

Державна гідрометеорологічна служба України

Гідрометеорологічний центр
Чорного та Азовського морів

ВІСНИК

**ГІДРОМЕТЦЕНТРУ
ЧОРНОГО ТА АЗОВСЬКОГО МОРІВ**

№ 1 (25)

Одеса - 2021 / 2022

**Вісник Гідрометцентру Чорного та Азовського морів.
Державна гідрометеорологічна служба України.
— 2021/2022. — № 1(25). — 166 с. — Мови: укр., рос.**

**Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей.
Государственная гидрометеорологическая служба Украины.
— 2021/2022. — № 1(25). — 166 с. — Языки: укр., рус.**

Редакційна колегія

Головний редактор: Неверовський І. П.
Члени редакційної колегії: Лаврентьева В. М.
Драган А. М.
Комп'ютерна верстка: Щеголева М. А.

Адреса редакційної колегії: Україна, 65009, м. Одеса,
вул. Французький б-р, 89
ГМЦ ЧАМ
тел. (048) 795-25-09
www.odessabul@ukr.net

*Свідоцтво про держ. реєстрацію друкованого засобу масової інформації
серія ОД № 1690-561Р від 12.03.2013 р.*

РОЗПОДІЛ КІЛЬКОСТІ ДНІВ З ТУМАНАМИ ПО СЕЗОНАХ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

Вступ. Вода — це дивовижна речовина. Вона є єдиною сполукою, що існує в природі у трьох агрегатних станах водночас: рідкому (вода), твердому (лід), газоподібному (пара). На поверхні Землі знаходиться $1,3 \cdot 10^{18}$ тон води, з них 99,2 % припадає на Світовий океан. В атмосфері кількість води у вигляді пари, крапель і кристалів хмар становить $1,3 \cdot 10^{13}$ тон, з яких 95 % припадає на пару. Вода — важлива складова частина атмосфери, оскільки випаровування і конденсація супроводжуються поглинанням і виділенням великої кількості енергії, від якої залежить багато видів рухів у атмосфері, які впливають на атмосферні процеси, а тому і на погоду. Загальна кількість опадів, які випадають з атмосфери за рік, дорівнює приблизно $5 \cdot 10^{14}$ тон, що в 40 разів перебільшує загальний вміст води в атмосфері. Ця цифра свідчить про інтенсивність вологообміну між землею поверхнею і атмосферою.

Туман — це атмосферне явище, що полягає у скупченні продуктів конденсації водяної пари (дрібних крапель води, кристалів льоду або їхньої суміші), застиглих у повітрі безпосередньо над землею поверхнею, у приземному шарі атмосфери. Туман зменшує горизонтальну видимість до 1 км і менше, що викликано помутнінням повітря. Безперервна тривалість туманів, зазвичай, становить від кількох годин (іноді півгодини-годину) до декількох діб, особливо в холодний період року.

Аналіз публікацій. Тумани випаровування утворюються над поверхнею води або дуже зволоженої суші, коли температура цієї поверхні вища за температуру повітря. Частіш за все вони утворюються над відкритими від льоду ділянками води. Повітря, яке пересувається з льоду на водну поверхню, є значно холоднішим, ніж вода. Під впливом інтенсивного випаровування з водної поверхні, над нею утворюється туман. Швидкість випаровування W пропорційна різниці $(E_0 - e)$. Тобто, для того щоб почалось випаровування, потрібне виконання умови $E_0 > e$. Якщо температура поверхні, яка випаровує, вища за температуру повітря, то $E_0 > E$, тобто випаровування буде тривати і після того, як водяна пара стане насиченою, коли $e = E < E_0$ (E — тиск насичення при температурі повітря).

Повітря над водною поверхнею прогривається і розвивається інтенсивний турбулентний теплообмін і вологообмін. Але нестійкість розвивається лише в нижньому шарі. Вище цього шару інверсія зберігається. Через інверсію водяна пара затримується під нею і туман утворюється у нижньому шарі, від поверхні землі до інверсії [1-3].

Радіаційні тумани утворюються в результаті охолодження земної поверхні і прилеглих шарів повітря під впливом випромінювання і турбулентного перемішування. Після заходу сонця температура поверхні суші зменшується на 1 °C за кожну годину. Зниження температури до $\leq \tau$ призводить до конденсації водяної пари і утворення туману [1-3].

Сприятливі умови для утворення радіаційних туманів:

- відсутність хмар або наявність хмар лише верхнього ярусу (зростання кількості хмар і зменшення їхньої висоти призводить до зменшення ефективного випромінювання, що не сприяє охолодженню земної поверхні);
- висока відносна вологість у початковий момент; чим більша відносна вологість, тим менше охолодження, яке необхідне для того, щоб стан повітря став насиченим і утворився туман;
- мала швидкість вітру ($c = 0$ або $c = 1-2$ м/с).

