

# СТАН ЕКОЛОГО-КЛІМАТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ В ОКУПОВАНОМУ КРИМУ ЗА ПЕРІОД 2014–2020 РР.

## ЕКОЛОГІЧНА СИТУАЦІЯ В ОКУПОВАНОМУ КРИМУ



### ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ

ПОТРАПЛЯННЯ У НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДО  
ВИЩЕ ПАРІВ ВІД НАФТИ, БІТУМУ ТА  
ІНШИХ НАФТОПРОДУКТІВ



### ВИРУБКА ЛІСІВ

ЗНИКНЕННЯ АБО ПЕРЕБУ-  
ВАННЯ НА МЕЖІ ЗНИКНЕН-  
НЯ ЛІСОСМУГ, ПЛОДОВИХ  
САДІВ, ВИНОГРАДНИКІВ



### ПОСУХА

ЗНАЧНЕ ПОГІРШЕННЯ СТАНУ  
ЗЕЛЕНОГО ПОКРИВУ У СТЕПОВІЙ  
ЧАСТИНІ ПІВОСТРОВА ЧЕРЕЗ  
БРАК ВОДИ



### МІЛІТАРИЗАЦІЯ

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ  
ЧИ ВІЙСЬКОВЕ БУДІВНИЦТВО ПРИЗВО-  
ДЯТЬ ДО ПОГІРШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ  
СИТУАЦІЇ

### ОЧИСНІ СПОРУДИ

ВІДСУТНІСТЬ СУЧАСНИХ  
І ПРОСТО ОЧИСНИХ СПОРУД, ЯКІ  
НОРМАЛЬНО ФУНКЦІОНУЮТЬ



### «КРИМСЬКИЙ ТИТАН»

НЕВИРІШЕННЯ  
ПРОБЛЕМИ «КРИМСЬ-  
КОГО ТИТАНУ»



### ЗАБРУДНЕННЯ РІЧОК ТА МОРЯ

ВІДСУТНІСТЬ СУЧАСНИХ  
ОЧИСНИХ СПОРУД, ЯКІ  
НОРМАЛЬНО ФУНКЦІОНУЮТЬ

Особливості змін клімату,  
екологічної ситуації  
та стан еколого-кліматичного  
моніторингу на території  
окупованого Криму  
за період 2014–2020 рр.

УДК 911.52+330.15.

О-72

**Особливості змін клімату, екологічної ситуації та стан еколого-кліматичного моніторингу на території окупованого Криму за період 2014-2020 рр.** / С. Бойченко, Т. Кучма, Є. Хлобистов; Кримськотатарський Ресурсний Центр. – Київ: ТОВ «Видавничий дім «Українська культура», 2021. — 40 с.

**ISBN 978-966-97958-8-5**

#### **Авторський колектив:**

**Світлана Бойченко**, д.г.н., доцент, провідний науковий співробітник Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, доцент кафедри екології Національного університету «Києво-Могилянська академія», членкиня Експертної ради Кримськотатарського Ресурсного Центру з охорони довкілля та сталого розвитку Криму

**Тетяна Кучма**, к.с-г.н., старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник Лабораторії аерокосмічного зондування Інституту агроєкології і природокористування, старший викладач кафедри екології Національного університету «Києво-Могилянська академія», членкиня Експертної ради Кримськотатарського Ресурсного Центру з охорони довкілля та сталого розвитку Криму

**Євген Хлобистов**, д.е.н., професор, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, професор кафедри екології Національного університету «Києво-Могилянська академія», професор Вищої школи економіки та гуманітаристики, Польща (University of Economics and Humanities (Poland)), академік Академії економічних наук України, член Експертної ради Кримськотатарського Ресурсного Центру з охорони довкілля та сталого розвитку Криму Кримськотатарського Ресурсного Центру

**Погоджено Експертною радою Кримськотатарського Ресурсного Центру з охорони довкілля та сталого розвитку Криму (протокол № 4 від 28 квітня 2021 року)**

**Анотація:** у звіті наведені результати аналітичного дослідження стану довкілля Криму з акцентуванням на екологічному моніторингу. Показана низька ефективність та результативність вирішення проблем дефіциту прісноводних ресурсів через штучне збільшення опадів. Доведено, що забруднення навколишнього середовища, стан використання природних ресурсів, зокрема водних, вразливість екосистем півострова до деградації за роки окупації мають викликати міжнародне занепокоєння.



**Цей звіт видано в межах Ініціативи з розвитку екологічної політики й адвокації в Україні, що здійснюється Міжнародним фондом «Відродження» за фінансової підтримки Швеції.**

*Думки, висновки чи рекомендації належать авторам цього звіту і не обов'язково відображають погляди Уряду Швеції. Відповідальність за зміст звіту несе виключно ГО «Кримськотатарський Ресурсний Центр».*

**ISBN 978-966-97958-8-5**

© ГО «Кримськотатарський Ресурсний Центр», 2021

# ЗМІСТ

ВСТУП	4
-------	---

---

Розділ I	Аналіз стану еколого-кліматичної моніторингової мережі в окупованому Криму	5
----------	--	---

---

Розділ II	Особливості кліматичних умов і їхніх змін на території Кримського півострова	9
-----------	--	---

---

Розділ III	Активні впливи з метою штучного збільшення кількості атмосферних опадів для притоку води у водні об'єкти в окупованому Криму	22
------------	--	----

---

Розділ IV	Екологічна ситуація в Криму за період 2015-2020 рр.	28
-----------	---	----

---

Для нотаток	36
-------------	----

## ВСТУП

Екологічний стан довкілля в окупованому Росією Криму оцінюють як доволі **катастрофічний**. За час окупації Криму відбувається:

- значне погіршення стану зеленого покриву у степовій частині півострова через брак води. Фактично станом на 2018-2019 рр. майже 70% зеленого покриву степового Криму або повністю зникло, або не відповідає стану до окупації;
- зникнення або перебування на межі зникнення лісосмуг, плодкових садів, виноградників (насаджень, відновлення яких потребує значного часу);
- різке погіршення якості ґрунтів через інтенсивну мінералізацію родючих шарів ґрунту;
- відсутність сучасних і просто очисних споруд, які нормально функціонують (стоки часто скидаються прямо в річки або в море).
- погіршення якості питної води практично на всьому півострові, особливо на півночі, у його степовій частині вода низької якості. Найчастіше люди отримують з крана технічну воду, непридатну навіть для поливання городів;
- надмірне використання артезіанської води;
- невирішення проблеми «Кримського Титану» (екологічна ситуація, що склалась у результаті викиду невідомої речовини на хімічному заводі «Кримський Титан» у м. Армянську в ніч з 23 на 24 серпня 2018 року);
- збільшення кількості кар'єрів, які руйнують природу;
- потрапляння у навколишнє середовище парів від нафти, бітуму та інших нафтопродуктів;
- значної шкоди навколишньому середовищу завдає й потужна мілітаризація півострова. Експлуатація військової техніки чи військове будівництво призводять до погіршення екологічної ситуації.

**Основна мета дослідження** – провести аналіз стану мережі гідрометеорологічних спостережень на півострові Крим та доступності до інформації щодо даних спостережень, а саме:

- проаналізувати діяльність на території Криму метеорологічних станцій;
- встановити інформацію щодо співпраці з міжнародними гідрометеорологічними організаціями щодо передачі даних спостережень у світову мережу;
- за космічними знімками дослідити зміни, що відбуваються в різних екосистемах та в атмосфері (дистанційний супутниковий моніторинг навколишнього середовища).

