманів

Тумани перешкоджають нормальній роботі авіації, тому прогноз туманів має велике значення. Тумани на АМСЦ Херсон прогнозуються методом Зверєва.

Розглянемо синоптичні ситуації, характерні для утворення туману.

Перша ситуація. 10 грудня 2019 року над територією України спостерігається південна периферія антициклону, центр якого знаходиться над південним заходом Росії. По Україні спостерігалися тумани і серпанки на більшій частині території (Додаток А), що також можна побачити з супутникового знімка (Додаток Б).

О 15:05 годині 10.12.19 на АМСЦ Херсон розпочався туман і тривалість його була 21:39 год. Почався він при південно-східному вітрі зі швидкістю 3 м/с. Мінімальна горизонтальна видимість була 100 м. Вертикальна видимість коливалася від 40 до 60 м. Вертикальна видимість вказується, коли небо закрите і характеристики хмарності не можуть бути оцінені.

Температура повітря на момент утворення туману була +4.8°C. На карті АТ-850 можна побачити, що з 10 на 11 грудня спостерігалось пониження температури над півднем України (Додаток В), що сприяло утворенню туману за рахунок перемішування холодного повітря на висоті 1500м і теплого у землі.

Такі тривалі тумани класифікуються як адвективні.

Друга ситуація. 02.02.2018 о 15:18 було зафіксовано початок туману при температурі повітря 9.2°C. Закінчилось явище 03.02.2018 о 6:00, загальна тривалість 14:42 год. На картах АТ-850 видно, що з 2 на 3 лютого відбулось підвищення температури (Додаток В). Вітер був південного напрямку, з коливанням швидкості від 1 до 4 м/с. Мінімальна горизонтальна видимість складає 100 м, а вертикальна видимість коливалась від 30 до 50 м.

З 2 на 3 лютого 2018 року над півднем України спостерігалась улоговина циклону, центр якого розташований над північною частиною Центральної Європи (Додаток А). На території України була переважно похмура погода, з туманами та серпанками.

Третя ситуація. 13 грудня 2017 року о 19:20 почався туман, з мінімальною видимістю 500 м, вертикальна видимість була 60-80м. Температура повітря на початок туману була 5.7 °С, вітер південно-західний,

2-3 м/с. Розсіявся туман 14 грудня о 7:10 год. В ніч з 13 на 14 грудня відбулося незначне пониження температури повітря (Додаток В).

13.12.2017 на території України спостерігалась улоговина циклону, з центром над північною частиною Скандинавії. Також відзначалось проходження теплого фронту (Додаток А). Так як теплий фронт рухається повільно, туман був досить тривалим – 11:50 год. 14.12.2017 спостерігалось проходження холодного фронту на заході від півдня України (Додаток А). Видимість, як правило, покращується, оскільки за холодним фронтом вторгається більш чисте та менш вологе повітря.

Четверта ситуація. 04.02.2016 був туман з 5:00 до 17:10 год. Мінімальна горизонтальна видимість була 200 м, значення вертикальної – від 30 до 80 м. Температура повітря 2.1°C, вітер східного напрямку зі швидкістю 2 м/с.

В цей день над півднем України спостерігався циклон з центром над південно-східною Європою і проходження теплого фронту, через що погода була похмурою та туманною А). Під час туману відмічається зростання температури повітря з 2°C до 5°C (Додаток В).

Даний туман відноситься до фронтальних, так як виник безпосередньо під час проходження атмосферного фронту.

П'ята ситуація. 21 січня 2015 року о 2:10 був зафіксований початок туману, який протримався майже весь день, до 22:15 год. Мінімальна горизонтальна видимість була 200 м. Вертикальна видимість коливалася від 30 до 70 м. Температура повітря на момент утворення туману була +1.5°C. Напрямок вітру змінювався від східного до північно-східного, зі швидкістю 1-3 м/с.

21.01.2015 над південною частиною України спостерігався гребінь антициклону, центр якого розташований над Східною Європою (Додаток А). Протягом усієї доби тримався теплий фронт над Півднем України, що зумовило наявність достатньо тривалого туману – 20:05 год. Поблизу теплого фронту зазвичай хмари опускаються і переходять в шаруваті (St), а

досягнувши поверхні землі, - в туман. Температура протягом дня майже не змінилась (Додаток В).

Шоста ситуація. Найбільш тривалий туман за період 2009-2019рр. спостерігався з 8 на 9 грудня 2014 року тривалістю 30:15 год, досягнувши мінімальної видимості 200м. Почався о 03:05 год. 9 грудня, при південно-східному вітрі зі швидкістю 1 м/с. Значення вертикальної видимості коливалися від 30 до 80 м. Температура повітря перед початком туману була - 0.1°C, відносна вологість 97 %.

Цей туман адвективного походження, так як виник унаслідок охолодження теплого вологого повітря під час його руху над холоднішою поверхнею. Адвективні тумани стійкіші за радіаційні, і часто не розсіюються вдень, навіть за наявності слабкого вітру.

8 грудня 2014 року синоптична ситуація була така: над територією України розташований гребінь антициклону, центр якого знаходиться над заходом Росії (Додаток А). Також спостерігається теплий фронт, що надходить від району Балканського півострова та півдня Чорного моря.

9 грудня в 00 UTC над Південною Україною розташована улоговина циклону, який поширився з районів південної Європи та теплий фронт, який прийшов з півдня Чорного моря через райони Малої Азії (Додаток А). Тумани, що утворилися на території України, є переважно адвективними, адже адвективні тумани, зазвичай, виникають за похмурої погоди і найчастіше у теплих секторах циклонів, в теплих повітряних масах насичених вологим морським повітрям.

На картах АТ-850 видно (Додаток В), що температура над даною територією в період з 08.12.14 на 09.12.14 коливалася від 2°C до 5°C.

ВИСНОВКИ

1. Аналізуючи дані спостережень, можна сказати, що за період з 2009 по 2019р на АМСЦ Херсон було зафіксовано 478 випадків з туманом. В середньому припадає 44випадків на рік. Найбільша кількість туманів за рік була в 2019 році - 76 випадків.

2. В холодний період року туманів спостерігається більше, ніж в теплий. На холодний період припадає 73% випадків з туманом, а на теплий – 27%випадків.

3. Сприятливою температурою для утворення туману на території Херсону є температура в діапазоні від 0 до +4°C (35.8%).Найбільш теплі тумани спостерігаються восени: при температурі більше 18 °С – 0.9%, в діапазоні 15..18°C – 4.2%, 10..14°C – 10.1%.Можливе утворення туманів при більш низьких температурах, однак кількість їх з пониженням температури зменшується. При температурах в діапазоні -15..-20°C та нижче -20°C вони складають всього 0.2%.

4. Максимальна та мінімальна температури при яких можуть спостерігатися тумани на території АМСЦ Херсон: від -20,4°C до +18,7°C.

5. Найбільша кількість випадків с туманом починалась при значенні відносної вологості 100%. У 44% випадків на початку явища вологість складає 97-99%.

6. У туманну погоду найчастіше спостерігався східний напрямок вітру. Також простежується переважання північно-східних та південно-східних напрямків.

7. Аналізуючи синоптичні ситуації у туманну погоду, можна зробити висновок, що більша кількість туманів спостерігалась під час антициклону - 23,6%. Як правило, це радіаційні тумани, що виникають вночі за безхмарної погоди.

У січні найбільша вірогідність формування туманів під час циклону – 5.6%, у лютому – коли спостерігається циклон або улоговина – витягнута

частина циклону (3.1%). У березні найбільший відсоток туманів формується, коли над територією гребінь – витягнута частина антициклону (1.8%), а у квітні, травні, вересні та жовтні при антициклоні. У листопаді та грудні тумани переважають, коли спостерігається гребінь антициклону.

8. Розглядаючи синоптичні ситуації більш детально, бачимо, що досить тривалі тумани спостерігаються, якщо над територією циклон та в основному при проходженні фронтів.

Для утворення фронтального туману необхідно, щоб швидкість руху фронту не перевищувала декількох метрів в секунду. Зазвичай це теплий фронт або повільний холодний фронт, званий анафронтом. Найчастіше тумани утворюються в холодному повітрі безпосередньо перед теплим фронтом [11].

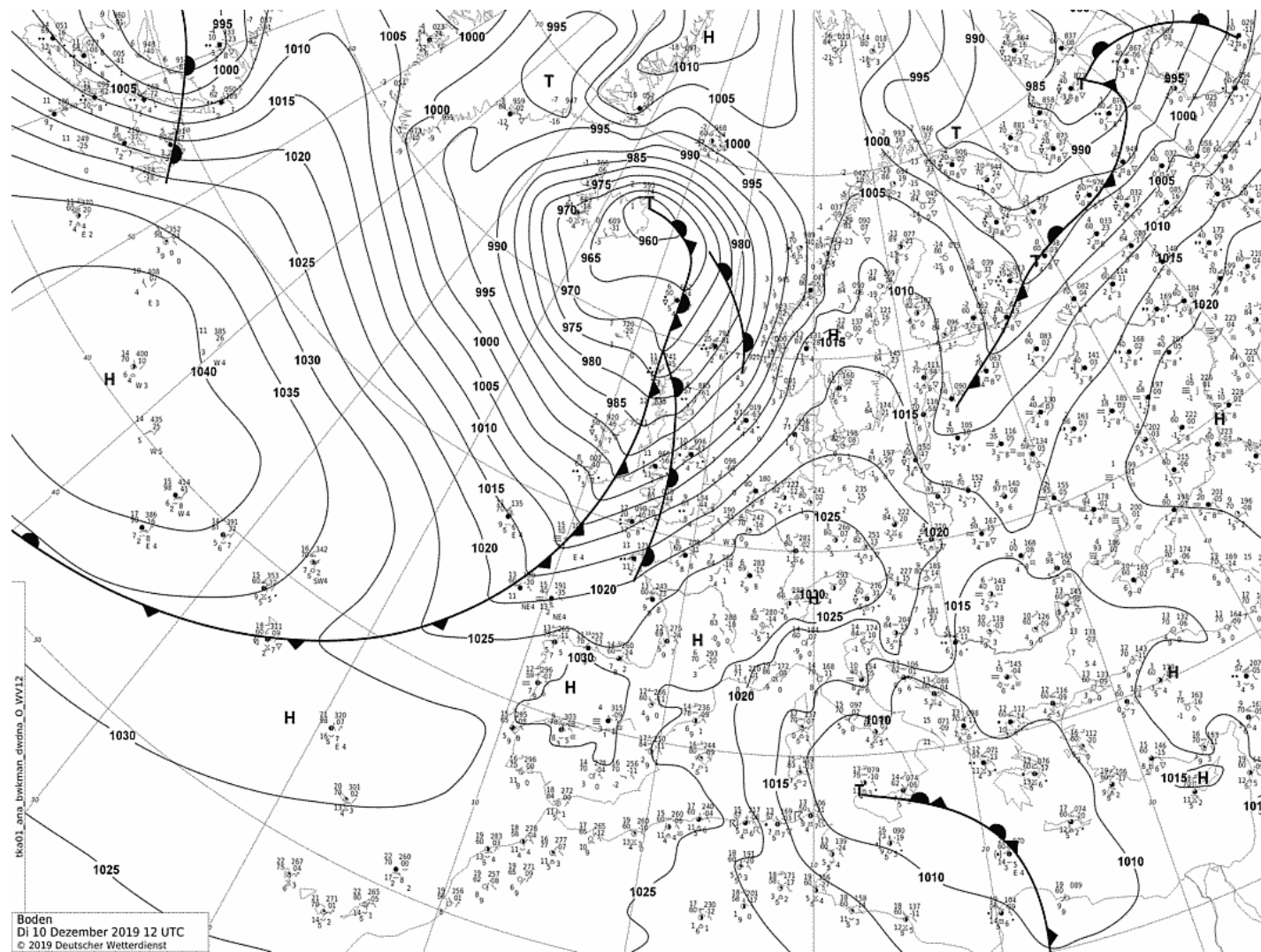
Так як теплий фронт рухається повільно, такий туман може бути дуже тривалим (існувати одиниці - десятки годин) і займати великі території.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