Радіаційні тумани не бувають високими, максимум — до висоти 200-300 м, а частіше — менше 100 м. Розсіюються через 1,5-2 години після сходу сонця. Радіаційний туман утворюється над сушею при безхмарному небі і слабкому вітрі (або штилі) в результаті охолодження повітря, коли його температура становиться нижче температури туманоутворення. Для утворення туману сприятливе слабке збільшення швидкості з висотою. Такі умови сприяють турбулентному переносу продуктів конденсації від земної поверхні вгору і підтримці у зваженому стані в приземному шарі повітря; в процесі перемішування вертикальна потужність туману збільшується [4-6]. 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 покриття (прогноз), швидкість і напрямок вітру (прогноз), вихідні

значення температури і вологості повітря, характер стратифікації повітряної маси.

Адвективні тумани утворюються в результаті адвекції тепло-го повітря на холодну поверхню. Відбувається теплообмін між повітряною масою і підстильною поверхнею, температура повітря знижується і пара досягає стану насичення і пересичення, утворюється туман.

Сприятливі умови для утворення адвективних туманів:

- велика різниця температури Δt між повітряною масою і земною поверхнею;
- велика вологість повітряної маси;
- помірні швидкості вітру (2-5 м/с); (якщо швидкість вітру велика, то сильний турбулентний обмін зашкоджує утворенню туману. При малій швидкості вітру повітря повільно переміщується і повільно охолоджується від підстильної поверхні);
- зростання або сталі значення масової частки водяної пари з висотою;
- помітно стійка стратифікація і порівняно малий турбулентний обмін. Через це охолодження від земної поверхні розповсюджується дуже повільно, тому туман утворюється в дуже тонкому шарі біля земної поверхні. Потужність цього туману — декілька сотень метрів.

Частим випадком адвективних туманів є берегові тумани. Утворюється на суші взимку при вітрі з моря. Адвективні тумани найбільш інтенсивні і займають великі площі. Вони можуть тривати декілька діб [1-3]. Адвективний туман слід очікувати в тому випадку, коли по прогнозу синоптичного положення існують умови для адвекції тепло-го і вологого повітря на холодну підстильну поверхню. Адвективні тумани виникають в будь-який час доби, як правило, зимою або в перехідні сезони року при помітному потеплінні. 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 [4-6].

Загальними умовами виникнення адвективних туманів є:

- дефіцит точки роси біля поверхні землі повинен бути незначним (при $D_0 > 3$ °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 [4-6].

Тумани сходження (схилів) утворюються, коли повітряна маса піднімаючись по схилу адіабатично охолоджується, і на якійсь висоті z , де її температура стає рівною або меншою за точку роси, водяна пара конденсується і утворюється туман. При цьому стратифікація має бути стійкою, інакше замість туману будуть утворюватися купчасті хмари [1-3].

Вони утворюються, коли зустрічаються дві повітряні маси з різними властивостями. Для утворення туману змішування необхідно, щоб:

- різниця температури двох повітряних мас $\geq 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- вологість обох повітряних мас близька до стану насичення;
- абсолютні значення температури обох повітряних мас достатньо великі.

Метою дослідження є аналіз режиму туманів на півдні України за період 2011-2020 рр. В якості вихідної інформації використовувалися дані щоденних спостережень за атмосферними явищами у визначених пунктах дослідження.

Результати дослідження. Для режиму туманів характерною особливістю є сезонна мінливість, аналіз якої був наступним кроком у дослідженні. В таблицях 1-4 представлено розподіл туманів по сезонах на станціях за період дослідження.

На станції Одеса взимку максимальна кількість днів спостерігалась в 2014 році та становила 25 днів, а також достатньо велику кількість зафіксовано у 2013 та 2019 роках — по 19 та 21 днів. Найменшу кількість було визначено протягом 2012 та 2016 років — 8 та 10 днів відповідно. Весною максимум днів виявлено в 2014 та 2018 роках — по 13 епізодів, а мінімум зафіксовано в 2012 році, який становить 5 днів. Невелику кількість можна спостерігати в 2020 році — 6 днів з туманами. Влітку максимальна кількість спостерігалась у 2020 році — 4 днів, в 2011 та 2012 роках визначено по 2 дні з туманами. Протягом 20013 та 2019 років влітку туманів не зафіксовано. Восени максимум визначено у 2020 році — 10 днів, а мінімальна кількість спостерігається у 2011 році — 1 день. Достатньо велику кількість зафіксова-

но в 2013 і 2019 роках, яка становить по 9 днів в кожному з наведених років. Протягом 2015-2018 років виявлено невелику кількість — 2-3 дні.

Таблиця 1.