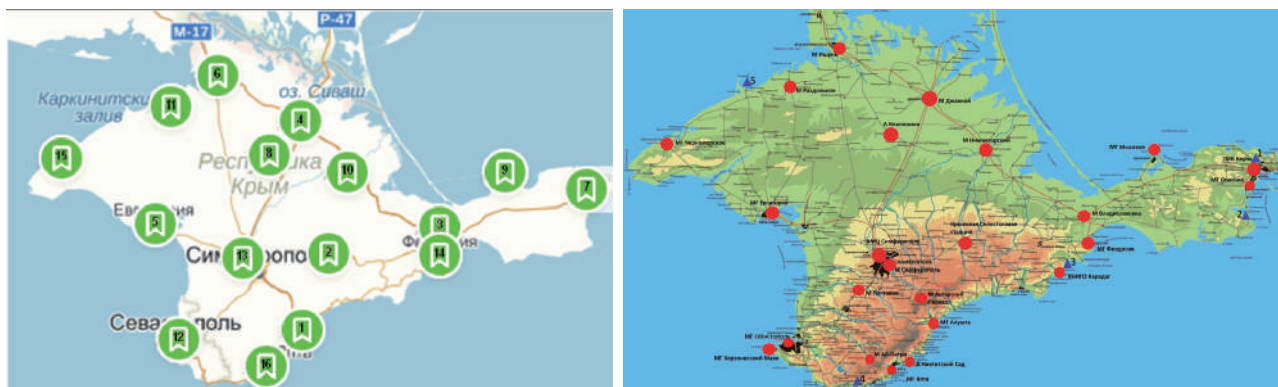
## РОЗДІЛ I

# АНАЛІЗ СТАНУ ЕКОЛОГО-КЛІМАТИЧНОЇ МОНІТОРИНГОВОЇ МЕРЕЖІ В ОКУПОВАНОМУ КРИМУ

З метою своєчасного усунення негативних наслідків втручання людини в навколишнє природне середовище і поліпшення екологічної ситуації необхідно здійснювати екологічний моніторинг території. Моніторинг – це комплексна система спостережень, збору, обробки, систематизації та аналізу інформації про стан навколишнього середовища, яка дає оцінку і прогнозує його зміни, розробляє обґрунтовані рекомендації для ухвалення управлінських рішень.

Але здійснення моніторингу стану навколишнього середовища на території окупованого Криму ускладнюється через неможливість проведення прямого моніторингу на півострові. Нами запропоновано декілька шляхів дистанційного екологічного моніторингу довкілля Криму. Це – аналіз інформації з доступних інтернет-ресурсів та супутниковий моніторинг.

Необхідна передумова нормального моніторингу – це інформаційна доступність і відкритість, тобто всі результати екологічних досліджень та спостережень мають бути доступні для керівників, підприємців, політиків, широкої громадськості.



**Рис. 1. Карта розташування метеостанцій на території Криму**

Регіональний центр з гідрометеорології в Автономній Республіці Крим містить 24 метеостанції, розташовані в різних районах Криму, з них: 2 авіаметеорологічних станції, 1 обсерваторія, 1 зсувна, 2 агрометеорологічні і 8 морських станцій (див. рис. 1 та табл. 1).

Також Регіональному центру підпорядковуються Севастопольська гідрометеорологічна обсерваторія, гідрометеобюро Керч, 4 лабораторії спостережень за забрудненням природного середовища і 34 гідрологічних пости.

У грудні 2014 року було створено так звану «Федеральну державну бюджетну установу «Кримське управління з гідрометеорології та моніторингу навколишнього середовища» (ФГБУ «Кримське УГМС»), з двома філіями – «Авіаційним метеорологічним центром у м. Сімферополі» і «Севастопольським центром з гідрометеорології та моніторингу навколишнього середовища»<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> [http://meteo.crimea.ru/?page\\_id=28](http://meteo.crimea.ru/?page_id=28)

Слід відзначити, що на комерційні метеорологічні ресурси інформація щодо різних даних метеоспостережень надходить, але на міжнародних ресурсах вона відсутня. Це є доволі негативною ситуацією через обмеження доступу до метеорологічної інформації і неможливість здійснення кліматичних досліджень (див. табл. 1).

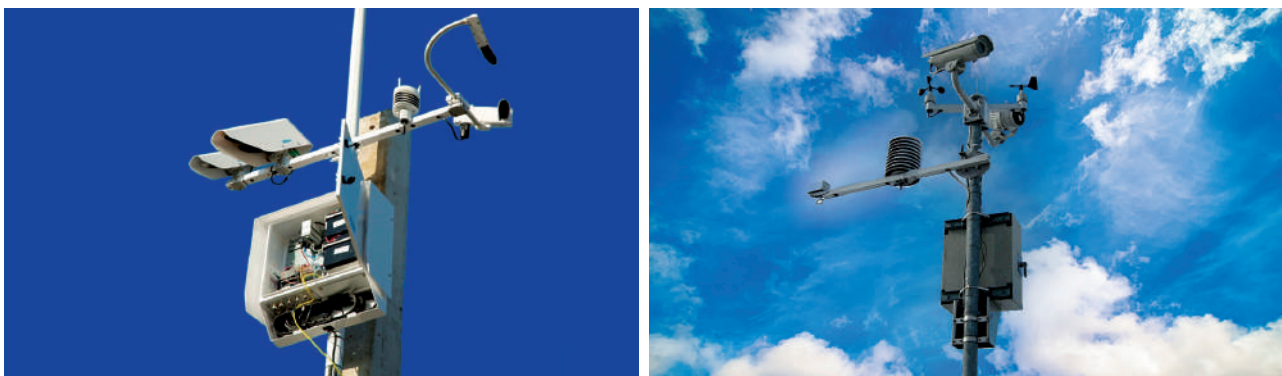
Критичною стала ситуація для найстарішої метеостанції на Карабі-яйлі, яка функціонувала з 1916 року<sup>2</sup>. У так званому «Кримському управлінні з гідрометеорології» у 2017 році заявили про припинення спостережень на метеостанції на Карабі-яйлі, яка функціонувала понад 100 років. Будівля метеостанції перебуває в аварійному стані, а інші об'єкти використовувалися не за призначенням, тому було зазначено, що в «управлінні» «не бачать сенсу в її існуванні через брак фінансування і малу практичну віддачу».



*(Метеостанція на Карабі-яйлі)*

Однак на захист метеостанції «Карабі-яйла» встали місцеві активісти, вчені та представники медіа, і її в результаті вдалося врятувати. Таким чином, метеорологічні спостереження на ній були продовжені з квітня 2018 року.

Щоправда, у 2020 році в Криму було встановлено 8 автономних метеостанцій для ефективного роботи аграрної галузі<sup>3</sup>. Метеостанції вже встановлені в Джанкої, Сімферополі, Аграрному, Советському, Форосі, Прибережному, Піщаному і Маленькому. Вартість встановлення одного об'єкта – близько 200 тис. рублів. Об'єкти моніторингу фіксують температуру повітря, атмосферний тиск, опади, швидкість і напрямок вітру, а також рівень ультрафіолету. На автомобільних дорогах Сімферополь – Алушта в районі Ангарського перевалу і Сімферополь – Феодосія на ділянці Грушевського перевалу встановили перші автоматичні дорожні метеостанції<sup>4</sup>.