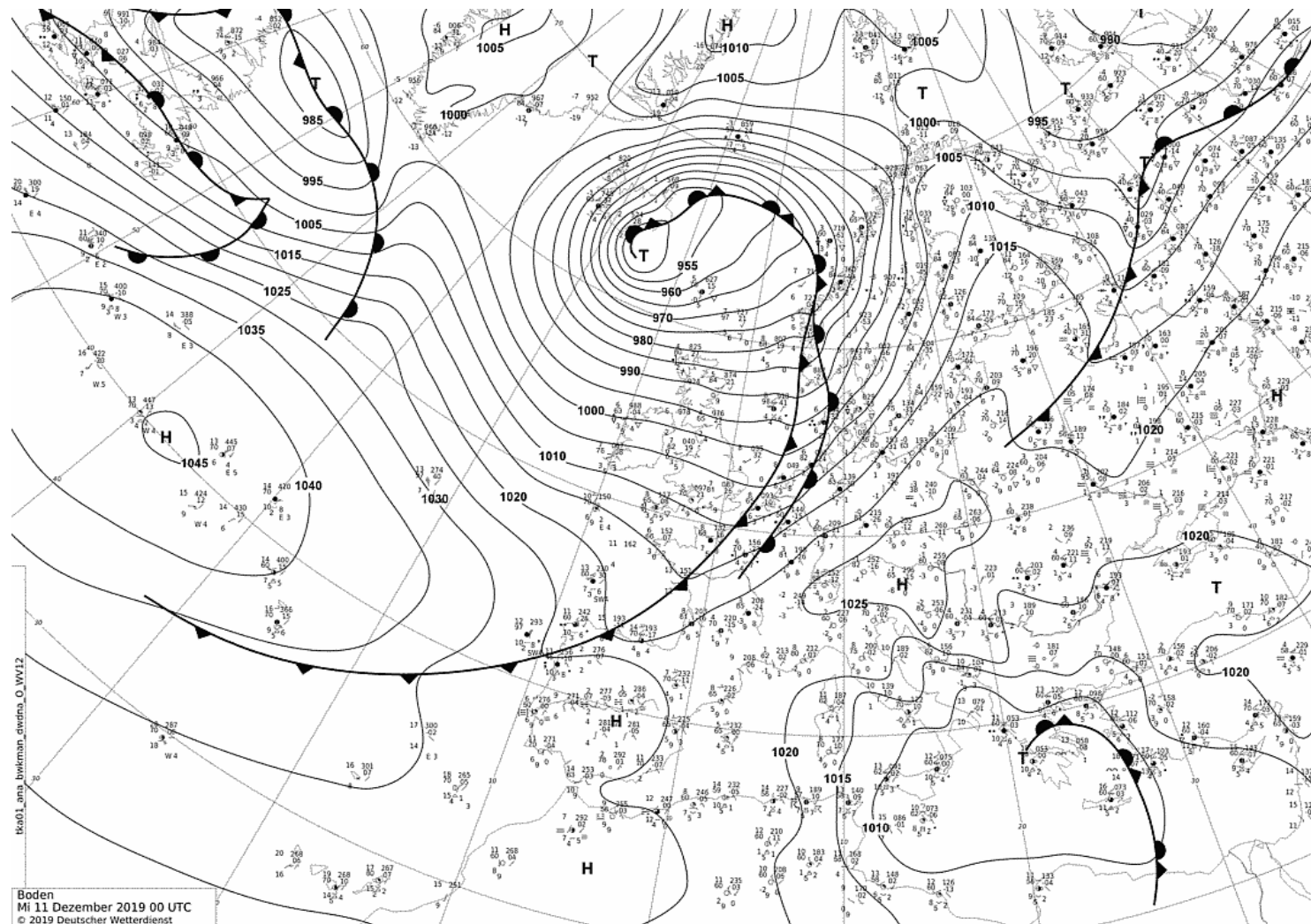
1. Богаткин О.Г. Авиационные прогнозы погоды. 2-е изд., стереотипное. СПб. БХВ-Петербург. 2010. 288 с.
2. Богаткин О.Г. Информационно-справочная книга авиационного метеоролога. СПб. 2010. 220 с.
3. Волошина Ж.В., Волошина О.В. Фізика атмосфери (задачі і вправи): Навчальний посібник / Київ: "КНТ". 2005. 254 с.
4. Врублевська О.О., Катеруша Г.П. Навчальний посібник з дисципліни «Клімат України та прикладні аспекти його використання» Одеса: ОДЕКУ, 2012. – 180 с.
5. Зверев А. С. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеиздат. 1977. 712 с.
6. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. Л.: Гидрометеиздат. 1984. 752 с.
7. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005рр.) / За ред. В.М. Липінського, В.І. Осадчого, В.М. Бабіченко./К.: Ніка-Центр. 2006. 312 с.
8. Щоденники погоди АВ-6 по аеродрому Херсон (2009-2019рр.)
9. URL: http://www1.wetter3.de/archiv_dwd_dt.html(дата звернення 15.10.2020)
10. URL: <https://studfile.net/preview/7072368/page:6/>(дата звернення 15.10.2020)

ДОДАТКИ

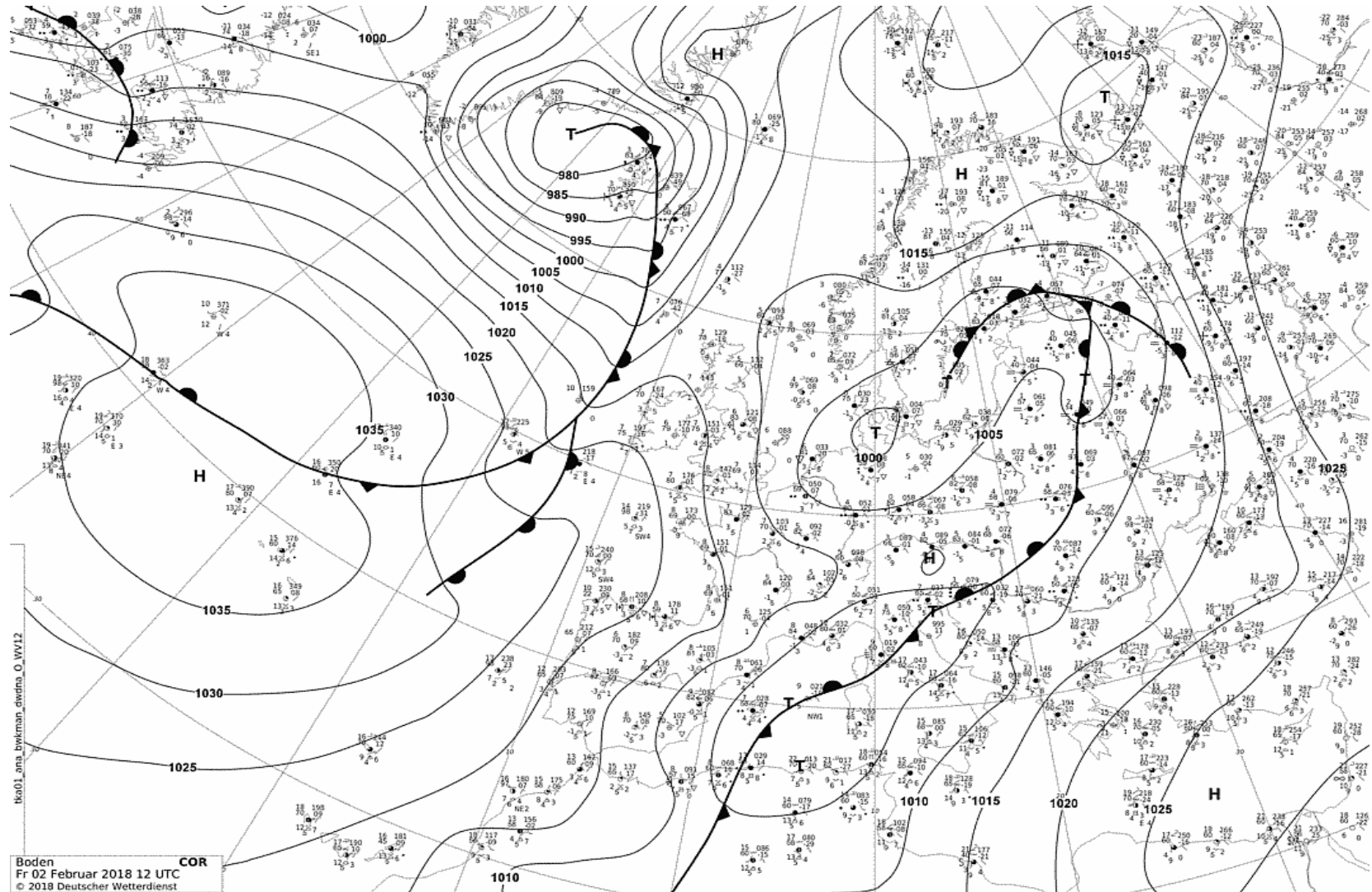
ДОДАТОК А.1. ПРИЗЕМНА КАРТА ПОГОДИ ЗА 10.12.2019 12:00 UTC



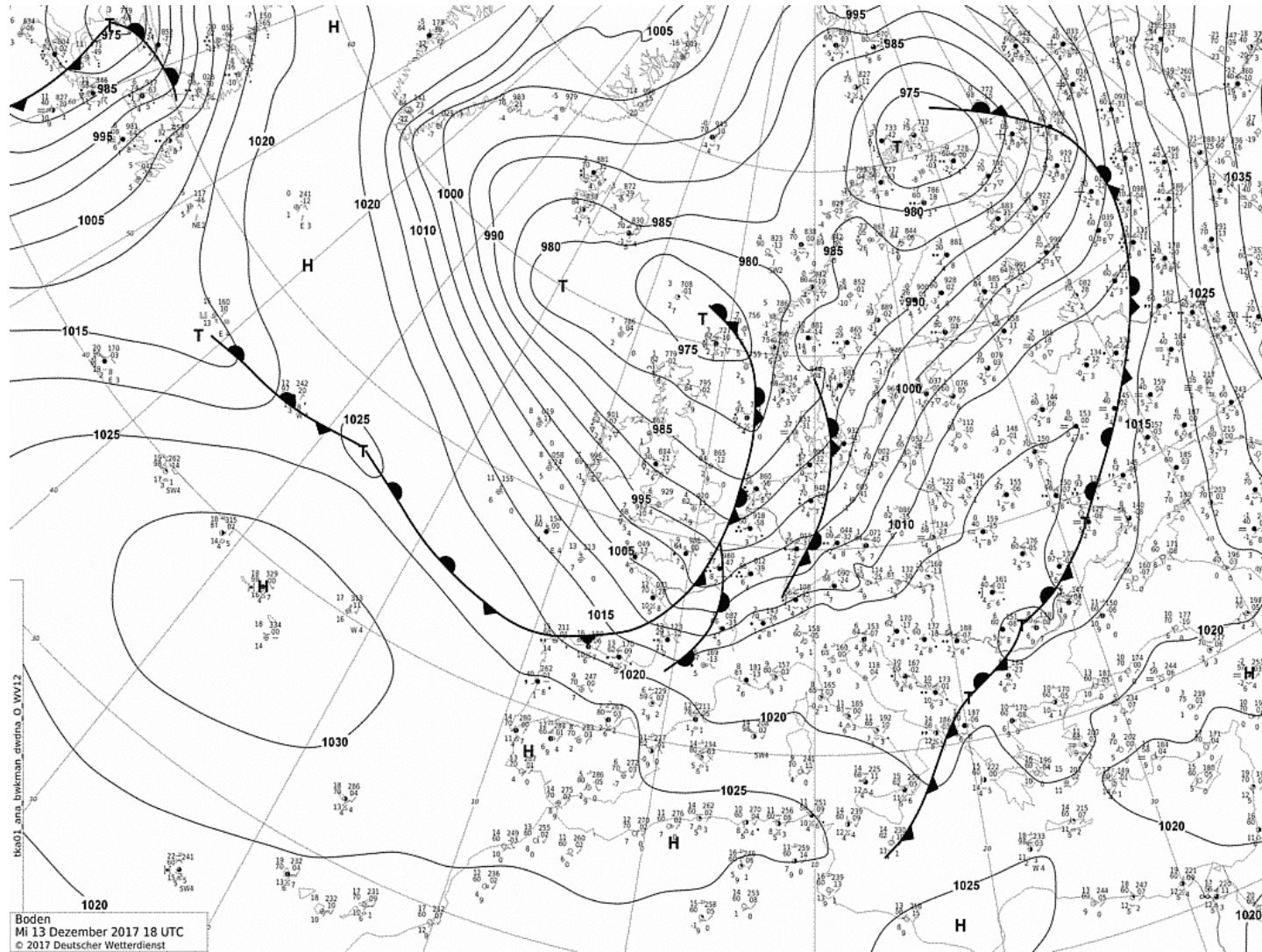
ДОДАТОК А.2. ПРИЗЕМНА КАРТА ПОГОДИ ЗА 11.12.2019 00 UTC