Сезонна мінливість кількості днів з туманами в Одесі
за період 2011-2020 рр.

Сезон	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Всього
Зима	13	8	19	25	18	10	12	18	21	14	158
Весна	11	5	8	13	10	10	8	13	7	6	91
Літо	2	2	0	0	0	0	0	0	0	4	8
Осінь	1	8	9	8	3	2	3	3	9	10	56
Всього	27	23	36	46	31	22	23	34	37	34	313

Сезонний розподіл кількості днів з туманами свідчить, що найбільша за період дослідження кількість спостерігалась взимку — 158 днів, що становить більше 50 % від загальної кількості. Весною було зафіксовано в Одесі за період в 10 років 91 день з туманами. Наступним по кількості туманів є осінній сезон, протягом якого було виявлено 56 випадків. Мінімальну кількість визначено влітку — 8 днів.

Для Херсону характерним є наступний розподіл туманів за сезонами (табл. 2). Взимку максимальна кількість днів спостерігалась в 2015 році і становила 24 дні. Велика кількість днів з туманами зафіксована в 2014, 2016 та 2018 роках — 22, 20 та 21 випадок відповідно. Найменшу кількість було визначено в 2012 та 2017 роках — по 11 днів. Весною максимум днів виявлено в 2014 році 14 днів, а мінімум зафіксовано в 2015 — 2 дні. Протягом 2020 року жодного дня не виявлено. Влітку максимальна кількість спостерігалась у 2017 році та становить 8 днів, по 2 дні з туманами виявлено в 2016 й 2020 роках. Мінімальна кількість в 1 день зафіксована у 2011 році, а з 2012 по 2015 та з 2018 по 2019 роки туманів взагалі не виявлено. Восени максимум визначено в 2013 році — 20 днів, а мінімум у 2011 році — 7 днів.

Дослідження сезонного ходу кількості днів з туманами дає можливість стверджувати, що найбільша кількість туманів формується взимку — 169 днів, що становить більше половини від загального розподілу. Восени цей показник має значення 113 випадків, весною він складає 68 дні. Мінімальне число випадків було виявлено влітку — 13 днів.

Таблиця 2.

Сезонна мінливість кількості днів з туманами в Херсоні
за період 2011-2020 рр.

Сезон	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Всього
Зима	14	11	17	22	24	20	11	21	16	13	169
Весна	5	5	5	14	2	11	7	9	10	0	68
Літо	1	0	0	0	0	2	8	0	0	2	13
Осінь	7	9	20	8	11	9	13	11	12	13	113
Всього	27	25	42	44	37	42	39	41	38	28	363

Взимку в Миколаєві (табл. 3) максимальна кількість спостерігалась в 2014 році і становила 30 днів. Велика кількість днів з туманами зафіксована в 2015 й 2019 роках — 26 і 27 днів відповідно. Найменшу кількість було визначено в 2017 році — 11 днів. Весною максимум днів виявлено в 2018, 2016 і 2014 роках — 15 і по 13 днів відповідно, а мінімум зафіксовано в 2017 році — 4 дні і по 5 днів у 2011 й 2015 роках. Влітку максимальна кількість спостерігалась у 2017 і 2020 роках та становить по 2 дні. Мінімальна кількість в 1 день зафіксована у з 2011 по 2014 та в 2018 році. В 2015, 2016 та в 2019 роках туманів взагалі не зафіксовано. Восени максимум визначено 2013 та 2019 роках по 23 випадки, а мінімум у 2016 році — 2 дні. Дослідження сезонного ходу кількості днів з туманами дає можливість стверджувати, що найбільша кількість за період 2011-2020 рр. спостерігалась взимку — 210 днів, що становить половину від загального розподілу. Восени цей показник має значення 119 випадків, весною він складає 84 дні. Мінімальне число випадків було виявлено влітку — 9 днів.

Таблиця 3.

Сезонна мінливість кількості днів з туманами в Миколаєві
за період 2011-2020 рр.

Сезон	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Всього
Зима	18	16	23	30	26	16	11	21	27	22	210
Весна	5	8	6	13	5	13	4	15	8	7	84
Літо	1	1	1	1	0	0	2	1	0	2	9
Осінь	7	17	23	9	7	2	12	7	23	12	119
Всього	31	42	53	53	38	31	29	44	58	43	422

В табл. 4 наведено інформацію про сезонний розподіл режиму туманів на півдні України. На станції Одеса найбільша

кількість днів спостерігається взимку і становить 160 випадків. Весною та восени зафіксовано 91 і 55 днів з туманами відповідно. Сезон, в якому виявлено мінімум даного показника — літо. Кількість днів з туманами влітку становить 7.

На станції Миколаїв найбільшу кількість днів зафіксовано взимку і становить 212 випадків. Восени та весною визначено 117 і 84 дні з туманами відповідно. Сезон, в якому виявлено мінімум даного показника — літо. Кількість днів з туманами влітку становить 9.