*(Автоматизовані метеостанції)*

<sup>2</sup> [https://jalita.com/guidebook/crimea/karabi-yayla\\_meteo.shtml](https://jalita.com/guidebook/crimea/karabi-yayla_meteo.shtml)

<sup>3</sup> <https://agrovesti.net/news/indst/kfu-ustanovil-v-krymu-8-meteostantsij-dlya-monitoringa-selkhozprotsessov.html>

<sup>4</sup> <https://simferopol.bezformata.com/listnews/krimu-ustanovili-pervie-avtomaticheskije/27462827/>

Проведений аналіз інтернет-ресурсів показав, що наявна мережа моніторингу за навколишнім середовищем, яка функціонувала на півострові до окупації, продовжує діяти, але істотного оновлення обладнання метеостанцій та інших об'єктів моніторингу не встановлено. Дані метеоспостережень з деяких станцій надходять на комерційні метеоресурси, а на міжнародних ресурсах інформація відсутня. Це є доволі негативною ситуацією через обмеження доступу до метеорологічної інформації.

**Таблиця 1. Перелік метеостанцій, що діють на території окупованого Криму, та наявність даних спостережень у відкритих міжнародних базах даних за період 2014–2020 рр.**

№	Назва метеостанції	Номер станції	Міжнародні бази даних				
			WMO <sup>5</sup>	Data.giss.nasa <sup>6</sup>	Berkeleyearth ..., <sup>7</sup>	Weather..., <sup>8</sup>	Rp5..., <sup>9</sup>
1.	Ай-Петрі	339980	немає інформації	даних немає	даних немає	2015–2020	даних немає
2.	Алушта	339590	немає інформації	даних немає	даних немає	даних немає	2014–2020
3.	Бахчисарай	339920	немає інформації	даних немає	даних немає	даних немає	даних немає
4.	Білогірськ	339240	немає інформації	даних немає	даних немає	даних немає	даних немає
5.	Джанкой	339340	немає інформації	даних немає	даних немає	даних немає	2014–2020
6.	Кримська	339660	немає інформації	даних немає	даних немає	даних немає	даних немає
7.	Владиславівка	339730	немає інформації	даних немає	даних немає	даних немає	даних немає
8.	Євпаторія	339290	немає інформації	даних немає	даних немає	даних немає	2014–2020
9.	Ішунь		немає інформації	даних немає	даних немає	даних немає	даних немає
10.	Керч	339830	До 2013	даних немає	даних немає	2014–2020	2014–2020
11.	Клепиніне	339390	До 2013	даних немає	даних немає	даних немає	даних немає
12.	Мисове		немає інформації	даних немає	даних немає	даних немає	даних немає
13.	Нижньогірський	339620	До 2013	даних немає	даних немає	даних немає	даних немає
14.	Поштове	339450	немає інформації	даних немає	даних немає	даних немає	даних немає
15.	Роздольне	338340	немає інформації	даних немає	даних немає	даних немає	даних немає
16.	Севастополь	339940	До 2013	даних немає	даних немає	даних немає	даних немає

5 <http://climexp.knmi.nl/getdutchstations.cgi?id=someone@somewhere&TYPE=tg>

6 <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/stddata/>

7 <http://berkeleyearth.lbl.gov/auto/Stations/TAVG/Text/>

8 <https://en.tutiempo.net/climate/2016/>

9 <https://rp5.ua/>

17.	<b>Сімферополь</b>	<b>339460</b>	2014–2018	даних немає	даних немає	2014–2020	2014–2020
18.	<b>Феодосія</b>	<b>339760</b>	До 2013	даних немає	даних немає	2014–2015	даних немає
19.	<b>Чорноморське</b>	<b>339240</b>	До 2013	даних немає	даних немає	2014–2020	даних немає
20.	<b>Ялта</b>	<b>339900</b>	немає інформації	даних немає	даних немає	2014–2015	2014–2020
21.	<b>Гурзуф</b>	<b>339960</b>	немає інформації	даних немає	даних немає	даних немає	даних немає

## РОЗДІЛ II

# ОСОБЛИВОСТІ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ І ЇХНІХ ЗМІН НА ТЕРИТОРІЇ КРИМСЬКОГО ПІВОСТРОВА

Глобальне потепління, що спостерігається з другої половини XIX століття, викликане не тільки природними змінами клімату в масштабах століть, але й антропогенним навантаженням на кліматичну систему Землі. Відповідно до оцінки, наданої в IPCC, глобальна середньорічна приземна температура за останні ~150 років підвищилася на  $1.1 \pm 0.1^\circ\text{C}/100$  років<sup>10</sup>.

Сучасні кліматичні умови на території України формуються під впливом глобальних тенденцій та зумовлені загальними зональними й регіональними факторами і процесами<sup>11</sup>. Зміни клімату мають свої регіональні особливості й у межах нашої країни. Так, північні і північно-східні регіони теплішають інтенсивніше, ніж південні і південно-східні, що, ймовірно, пов'язано, як із особливістю широтного розподілу потепління на планеті, так із впливом континентальності кліматичних умов<sup>12,13</sup>.

За останні 100–130 років у середньому на території України приземна температура підвищилася на  $1.2 \pm 0.2^\circ\text{C}/100$  років<sup>13,14</sup>. Максимум потепління проявляється в холодну пору року та меншою мірою – в теплу. Правда, останні десятиліття відзначилися аномально високими літніми температурами на тлі значної аридизації, а також аномально теплими зимами з підвищеною мінливістю погодних умов і випаданням опадів в основному у вигляді дощу або мокрого снігу («по-європейськи» волога та безморозна зима і «середземноморське спекотне сухе літо»).

Матеріали досліджень. Для аналізу особливостей змін клімату на території південної частини України було використано дані метеорологічних спостережень (середньомісячні значення приземної температури повітря та місячні суми атмосферних опадів) на станціях, що розташовані на Кримському півострові, які являють собою усереднену оцінку по регіону за період 1961–1991 рр. та 1990–2020 рр., а також окремий аналіз даних для метеостанції Сімферополь та Керч<sup>15,16,17,18</sup>.

Слід відзначити, що на комерційні метеорологічні ресурси інформація щодо різних даних метеоспостережень надходить, але на міжнародних ресурсах вона відсутня. Це є доволі негативною ситуацією через обмеження доступу до метеорологічної інформації і неможливість здійснення кліматичних досліджень.

Проведений аналіз інтернет-ресурсів показав, що наявна мережа моніторингу за навколишнім середовищем, яка функціонувала на півострові при Україні, продовжує діяти, але істотного

10 IPCC: Climate change 2013: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate, UNEP/WMO. Available at: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>

11 Клімат України (2003). Ліпінський В., Дячук В., Бабіченко В. (ред.). Київ: Вид-во Раєвського, 344 с.

12 Бойченко С.Г. (2008) Напівемпіричні моделі та сценарії глобальних і регіональних коливань змін клімату. – Київ: Наукова думка. – 310 с.

13 Boychenko S., Voloshchuk V., Movchan Ya., Serdjuchenko N., Tkachenko V., Tyshchenko O., Savchenko S., 2016. Features of climate change on Ukraine: scenarios, consequences for nature and agroecosystems. Proceedings of the National Aviation University. (4). P.96–113. DOI: <https://doi.org/10.18372/2306-1472.69.11061>

14 Клімат України: у минулому і майбутньому (2009). За ред. М.І. Кульбіді, М.Б. Барабаш. – К.: Сталь, 2009. – 234 с.

15 УГС: Украинский гидрометеорологический центр, 2020. <https://meteo.gov.ua/ua/33345/current/ukraine/#>

16 GISS Surface Temperature Analysis <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/stdata/>

17 Open Data–Server, 2020. [https://opendata.dwd.de/climate\\_environment/](https://opendata.dwd.de/climate_environment/)

18 Кліматичний Кадастр України (2005). УкрНДГМІ та ЦГО. – Київ, 48 с.

оновлення обладнання метеостанцій та інших об'єктів моніторингу не встановлено. Дані метеоспостережень з деяких станцій надходять на комерційні метеоресурси, а на міжнародних ресурсах інформація відсутня. Це є доволі негативною ситуацією через обмеження доступу до метеорологічної інформації.