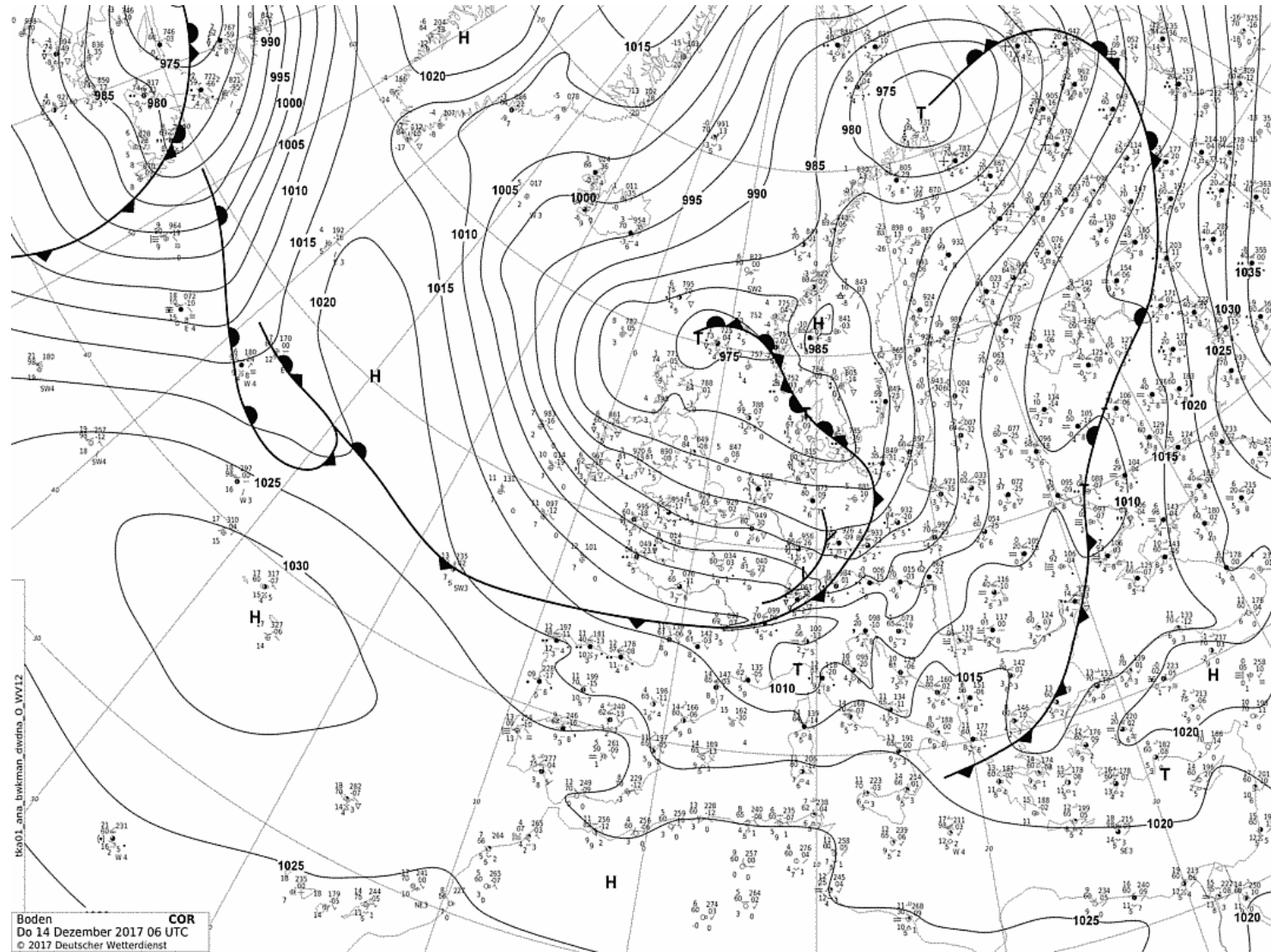
ДОДАТОК А.3. ПРИЗЕМНА КАРТА ПОГОДИ ЗА 02.02.2018 12:00 UTC



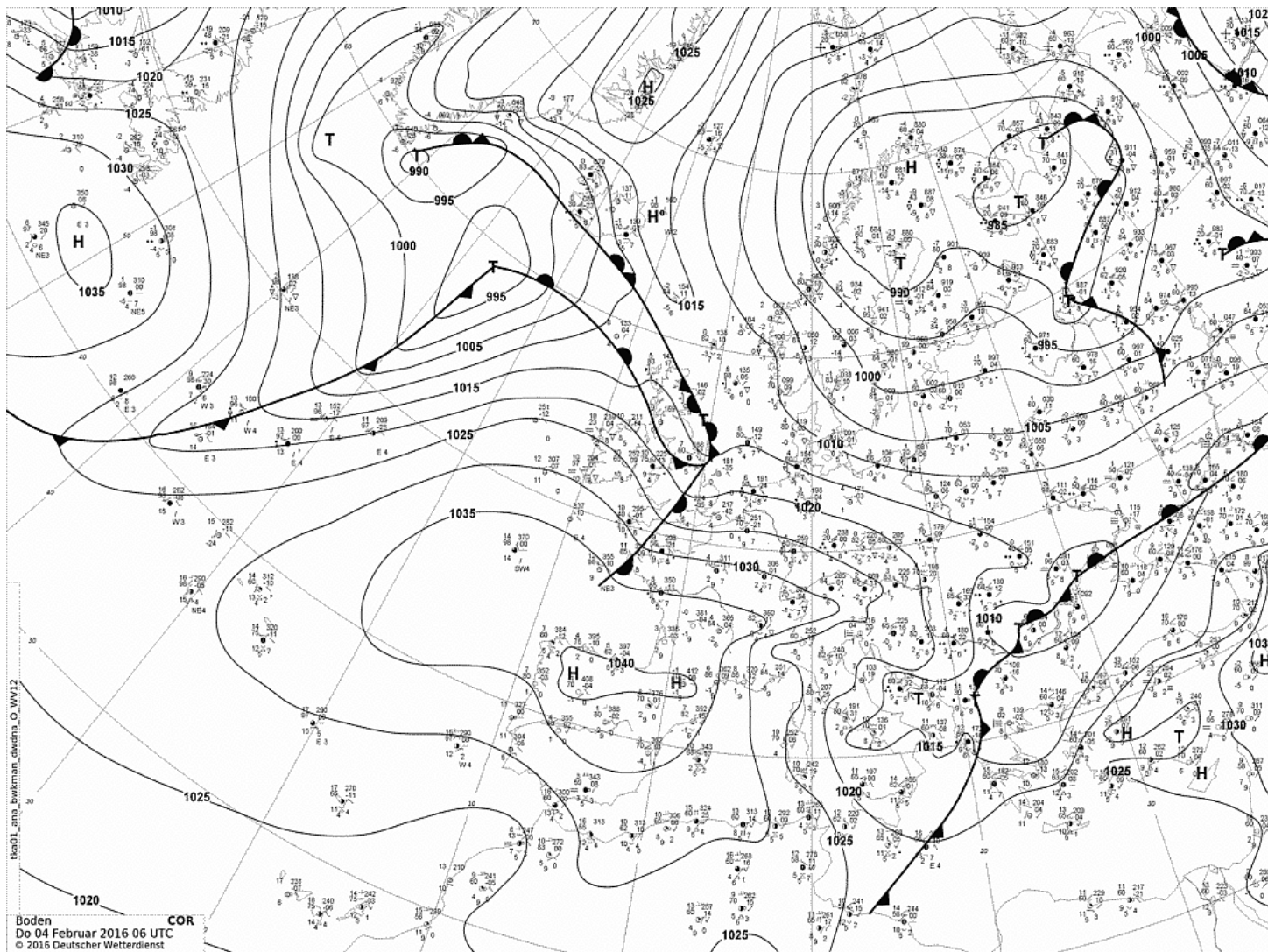
ДОДАТОК А.5. ПРИЗЕМНА КАРТА ПОГОДИ ЗА 13.12.2017 18:00 UTC



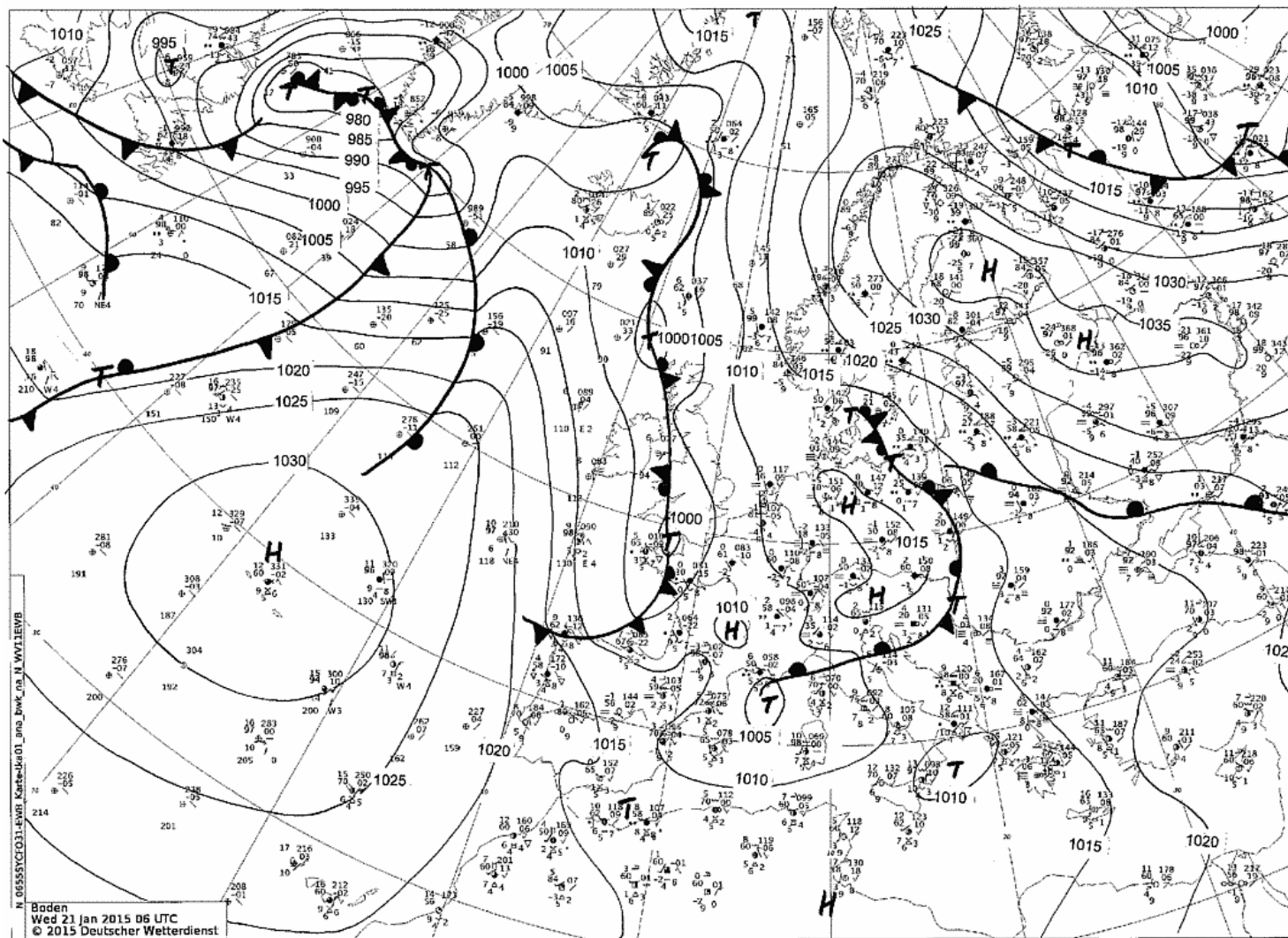
ДОДАТОК А.6. ПРИЗЕМНА КАРТА ПОГОДИ ЗА 14.12.2017 06:00 UTC