На станції Херсон максимум кількості днів спостерігається взимку і становить 174 випадки. Восени та весною зафіксовано 116 і 68 днів з туманами відповідно. Сезон, в якому виявлено мінімум даного показника — літо. Кількість днів з туманами влітку становить 5.

Таблиця 4.

Сезонна мінливість кількості днів з туманами на півдні України за період 2011-2020 рр.

Станції	Зима	Весна	Літо	Осінь	Всього
Одеса	158	91	8	56	313
Миколаїв	210	84	9	119	422
Херсон	169	68	13	113	363
Всього	537	243	30	288	1098

Цікавим питанням в дослідженні режиму туманів є розподіл даного явища за періодами, що визначається як кліматичний показник. В табл. 5 наведено результати розрахунків кількості днів з туманами за теплий і холодний періоди.

Таблиця 5.

Кількість днів з туманами на півдні України за холодний і теплий періоди

Період	Одеса	Херсон	Миколаїв	Всього
ХП	239	260	307	806
ТП	74	103	115	292
Всього	313	363	422	1098

Кількість днів з туманами за холодний і теплий період суттєво не відрізняються для кожної станції тому, що просторово знаходяться в одному регіоні. Відповідно характеризуються майже схожістю даного показника. В холодний період (ХП — листо-

пад-березень) найбільшу кількість днів з туманами зафіксовано на станції Миколаїв — 307 випадків. На станціях Херсон і Одеса в холодний період явище виявлено протягом 260 і 239 днів відповідно. В теплий період (ТП — квітень-жовтень): максимальне значення є характерним для Миколаєва — 115 днів. На станції Херсон також спостерігається достатньо велика кількість випадків — 103 дні. Мінімум днів в теплий період визначено для Одеси — це 74 епізоди.

Висновки. За період з 2011 по 2020 роки на станціях Одеса, Херсон, Миколаїв зафіксовано 1098 днів з туманами. Максимальну кількість випадків по досліджуваних станціях визначено взимку — 537 днів з туманами. Велика кількість випадків притаманна осінньому сезону. В цей період зафіксовано 288 днів з туманами. Весною виявлено 243 дні з туманами. Сезон, в якому визначено мінімум даного показника — літо. Кількість днів з туманами влітку становить 30 епізодів за період дослідження. Протягом 2011-2020 років на досліджуваній території в холодний період виявлено 806 днів з туманами, що становить 73 % від загальної кількості. В теплий період зафіксовано 292 дні з досліджуваним явищем.

Література

1. Школьний Є. П. Фізика атмосфери. Підручник. — К.: КНТ, 2007. — 486 с.
2. Борисова С. В., Катеруша Г. П. Метеорологія і кліматологія. Конспект лекцій. — Одеса: Екологія, 2008. — 152 с.
3. Матвеев Л. Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. — Л.: Гидрометиздат, 1984. — 751 с.
4. Івус Г. П. Спеціалізовані прогнози погоди. Підручник. — Одеса, 2010. — 407 с.
5. Практикум з синоптичної метеорології / Під ред. Г. П. Івус, С. М. Іванової. — Одеса: ТЕС, 2004. — 419 с.
6. Руководство по прогнозированию метеорологических условий для авиации. — Л.: Гидрометеиздат, 1985. — 302 с.

ЗМІСТ

Недострелова Л. В., Чаленко В. В. Розподіл кількості днів з туманами по сезонах на півдні України	3
Вовкодав Г. М., Щербина К. Д. Формування підземних вод в зоні впливу шламонакопичувача відходів у балці Ясинова міста Кам'янське Дніпропетровської області	11
Даус М. Є., Лабунський М. В. Оцінювання екологічного ризику у басейні річки Хаджидер	15
Даус М. Є., Стрільбицька В. В. Багаторічні зміни гідрохімічних показників та оцінювання екологічної обстановки (на прикладі пункту спостережень р. Хаджидер - с. Сергіївка)	21
Даус М. Є., Манакова Д. С. Антропогенне навантаження у басейні річки Хаджидер та оцінювання якості води	30
Романчук М. Є., Усачов О. Д. Аналіз розподілу речовин токсичної дії по фазах водного режиму в межах басейну р. Тетерів - м. Житомир	37
Щербина К. Д., Вовкодав Г. М. Узагальнена характеристика впливу промислових хвостосховищ на навколишнє природне середовище	45
Польовий А. М. Наукова школа "моделювання продукційного процесу рослин: підсумки та перспективи розвитку"	48
Польовий А. М., Божко Л. Ю., Барсукова О. А. Вплив змін клімату на продуктивність плодових овочевих культур в степовій зоні України	54