## 2.1 Особливості кліматичних умов Криму

Клімат на півострові має певні відмінності, й тому виділяють три кліматичні підзони<sup>19,20</sup>:

- **Степовий Крим** (північ, захід і центр півострова) – клімат помірно-континентальний зі спекотним, посушливим літом і нетривалою малосніжною зимою з частими відлигами і дуже мінливою погодою (індекс континентальності Горчинського  $37 \pm 5^{21}$ ); середньорічна приземна температура в рівнинних (степових) районах коливається в межах  $9.7-11.5^{\circ}\text{C}$ , в січні становить  $+1.0 \dots -3.0^{\circ}\text{C}$  на півночі степової зони і до  $+1.0 \dots -1.0^{\circ}\text{C}$  на півдні степової зони. Влітку середнє значення температури становить близько  $+22 \dots +24^{\circ}\text{C}$ , денна температура повітря може сягати  $+35 \dots +37^{\circ}\text{C}$  у тіні, вночі – до  $+23 \dots +25^{\circ}\text{C}$ . Річна сума опадів на північному заході і заході, а також у прибережній смузі Керченського півострова становить 340-370 мм, у центральній частині рівнини їхня кількість збільшується до 430-450 мм.
- **Кримські гори** – клімат помірно-континентальний з вертикальною зональністю, що залежить від висоти над рівнем моря й експозиції схилів. Літо дуже спекотне та сухе, зима волога і м'яка, а в окремі роки влітку спостерігаються сильні зливи, що утворюють селеві потоки і провокують зсуви. Передгір'я має ознаки клімату лісостепу, який належить до типу напівзасушливого з помірно спекотним і теплим літом та дуже м'якою (на заході) і м'якою (в центральних районах і на сході) зимою. Середня річна температура коливається в межах  $9.0 \dots 12.1^{\circ}\text{C}$ , а середня місячна липня  $+21.0 \dots +22.5^{\circ}\text{C}$ , січня  $-1.2 \dots +0.3^{\circ}\text{C}$ . Річна сума опадів становить 1000-2000 мм. З них влітку випадає 120-160, взимку – 105-125, дещо менше навесні й восени – 80-110 мм за сезон.
- **Південний берег** – клімат схожий на субтропічний (субсередземноморський), що перебуває під впливом Чорного та Азовського морів. Сніговий покрив буває короткочасним, стійким у середньому 1 раз на 7 років, морози тільки при проходженні арктичного антициклону.

Також за кліматичними умовами Південний берег можна поділити на дві частини: східну і західну.

Клімат східної частини (від Алушти до Феодосії) належить до типу посушливого й дуже посушливого, зі спекотним літом і дуже м'якою зимою. Середньорічна температура повітря  $12^{\circ}\text{C}$ , а середня місячна січня  $+1.3 \dots +2.9^{\circ}\text{C}$ , липня  $+23 \dots +24^{\circ}\text{C}$ . В окремі роки взимку в Алушті температура знижується до  $-18^{\circ}\text{C}$ , в Судаку і Феодосії – до  $-22, -25^{\circ}\text{C}$ . Неморозний період триває 235 днів, річний – 142–147 днів. Перші легкі морози відзначаються восени, у другій половині листопада, останні – навесні, в кінці березня. За рік випадає близько 272-425 мм атмосферних опадів, найменше – в східній частині, більше – в західній (причому в теплу пору року випадає 210-225, в холодну – 130-200 мм атмосферних опадів).

19 Маринич А.М., Пашенко В.М., Шищенко П.Г. (1985). Природа Украинской ССР. Ландшафты и физико-географическое районирование. Киев: Наукова думка, 224 с.

20 Клімат України (2003). Ліпінський В., Дячук В., Бабіченко В. (ред.). Київ: Вид-во Раєвського, 344 с.

21 Boychenko S., Voloshchuk V., Kuchma T., Serdyuchenko N., (2018). Long-time changes of the thermal continentality index, the amplitudes and the phase of the seasonal temperature variation in Ukraine. Geofizicheskiy Zhurnal. V.40. N3. P.81–96. doi: <https://10.24028/gzh.0203–3100.v40i3.2018.137175>

Західна частина простягається від мису Айя на заході до Алушти на сході.

Характер атмосферної циркуляції повітря над Кримом у різні періоди року неоднаковий.

Взимку циркуляція визначається впливом областей високого тиску, що перебувають над півднем і південним сходом Східної Європи, які викликають у Криму переважно повітряні маси з півночі і північного сходу. Ці холодні материкові вітри майже перекривають вплив Чорного та Азовського морів. Трапляється проходження атлантичних і середземноморських циклонів, що приносять опади. Взимку частими є вторгнення арктичного повітря (з півночі), які дають різкі зниження температури в степовій частині (іноді до  $-30^{\circ}\text{C}$ ).

Навесні переважають також північно-східні вітри. Південні вітри з моря приносять холодне морське повітря, і температура підвищується повільно. Вторгнення циклонів стає рідше, проте вони викликають різкі коливання температури й заморозки, зокрема і на Південному березі.

Літо перебуває під впливом антициклонів (області підвищеного тиску), від чого воно стає спекотним і посушливим. Зрідка спостерігаються південні циклони. Також характерні короткочасні зливові опади, особливо в гірському і рівнинному Криму.

Восени частішає прихід середземноморських циклонів (опади на північних схилах гір зменшуються, на південному узбережжі – збільшуються).

Загалом клімат здебільшого сухий, переважають сезонні суховії. Чорне море влітку прогрівається до  $+25^{\circ}\text{C}$ , Азовське море – до  $+27 \dots +28^{\circ}\text{C}$ .

Найбільш характерні для Криму такі небезпечні погодні явища: тумани, грози, град, а також посушливі явища – посухи, суховії, пилові бурі.

Середньорічні та середньомісячні значення кліматичних норм приземної температури та суми атмосферних опадів на метеостанціях (для періоду 1961–1990 рр.) наведені в табл. 2 та табл. 3. Карта розташування метеостанцій на території Криму наведена на рис. 1.

## 2.2 Специфіка змін клімату в Криму

Кліматичні зміни останніх десятиліть на півострові Крим, особливо в степовій його частині, стали більш відчутні через збільшення повторюваності аномально високих літніх температур (вище  $30^{\circ}\text{C}$ ), інтенсифікації випаровування, зниження кількості атмосферних опадів, зокрема в теплі періоди року, а також через теплі зими з підвищеною мінливістю погодних умов.

За період інструментальних метеоспостережень з кінця XIX і до початку XXI століття загалом на півострові потепліло на  $0.5-0.8^{\circ}\text{C}/100$  років, тоді як на території материкової частини України приземна температура підвищилася на  $1.0-1.2^{\circ}\text{C}/100$  років. Максимальне потепління проявлялось у холодну і дещо меншою мірою в теплу пору року. Спостерігалось також деяке зменшення кількості атмосферних опадів на 5-9%, особливо влітку, і збільшення повторюваності злив.