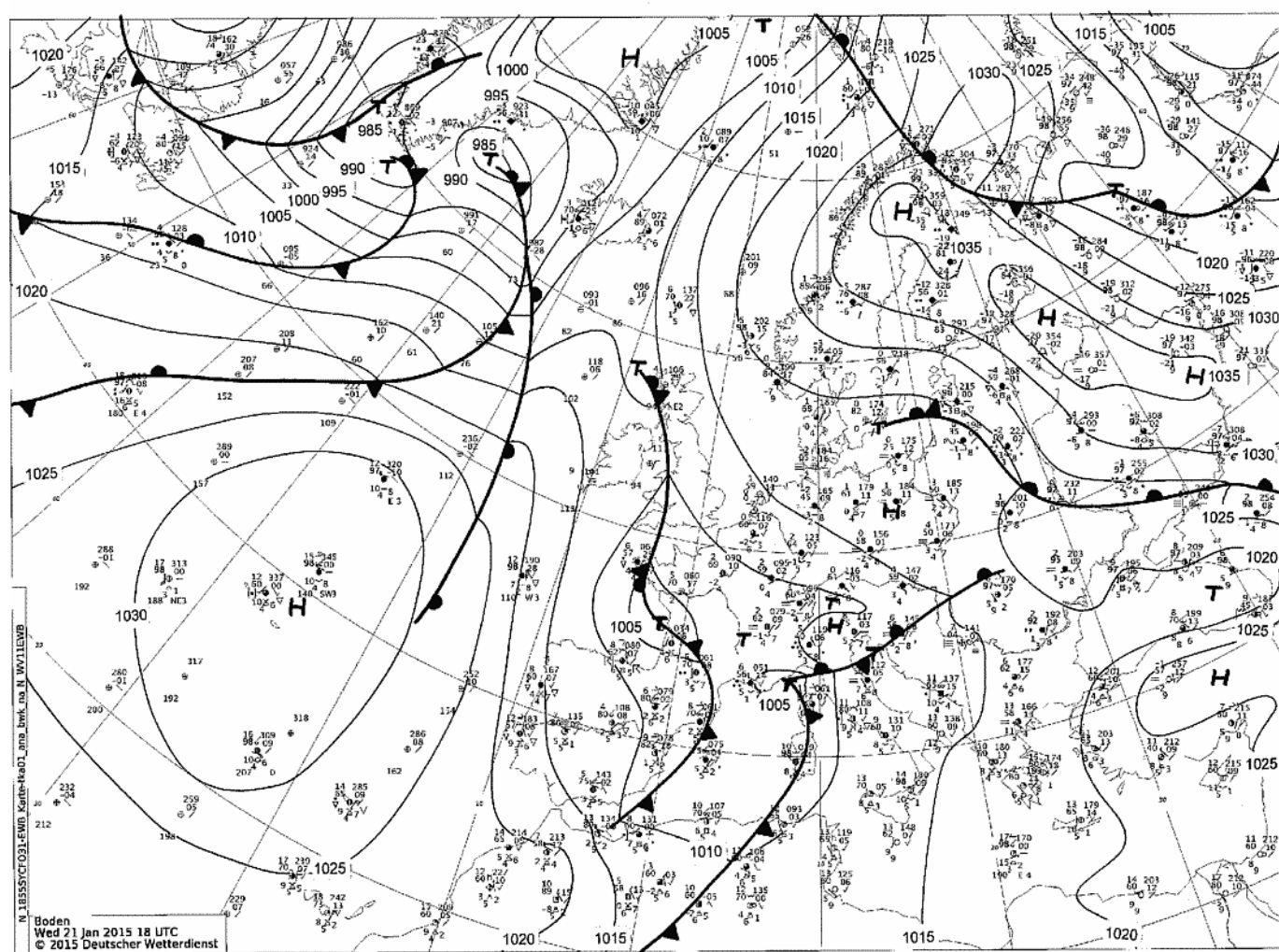
ДОДАТОК А.7. ПРИЗЕМНА КАРТА ПОГОДИ ЗА 04.02.2016 06:00 UTC



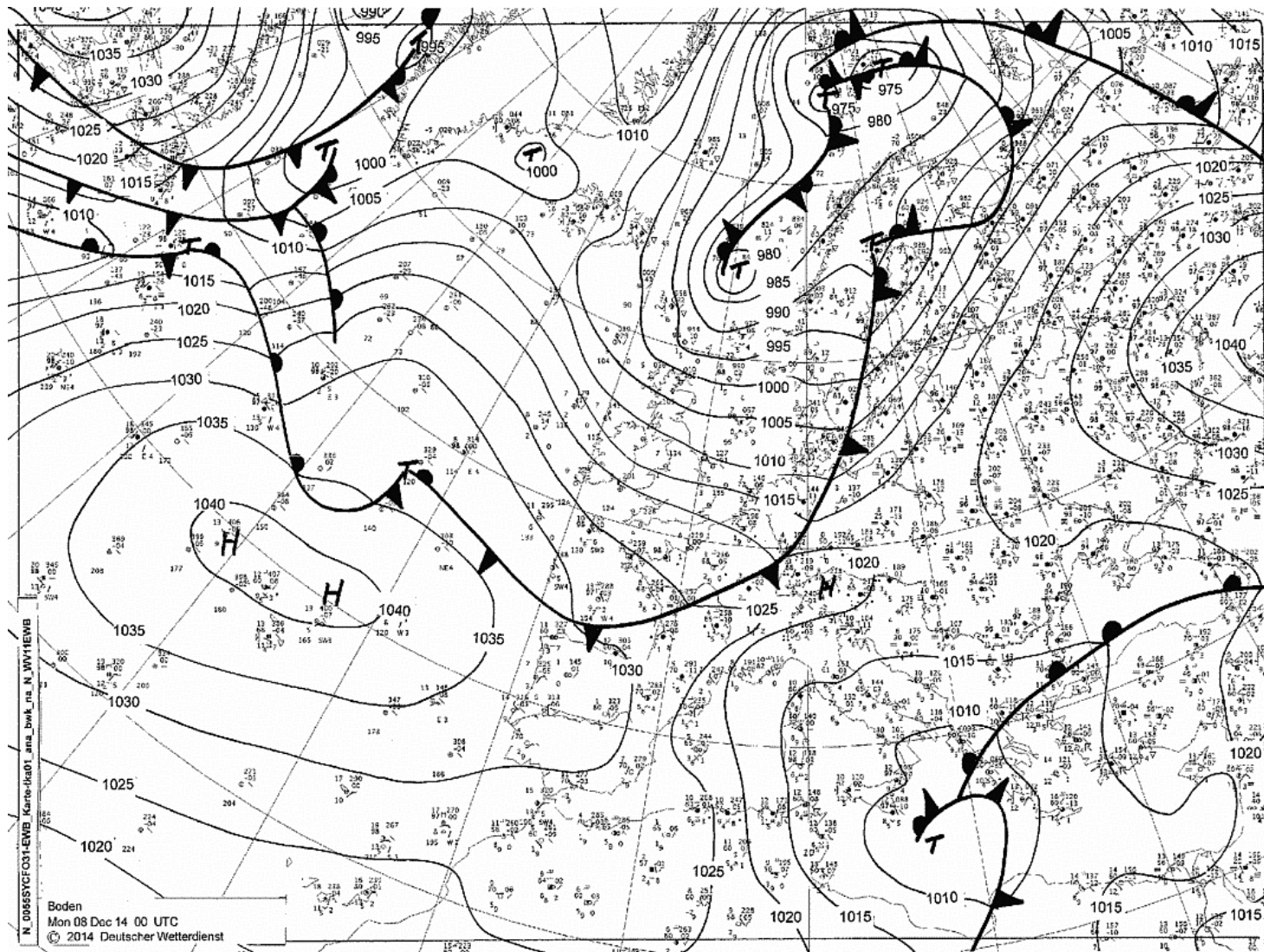
ДОДАТОК А.8. ПРИЗЕМНА КАРТА ПОГОДИ ЗА 21.01.2016 06:00 UTC



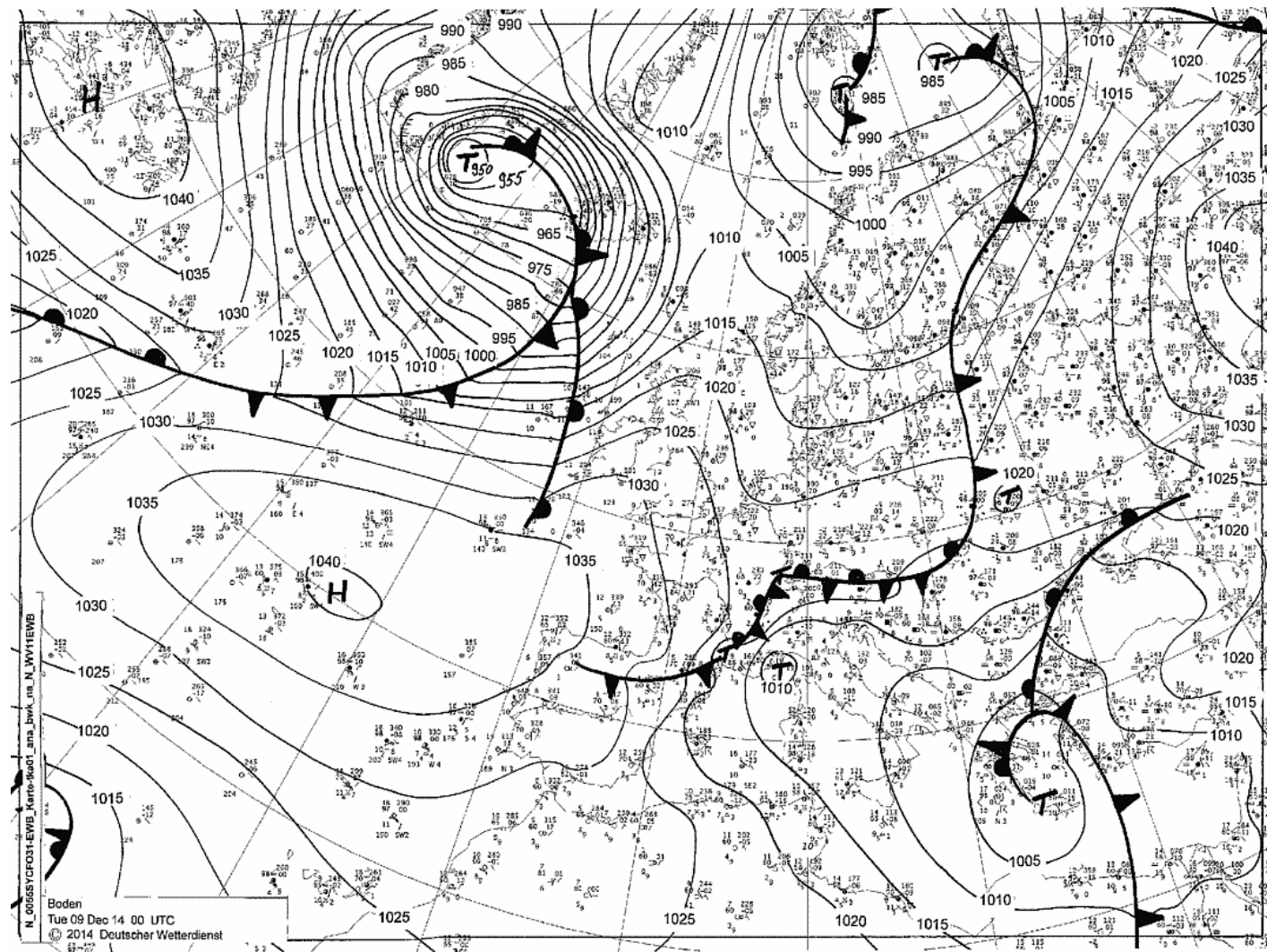
ДОДАТОК А.9. ПРИЗЕМНА КАРТА ПОГОДИ ЗА 21.01.2016 18:00 UTC