**Таблиця 2. Середньорічні та середньомісячні значення кліматичних норм температури на метеостанціях, що розташовані на Кримському півострові (для періоду 1961–1990 рр.)**

Характеристика	Місяці												Рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>Джанкой</b>													
Середня	-1.3	-0.5	3.1	10.4	16.2	20.3	22.6	21.7	16.8	10.5	6.1	2.1	10.7
Сер. кв. відх.	3	3.1	2.5	1.9	1.4	1.3	1.2	1.3	1	1.9	1.9	2	0.9
Мінімальна	-10	-13.5	-4.4	6.5	13.3	18.6	20.2	19.2	13.8	6.2	-1.6	-4.3	8.8
Максимальна	4.7	5.3	6.7	14	19.2	23.6	25	24.5	19.8	15.6	9.1	6.6	12.5
<b>Керч</b>													
Середня	-0.5	0	3.2	9.8	15.4	20.1	22.8	22.2	17.6	11.4	6.7	2.9	11
Сер. кв. відх.	2.9	2.8	2.2	1.6	1.4	1.4	1.2	1.3	1.1	1.8	1.7	1.9	0.8
Мінімальна	-8.4	-12.7	-3	4.6	12.1	17.3	20.3	19.8	14.6	7.1	-2	-3.6	9.2
Максимальна	6.6	6	7.7	13.2	18.4	23.6	26.6	26.1	22	17.3	11.1	9.8	12.6
<b>Євпаторія</b>													
Середня	0.5	1	4.1	10.2	15.6	20.3	22.8	22.3	17.9	11.9	7.4	3.5	11.5
Сер. кв. відх.	2.8	2.9	2.3	1.5	1.2	1.2	1.2	1.3	1.1	1.8	1.8	1.8	0.8
Мінімальна	-7.2	-10.9	-3.1	6.3	12.6	17.9	20.4	20	14.8	6.9	-0.7	-2.5	9.7
Максимальна	7.9	6.7	7.6	13.6	18.8	23.1	27.4	26.2	22.7	17.5	12.6	8.8	13.2
<b>Сімферополь</b>													
Середня	-0.5	0.4	3.6	10.2	15.2	19.2	21.5	21	16.6	10.7	6.3	2.4	10.6
Сер. кв. відх.	2.7	3.1	2.3	1.9	1.4	1.2	1.2	1.3	1.1	2	2	1.9	0.8
Мінімальна	-8.9	-9.8	-3.9	5.2	11.2	16.3	17.9	17.6	12.8	5.3	-2.3	-4.1	8.5
Максимальна	5.2	6.5	8.6	14.6	19	21.9	24.1	23.5	21.3	15.9	12.1	8.4	12.4
<b>Феодосія</b>													
Середня	0.9	1.4	4.4	10.6	16.1	20.8	23.4	22.8	18.4	12.4	7.8	4.1	11.9
Сер. кв. відх.	2.9	2.9	2.3	1.6	1.4	1.3	1.3	1.3	1.1	1.9	1.8	1.9	0.8
Мінімальна	-7.8	-11.6	-2.2	6.2	13	18.4	20.7	20.4	15.5	8.1	-0.5	-2.6	10.1
Максимальна	7.9	6.7	7.8	13.4	19.5	23.8	27.4	26.7	22.3	17.9	12.5	9.8	13.8
<b>Алушта</b>													
Середня	2.9	3.3	5.3	10.1	15	19.6	22.5	22.2	17.9	12.3	8.3	5.3	12.1
Сер. кв. відх.	1.8	2	1.3	1.2	1.2	1.3	1.3	1.2	0.9	1.5	1.6	1.4	0.6
Мінімальна	-2.6	-3.5	0.6	6.4	12.7	17	19.5	20	15.5	9.2	2.6	1.4	10.7
Максимальна	8.3	6.5	8.1	13	17.8	23.5	26.7	25.4	22.3	16.6	11.7	8.8	13.6
<b>Севастополь</b>													
Середня	3.1	3.6	5.7	10.5	15.2	19.7	22	21.8	18	12.8	9	5.5	12.2
Сер. кв. відх.	2.1	2.5	1.7	1.4	1.1	1.1	1.2	1.2	1	1.7	1.9	1.7	0.7
Мінімальна	-3.6	-4.9	-0.1	5.6	12.5	17.6	19.7	19.7	15.5	8.6	1.2	0.1	10.7
Максимальна	9.7	8.1	10.1	13.4	18.2	22.6	25.6	25.1	21.4	17.5	14.3	11.1	14
<b>Ялта</b>													
Середня	3.9	4.2	6	10.8	15.6	20.2	23.2	23	19	13.6	9.5	6.3	12.9
Сер. кв. відх.	1.7	1.9	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1	1.7	1.6	1.4	0.7

Мінімальна	-1	-3.4	-0.1	6.5	12.6	17.2	20.3	20.7	16	9.4	2.1	1.9	11.2
Максимальна	8.8	7.8	8.7	13.2	19	23.7	27.5	26.6	23.3	18.2	12.9	11	14.6
<b>Ай-Петрі</b>													
Середня	-3.6	-3.1	-0.6	4.9	9.5	12.9	15.1	14.7	10.9	6.5	2.6	-1.5	5.7
Сер. кв. відх.	2.1	2.4	1.8	2.2	1.6	1.4	1.4	1.6	1.2	2.1	2.3	1.5	0.6
Мінімальна	-10.3	-10.4	-7.5	-0.5	5.1	10.2	12.5	12.3	6.9	0.8	-3.9	-5.3	4
Максимальна	2.1	1.6	3.5	9.5	13	16.7	19.7	19.1	16.4	12.4	8.2	3.9	7.4

**Таблиця 3. Річні та місячні значення кліматичних норм суми атмосферних опадів на метеостанціях, що розташовані на Кримському півострові (для періоду 1961–1990 рр.)**

Характеристика	Атмосферні опади														Рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ХП (XI-III)	ТП (IV-X)	
<b>Джанкой</b>															
Середня	33	28	31	32	43	49	36	37	33	25	33	37	162	255	<b>417</b>
Сер. кв. відх.	21.2	15.5	18.8	18.3	29.6	26.7	32.6	37.1	27.8	16.4	19.9	18.7	41.1	75.3	<b>78.6</b>
Мінімальна	3	4	3	0	4	1	4	0	0	0	2	1	72	128	<b>242</b>
Максимальна	111	84	77	72	122	170	169	164	139	121	89	79	257	435	<b>568</b>
<b>Керч</b>															
Середня	34	31	28	30	36	48	33	44	36	26	37	51	181	253	<b>434</b>
Сер. кв. відх.	24.1	17.9	17	20.2	36.5	36.4	29.2	33.7	29	17.1	22.5	26	42.7	66.1	<b>75.6</b>
Мінімальна	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	102	150	<b>207</b>
Максимальна	106	96	90	104	172	186	228	176	167	114	100	129	281	451	<b>777</b>
<b>Євпаторія</b>															
Середня	33	32	30	29	29	40	37	33	35	27	34	45	174	230	<b>404</b>
Сер. кв. відх.	24.3	18.8	21.3	20.4	23.4	29.8	31.7	32	25.9	18	20.2	25.2	46	71.7	<b>78.3</b>
Мінімальна	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	91	81	<b>196</b>
Максимальна	126	111	128	84	127	167	147	128	147	159	163	177	269	402	<b>625</b>
<b>Сімферополь</b>															
Середня	42	33	37	33	44	53	55	41	37	32	45	53	210	295	<b>505</b>
Сер. кв. відх.	30.2	19.5	23.9	23	31.4	28.6	40.8	27.3	23.1	18.8	26.2	26.1	48.4	75.3	<b>92.7</b>
Мінімальна	2	0	0	0	1	8	1	0	2	0	1	3	75	151	<b>302</b>
Максимальна	129	118	94	109	136	230	324	105	121	161	150	177	366	650	<b>818</b>
<b>Феодосія</b>															
Середня	37	35	32	34	36	44	35	51	38	25	34	48	186	263	<b>449</b>
Сер. кв. відх.	25.3	18	22.5	23.5	29.3	41.9	24.9	41.9	39.6	20.3	23.1	29.1	50	81.5	<b>99.3</b>
Мінімальна	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	64	114	<b>203</b>

Максимальна	109	96	147	100	159	227	130	180	210	86	148	147	280	487	<b>698</b>
<b>Алушта</b>															
Середня	53	45	36	33	31	42	29	34	35	31	47	60	241	235	<b>476</b>
Сер. кв. відх.	34.6	22.4	22.3	29.2	19.2	24.7	22.9	35.8	38	26.7	31.6	40	85	69.4	<b>103</b>
Мінімальна	1	3	3	0	0	1	0	0	0	0	0	3	107	94	<b>195</b>
Максимальна	188	145	116	122	107	163	97	177	176	156	254	165	431	398	<b>710</b>
<b>Севастополь</b>															
Середня	39	34	30	26	26	38	33	31	40	28	47	54	204	222	<b>426</b>
Сер. кв. відх.	25.7	24.1	18.4	21.7	19.7	35.7	26.6	23.4	37	19.8	31.5	27.7	49.7	71.3	<b>93.2</b>
Мінімальна	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	30	58	<b>114</b>
Максимальна	118	110	76	103	103	193	93	86	153	135	186	176	354	436	<b>639</b>
<b>Ялта</b>															
Середня	84	65	46	35	36	42	37	36	44	39	68	96	359	269	<b>628</b>
Сер. кв. відх.	63.1	34.4	31.7	30.3	24.5	27.8	25.2	30.8	52.6	29.7	55.4	57.2	118	77.3	<b>164</b>
Мінімальна	8	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	2	192	129	<b>309</b>
Максимальна	250	216	180	134	103	189	285	146	284	206	304	333	634	494	<b>1118</b>
<b>Ай-Петрі</b>															
Середня	155	125	82	62	68	72	56	57	65	62	108	174	644	442	<b>1086</b>
Сер. кв. відх.	109	59.4	50	53.3	43.1	39.6	35.3	37.7	68.5	39.1	80.6	101	206	107	<b>260</b>
Мінімальна	9	5	5	1	2	3	5	2	1	1	0	11	212	149	<b>462</b>
Максимальна	451	478	311	262	181	322	335	263	365	296	595	527	1379	933	<b>1876</b>

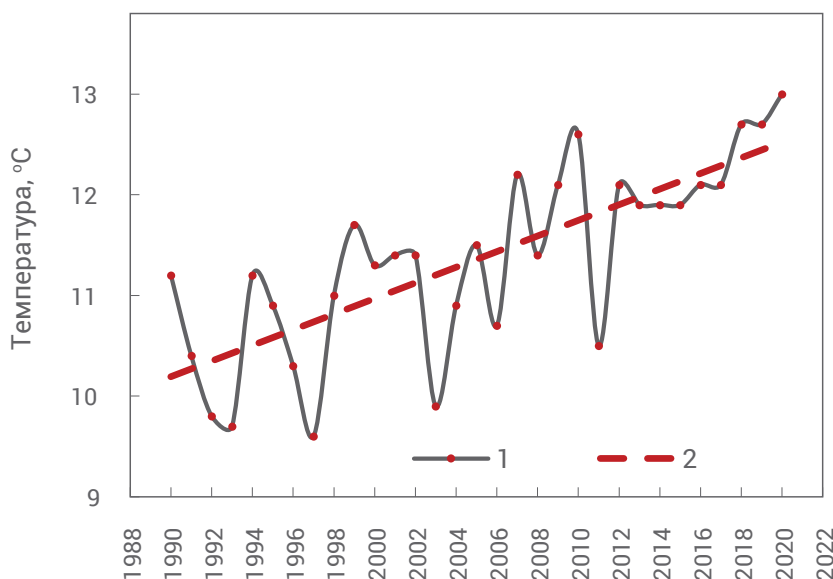
**Сімферополь.** Середньорічна температура в Сімферополі за період 1990–2020 рр. становить близько  $11.4 \pm 0.8^\circ\text{C}$  (при кліматичній нормі  $10.6 \pm 0.8^\circ\text{C}$ ), а за останні ~30 років зафіксовано підвищення приземної температури на  $0.8^\circ\text{C}/10$  років (див. рис. 2 та табл. 2).

Сезонний хід приземної температури повітря в Сімферополі має виражений максимум у липні  $+20.1...+23.0^\circ\text{C}$  (при кліматичній нормі  $+19.2...+21.5$ ) та мінімум – у січні  $+0.4...+2.5$  (при кліматичній нормі  $-0.5...+2.4$ ) (див. рис. 3 та табл. 2).

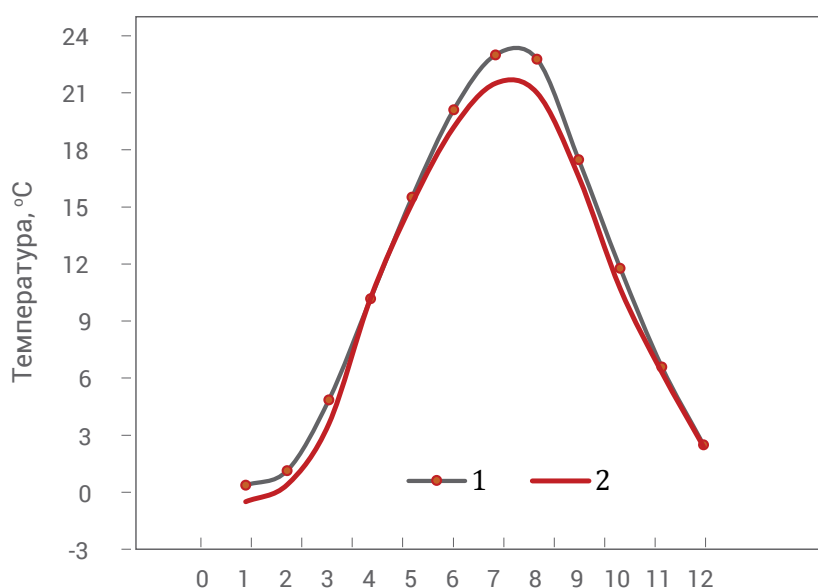
В окремі місяці й у деякі роки можуть спостерігатися кліматичні аномалії.

В умовах сучасних змін клімату проявилися певні тенденції змін у сезонному ході приземної температури. Так, для періоду 1990–2020 рр. для метеостанції Сімферополь характерна тенденція до потепління протягом усього року (взимку на  $0.5-1.2^\circ\text{C}/10$  років, а влітку  $0.5-1.0^\circ\text{C}/10$  років).

Сезонний хід приземної температури повітря на метеостанції Сімферополь для періодів 1990–2020 та 1961–1991 рр. наведено на рис. 3.



**Рис. 2.** Середньорічна температура повітря на метеорологічній станції Сімферополь (1 – емпіричні дані, 2 – тренд) за період 1990–2020 рр.



**Рис. 3.** Сезонний хід приземної температури на метеостанції Сімферополь для періодів 1961–1991 рр. (1) та 1990–2020 рр. (2)

Річна сума атмосферних опадів на метеостанції Сімферополь за період 1990–2020 рр. становить близько  $498 \pm 132$  мм/рік (при кліматичній нормі  $505 \pm 93$  мм/рік). А за останні ~30 років зафіксовано зменшення кількості атмосферних опадів на 14 мм/міс. за 10 років (на 5-7% за період спостережень) (див. табл. 3, рис. 4).

Сезонний хід суми атмосферних опадів на метеостанції Сімферополь має чітко виражений максимум у червні–липні  $(56-45) \pm 26$  мм/міс., а в січні–лютому –  $(40-42) \pm 21$  мм/міс. В теплий період року (квітень–вересень) у вигляді дощів випадає  $295 \pm 48$  мм, а у холодний період (жовтень–березень) –  $210 \pm 75$  мм (див. рис. 5 та табл. 2). Протягом року кількість днів з дощем становить 116, а зі снігом – 34.