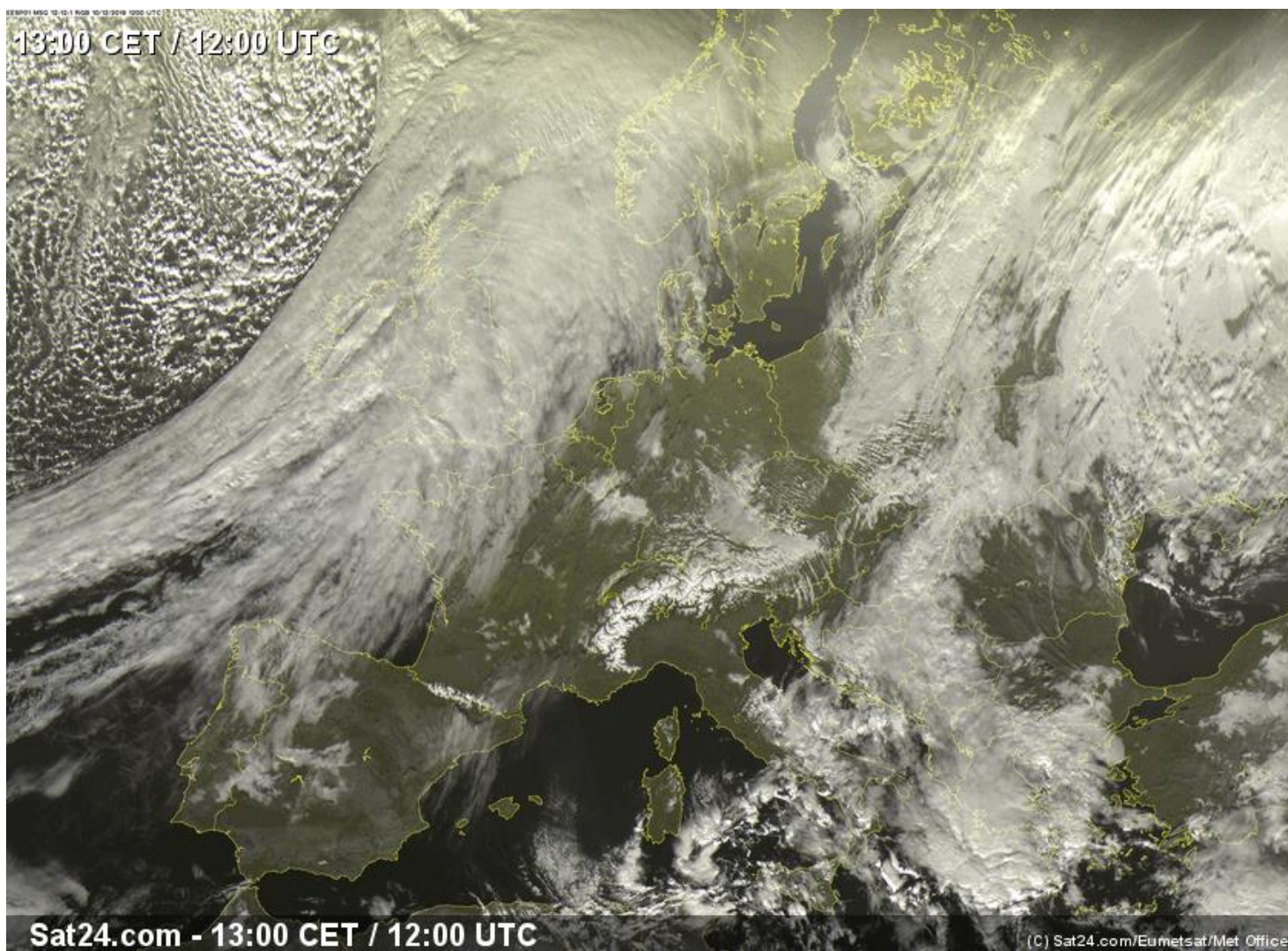
ДОДАТОК А.10. ПРИЗЕМНА КАРТА ПОГОДИ ЗА 08.12.2014 (00 UTC)



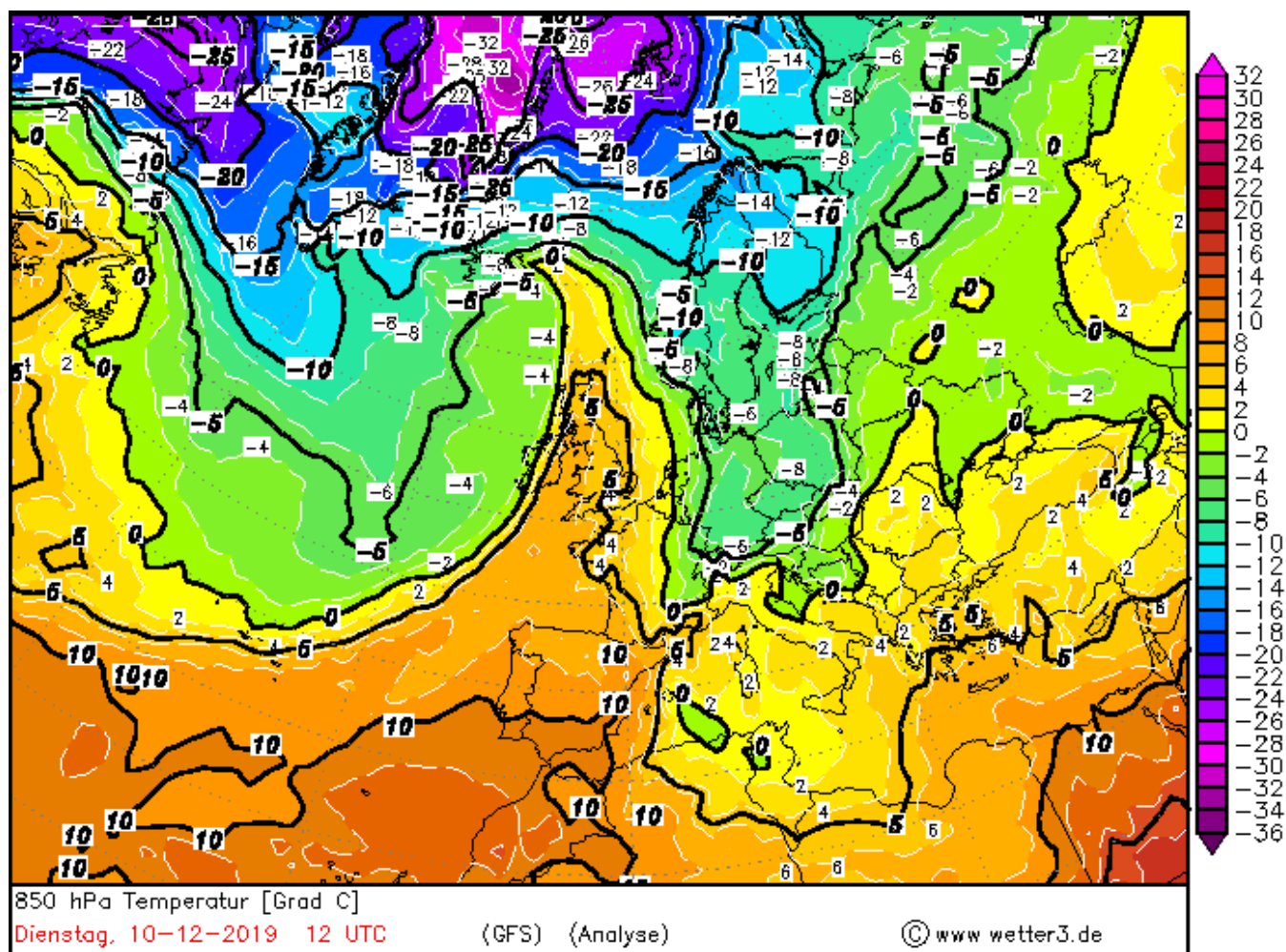
ДОДАТОК А.11. ПРИЗЕМНА КАРТА ПОГОДИ ЗА 09.12.2014 (00 UTC)



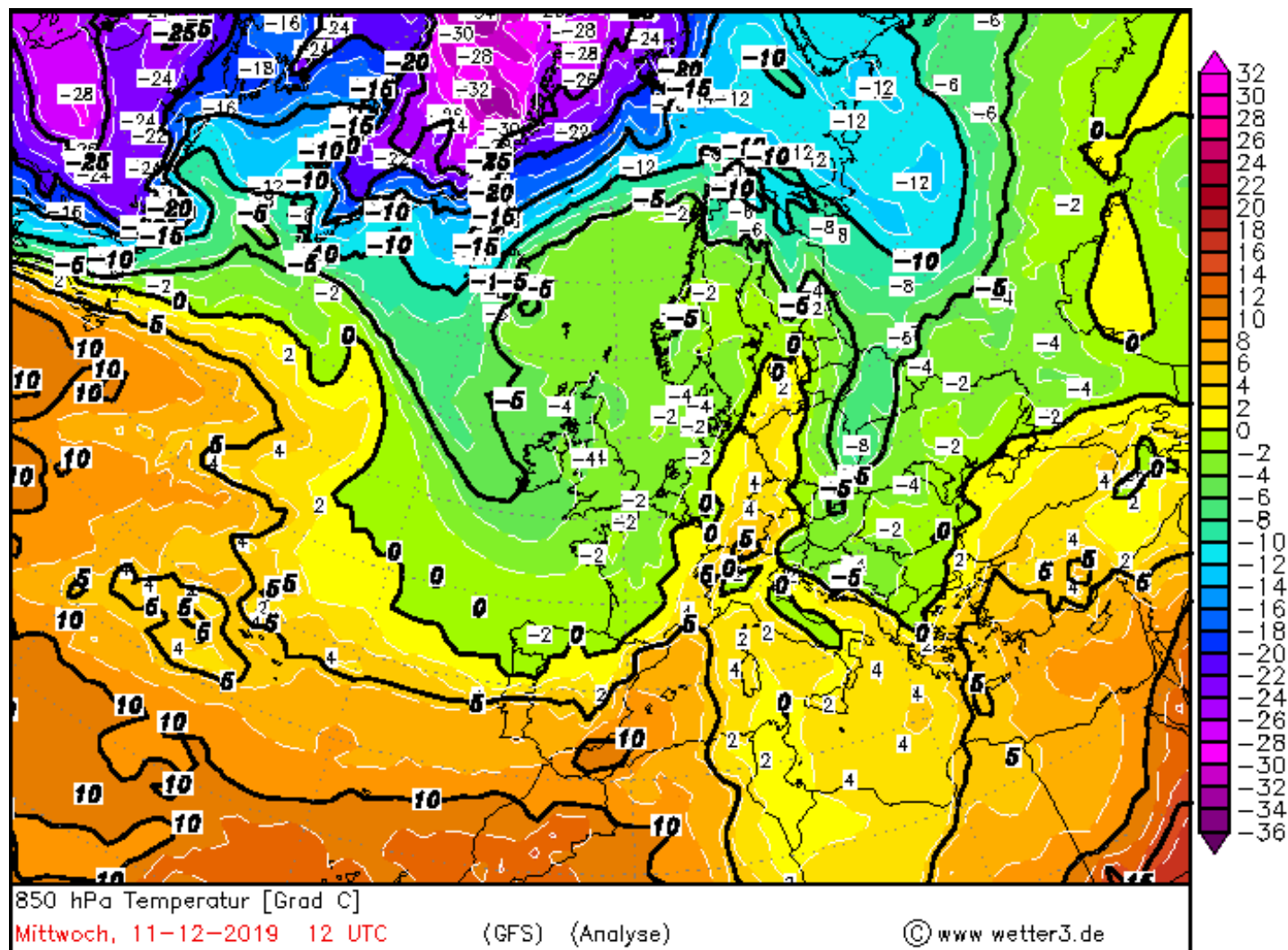
ДОДАТОК Б. СУПУТНИКОВИЙ ЗНІМОК ЗА 10.12.2019 12 00 UTC