Сезонний хід суми атмосферних опадів на метеостанції Сімферополь для періодів 1961–1991 рр. та 1990–2020 наведено на рис. 5.

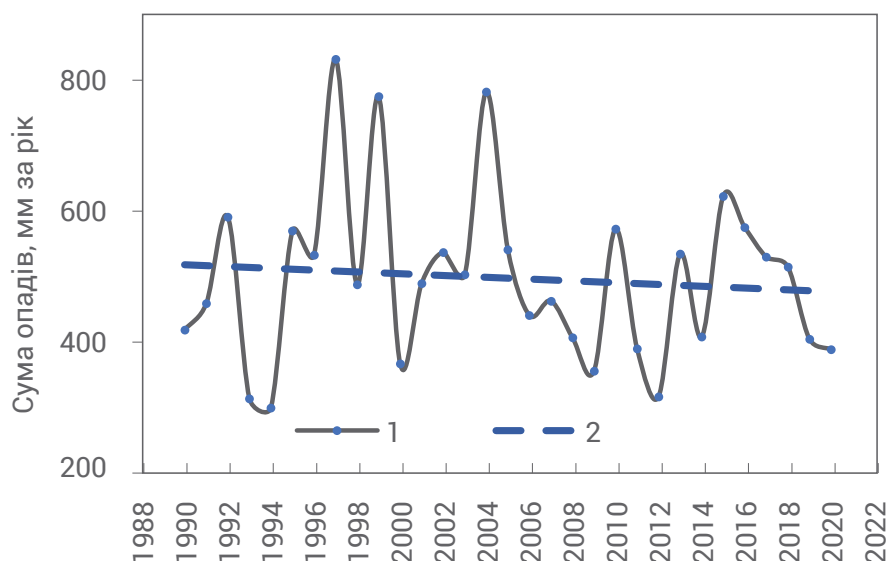


Рис. 4. Річна сума атмосферних опадів, зафіксованих на метеорологічній станції Сімферополь (1 – емпіричні дані, 2 – тренд) за період 1990–2020 рр.

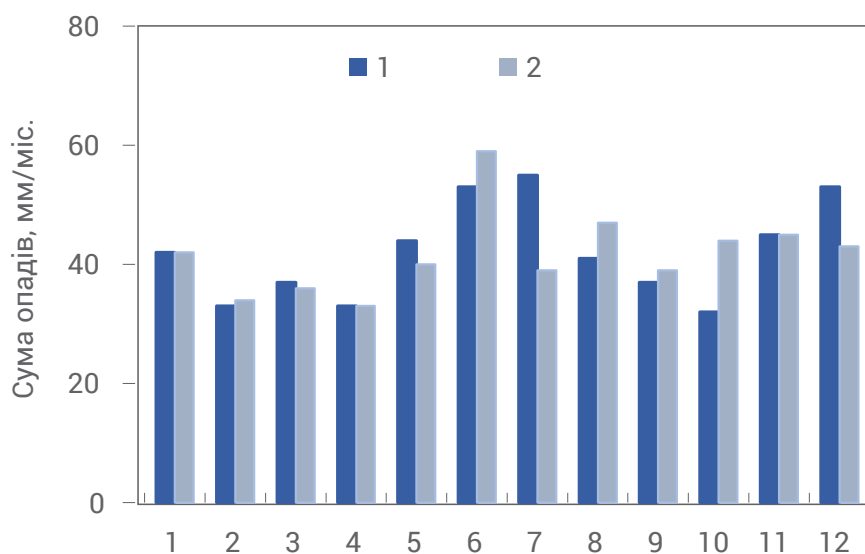
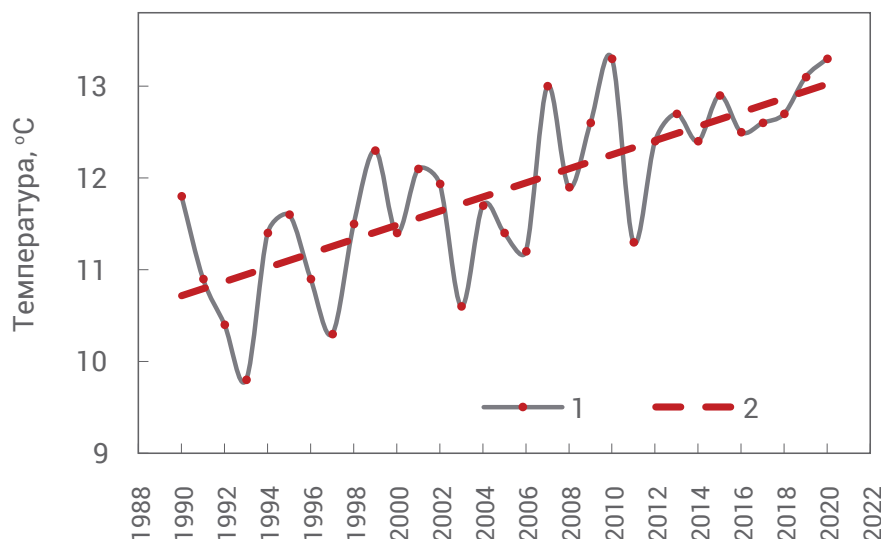


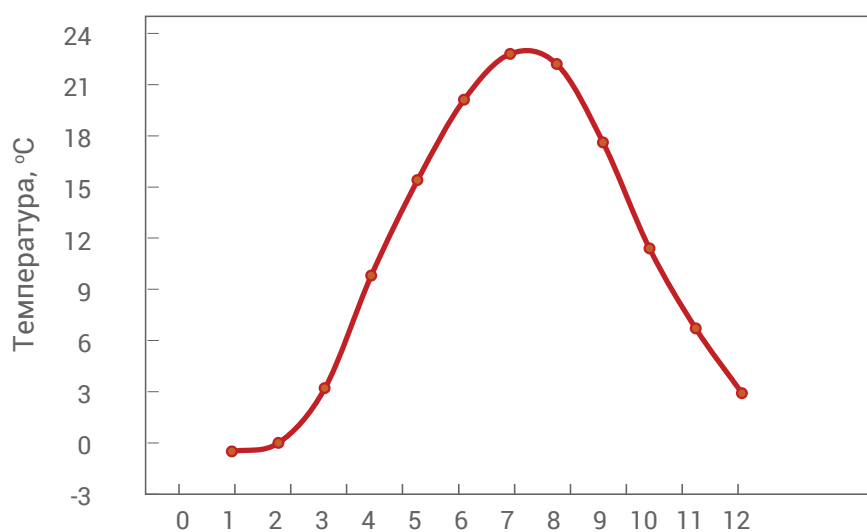
Рис. 5. Атмосферні опади на метеостанції Сімферополь для періодів 1961–1990 рр. (1) та 1990–2020 рр. (2)

**Керч.** Середньорічна температура в Керчі за період 1990–2020 рр. становить близько  $11.4 \pm 0.8^\circ\text{C}$  (при кліматичній нормі  $11.0 \pm 0.8^\circ\text{C}$ ), а за останні ~30 років зафіксовано підвищення приземної температури на  $0.8^\circ\text{C}/10$  років (див. рис. 6 та табл. 2).

Сезонний хід приземної температури повітря в Керчі має виражений максимум у липні  $+20.1...+23.0^\circ\text{C}$  (при кліматичній нормі  $+20.1...+22.8$ ) та мінімум – у січні  $+0.4...+2.5$  (при кліматичній нормі  $-0.5...+2.9$ ). В окремі місяці й у деякі роки можуть спостерігатися кліматичні аномалії.