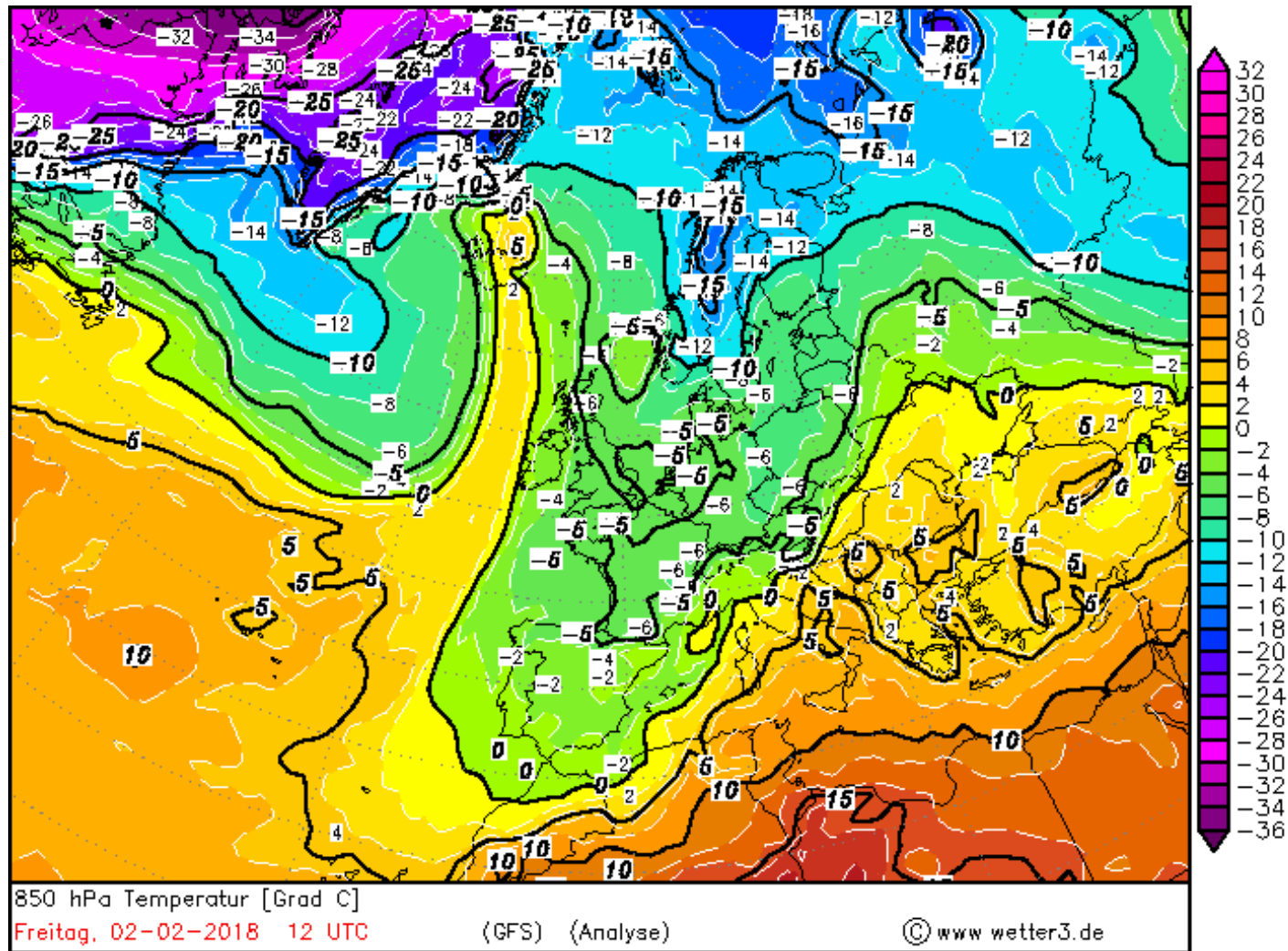
ДОДАТОК В.1. КАРТА АТ-850 ЗА 10.12.2019 (12 UTC)



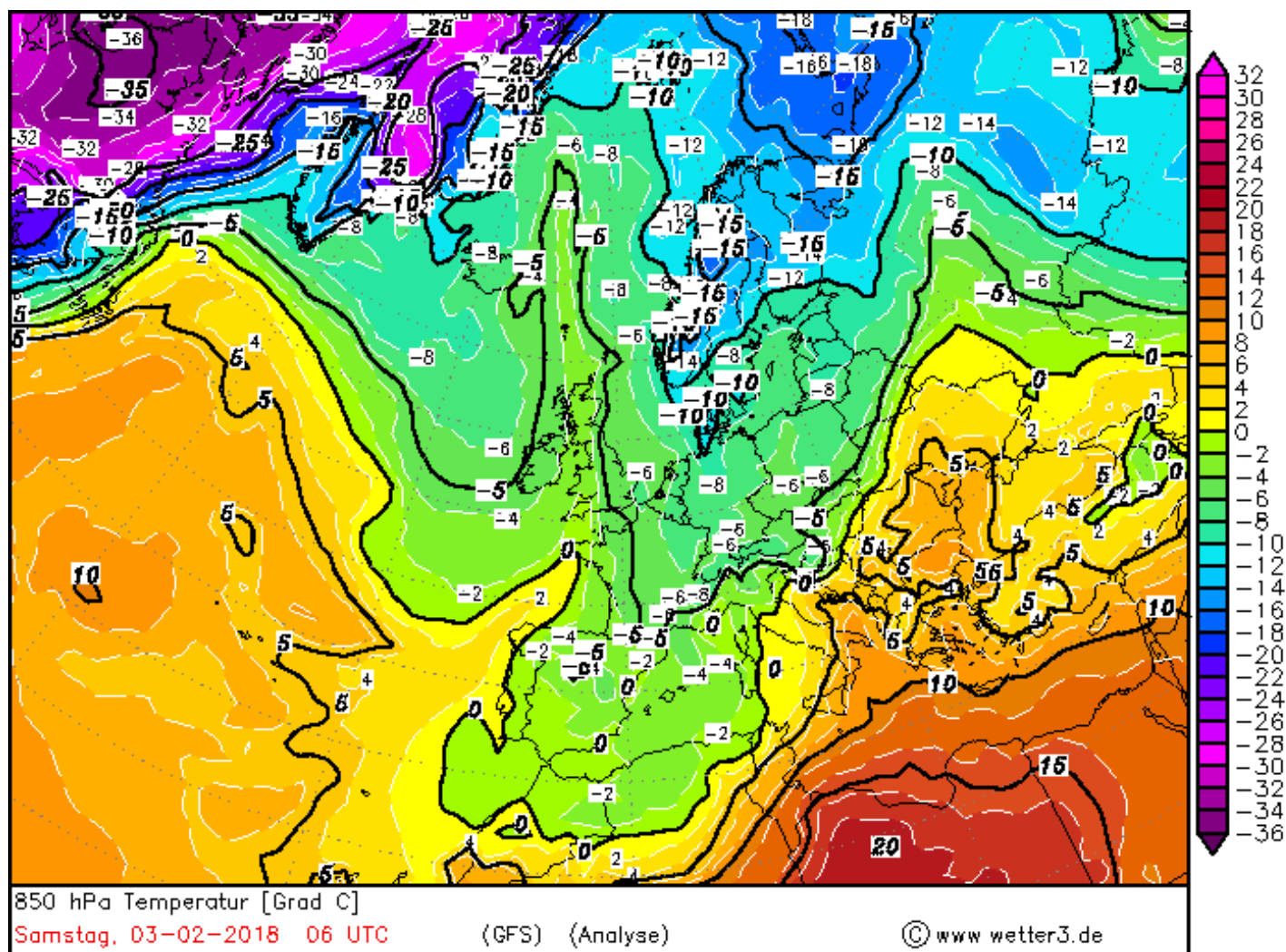
ДОДАТОК В.2. КАРТА АТ-850 ЗА 11.12.2019 (12 UTC)



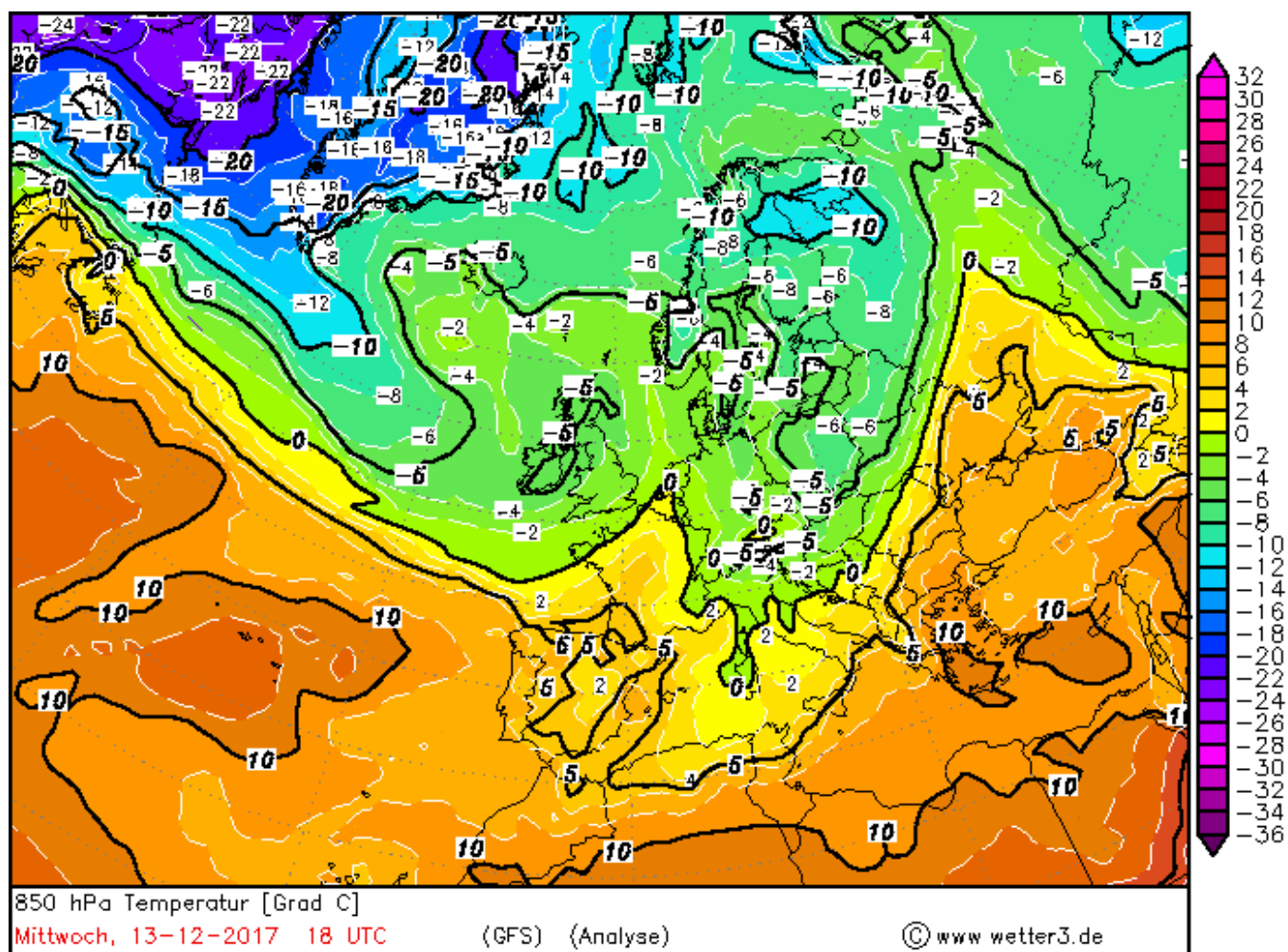
ДОДАТОК В.3. КАРТА АТ-850 ЗА 02.02.2018 (12 UTC)



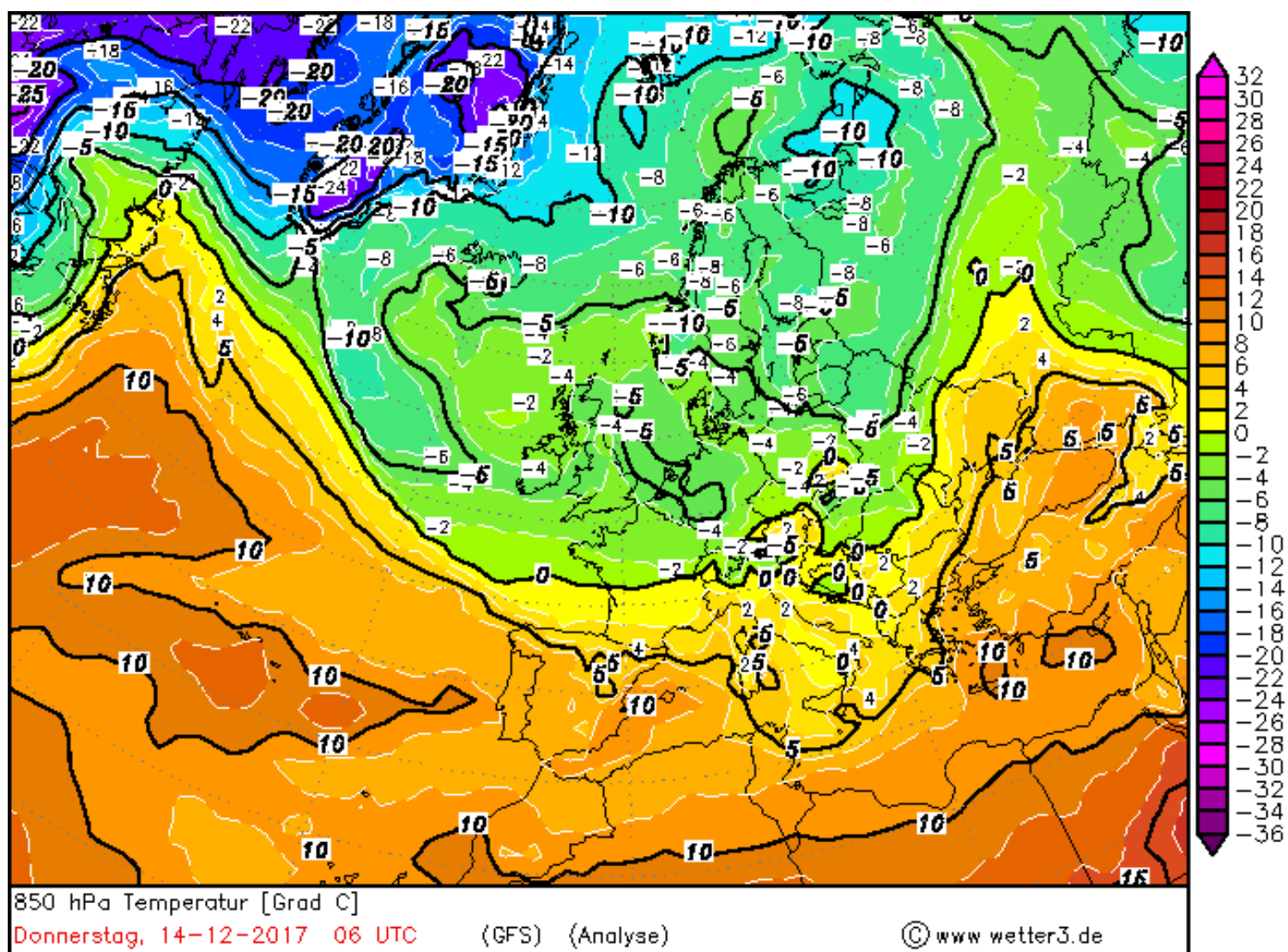
ДОДАТОК В.4. КАРТА АТ-850 ЗА 03.02.2018 (06 UTC)



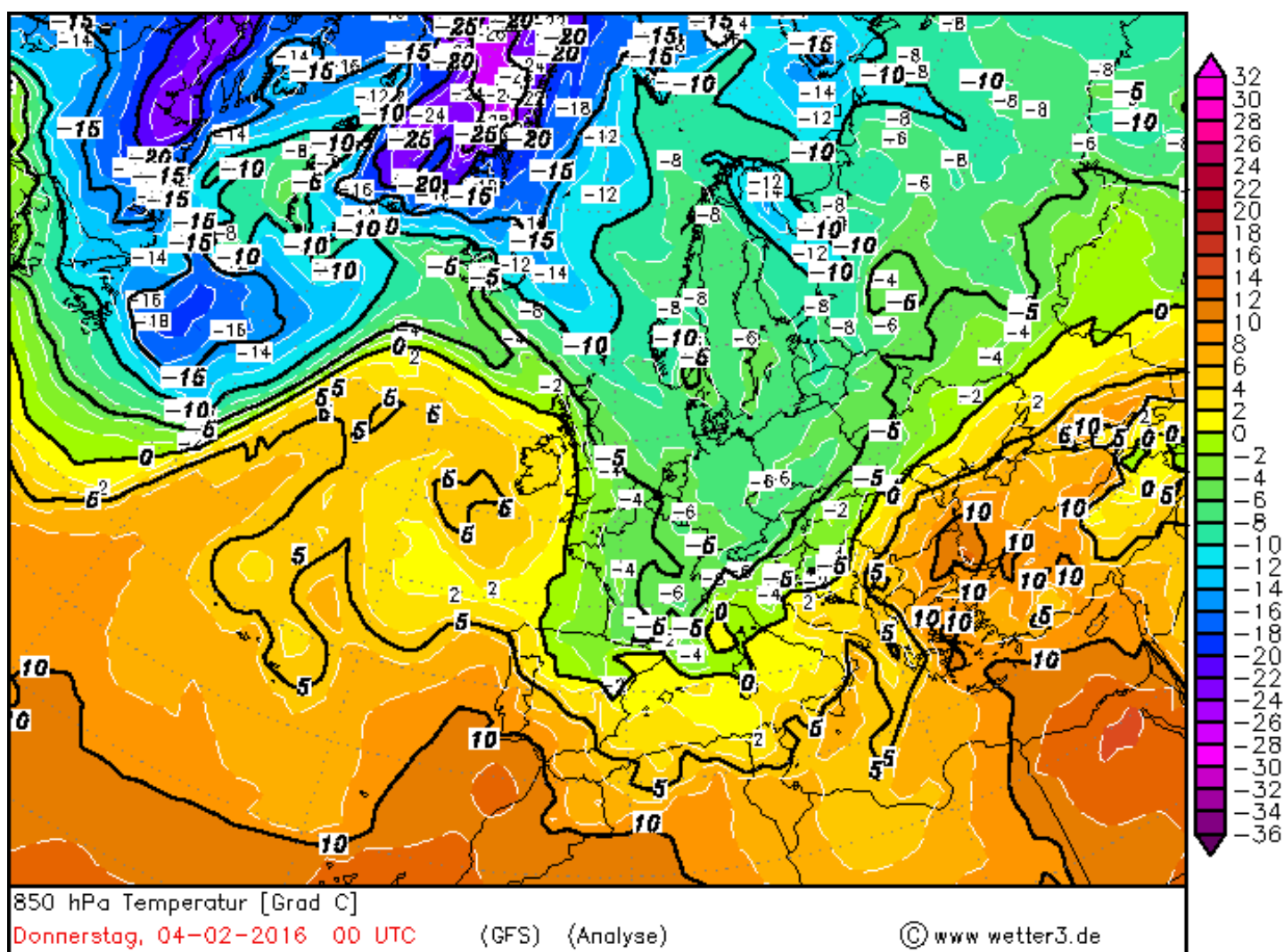
ДОДАТОК В.5. КАРТА АТ-850 ЗА 13.12.2017 (18 UTC)



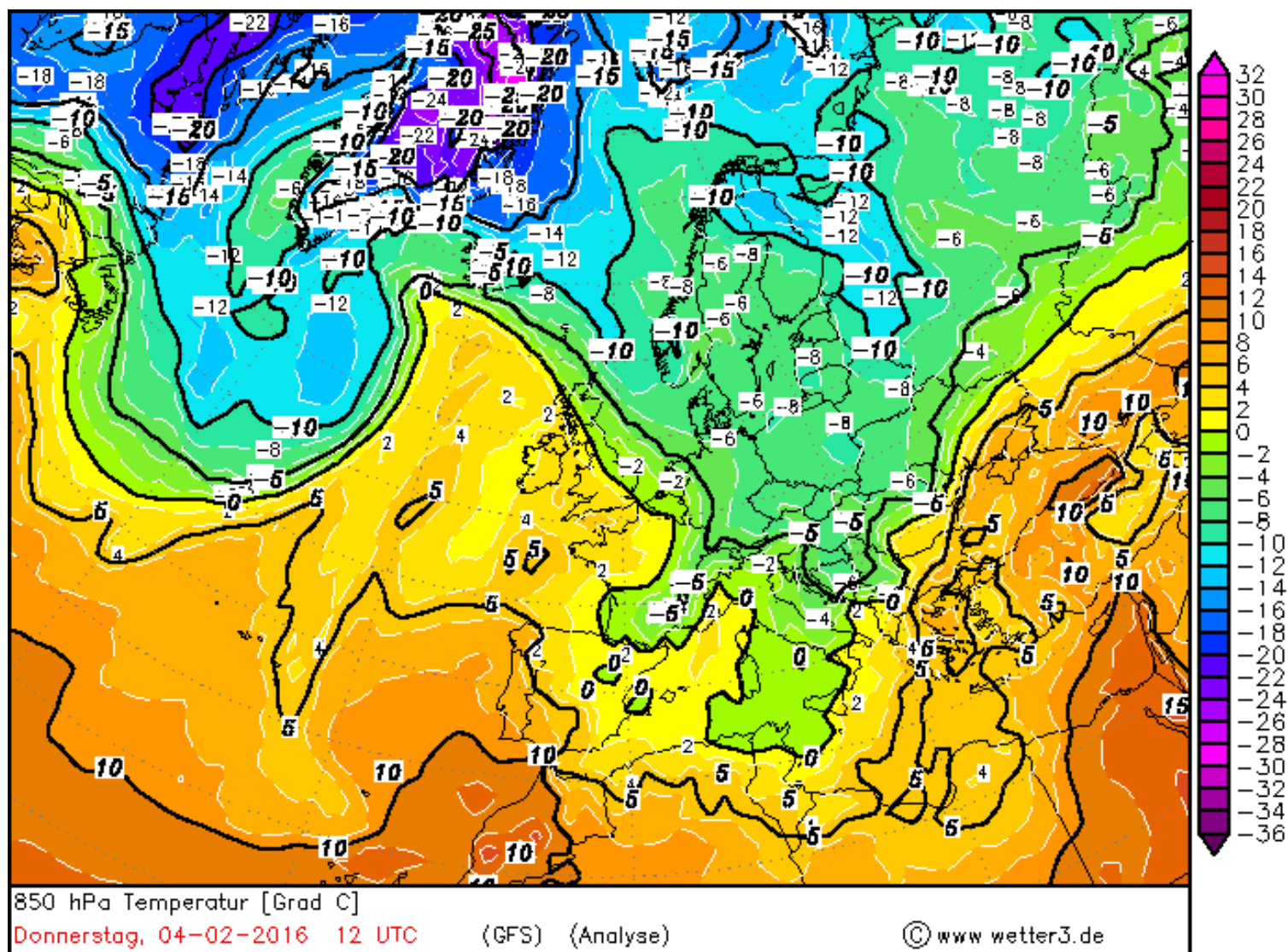
ДОДАТОК В.6. КАРТА АТ-850 ЗА 14.12.2018 (06 UTC)



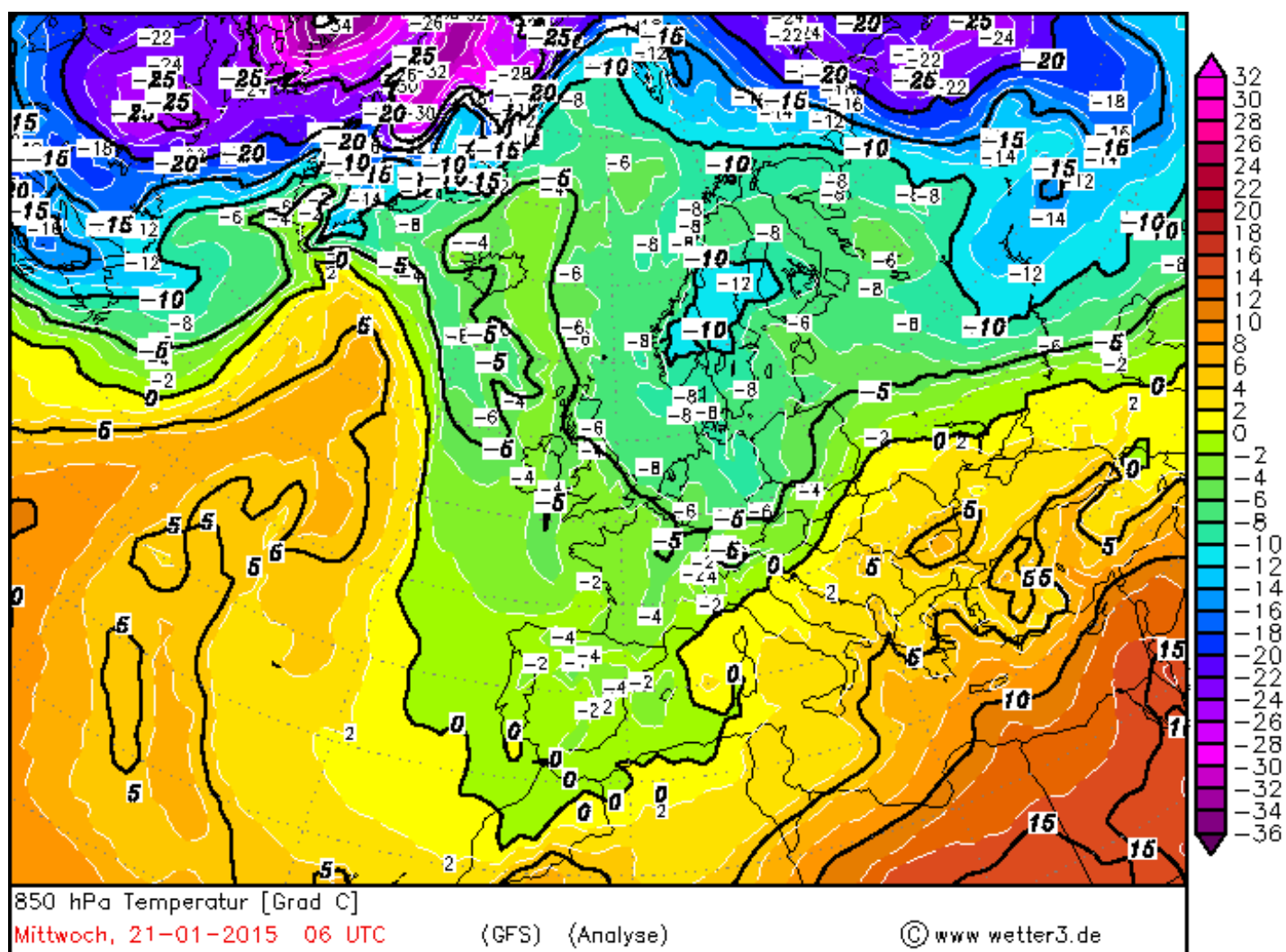
ДОДАТОК В.7. КАРТА АТ-850 ЗА 04.02.2016 (00 UTC)



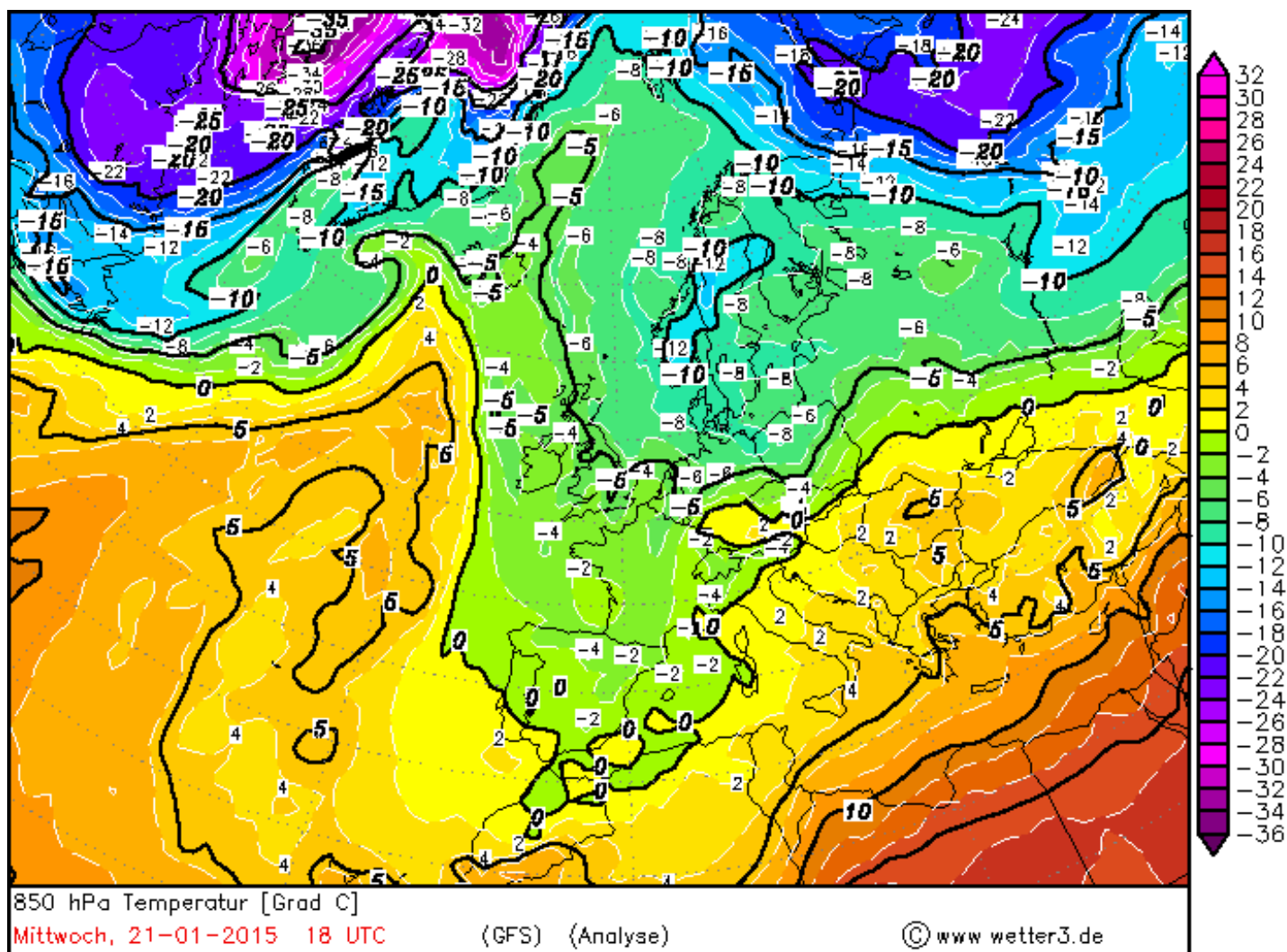
ДОДАТОК В.8. КАРТА АТ-850 ЗА 04.02.2016 (12 UTC)



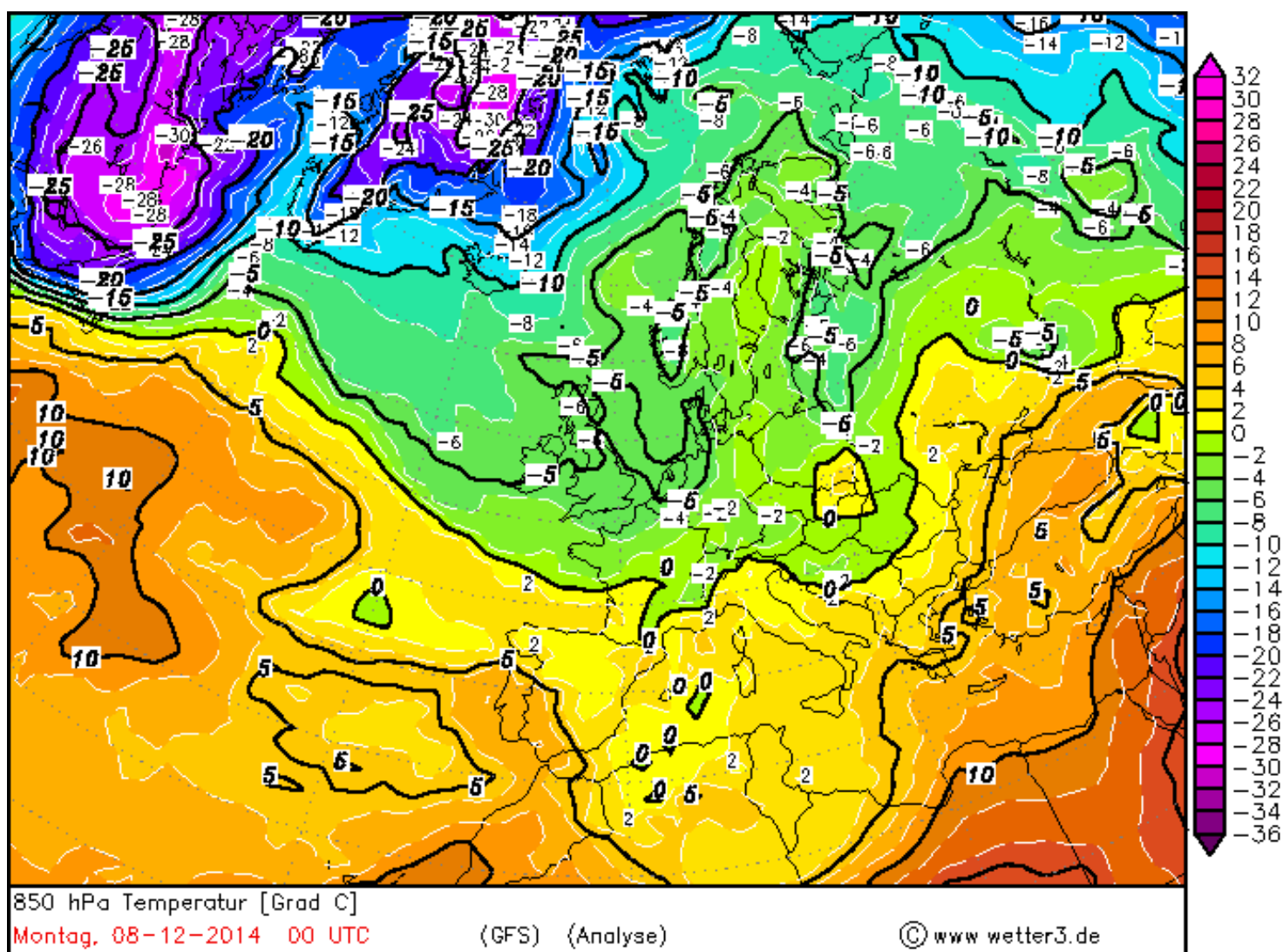
ДОДАТОК В.9. КАРТА АТ-850 ЗА 21.01.2015 (06 UTC)



ДОДАТОК В.10. КАРТА АТ-850 ЗА 21.01.2015 (18 UTC)



ДОДАТОК В.11. КАРТА АТ-850 ЗА 08.12.2014 (00 UTC)



ДОДАТОК В.12. КАРТА АТ-850 ЗА 09.12.2014 (00 UTC)