**Рис. 6.** Середньорічна температура повітря на метеостанції Керч (1 – емпіричні дані, 2 – тренд) за період 1990–2020 рр.



**Рис. 7.** Сезонна приземна температура на метеостанції Керч (період 1961–1991 рр.).

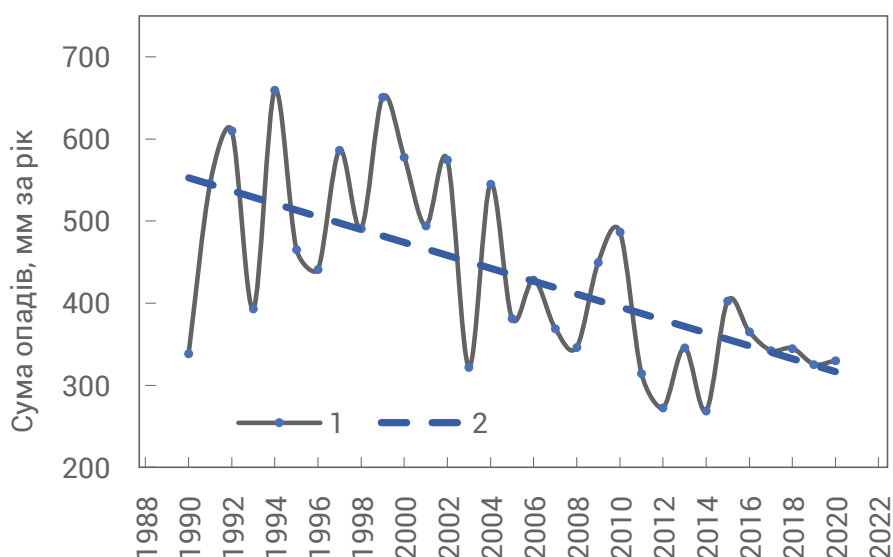
В умовах сучасних змін клімату проявилися певні тенденції змін у сезонному ході приземної температури. Так, для періоду 1990–2020 рр. для метеостанції Керч характерна тенденція до потепління протягом усього року в межах 0.5-1.2°C/10 років.

Сезонний хід приземної температури повітря на метеостанції Керч для періоду 1961–1991 рр. наведено на рис. 7 та табл. 2.

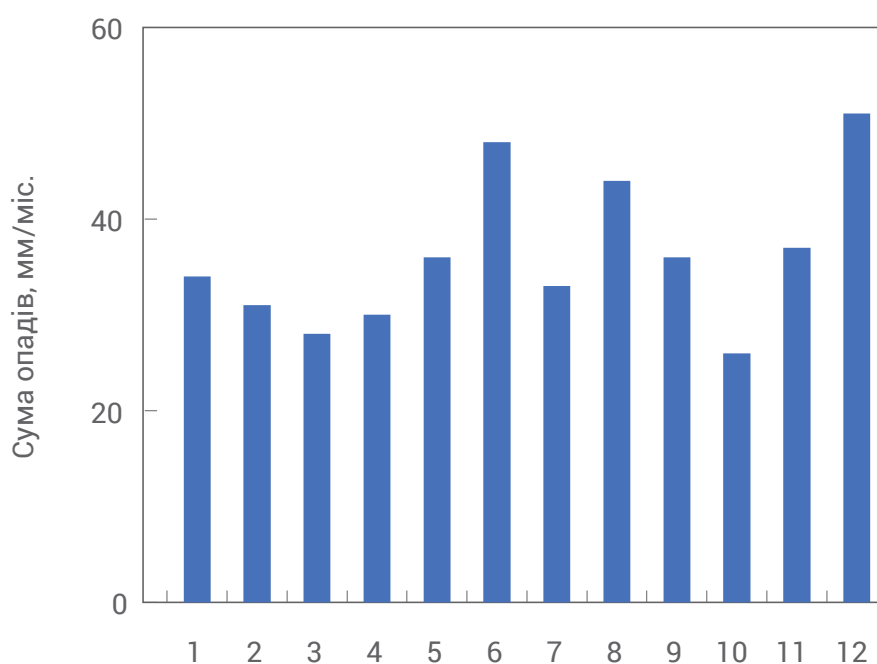
Річна сума атмосферних опадів на метеостанції Керч за період 1990–2020 рр. становить близько  $498 \pm 132$  мм/рік (при кліматичній нормі  $432 \pm 76$  мм/рік). А за останні ~30 років зафіксовано зменшення кількості атмосферних опадів на 14 мм/міс. за 10 років (на 5-7% за період спостережень) (див. табл. 2, рис. 8).

Сезонний хід суми атмосферних опадів на метеостанції Керч має чітко виражений максимум у червні–липні ( $48-33$ ) $\pm 22$  мм/міс., а в січні–лютому – ( $51-31$ ) $\pm 24$  мм/міс. В теплий період року (квітень–вересень) у вигляді дощів випадає  $253\pm 66$  мм, а у холодний період (жовтень–березень) –  $181\pm 43$  мм. Протягом року кількість днів з дощем становить 79, а зі снігом – 19.

Сезонний хід суми атмосферних опадів на метеостанції Керч для періоду 1961–1991 рр. наведено на рис. 9 та табл. 2.



**Рис. 8.** Атмосферні опади, зафіксовані на метеостанції Керч (1 – емпіричні дані, 2 – тренд) за період 1990–2020 рр.



**Рис. 9.** Сезонність атмосферних опадів на метеостанції Керч для періоду 1961–1990 рр.

Таблиця 4. Основні кліматичні характеристики та повторюваність небезпечних явищ погоди, зафіксовані на метеостанції Сімферополь за період 1990–2020 рр.<sup>22</sup>

Роки	Середньомісячна температура, °С	Максимальна температура, °С	Мінімальна температура, °С	Кількість атмосферних опадів, мм/міс.	Середня швидкість вітру, км/год.	Кількість днів з дощем	Кількість днів зі снігом	Кількість днів із грозою	Кількість днів з туманом	Кількість днів зі смерчами	Кількість днів з градом
1990	11.2	15.5	6	419	14.4	101	47	26	56	0	0
1991	10.4	14.9	5.2	459	14.5	116	60	22	43	0	2
1992	9.8	14.9	4.6	591	16.4	95	31	16	45	0	2
1993	9.7	17	6.2	314	14.8	82	34	22	56	0	0
1994	11.2	16	6.3	300	16.3	124	45	27	50	0	1
1995	10.9	15.3	5.7	570	16.5	115	42	42	68	0	3
1996	10.3	14.6	5.3	533	15.5	122	40	43	53	0	1
1997	9.6	16.6	6.3	832	16.8	99	47	33	59	0	1
1998	11.0	17.2	6.8	488	15.9	112	23	31	61	0	2
1999	11.7	16.8	6	775	16.7	90	42	25	52	0	1
2000	11.3	16.8	6.2	367	17.6	121	43	26	56	0	2
2001	11.4	17.9	6.8	490	17.6	116	35	49	67	0	0
2002	11.4	15.5	5	537	17	142	44	38	93	0	1
2003	9.9	16.4	5.9	503	15.3	140	42	46	90	0	5
2004	10.9	17.2	6.8	782	16.2	131	34	42	91	0	2
2005	11.5	16.2	5.6	541	16.1	133	43	34	97	1	1
2006	10.7	17.9	6.8	441	16.3	123	25	46	84	0	3
2007	12.2	17.2	6.1	463	16.4	108	34	37	80	0	3
2008	11.4	17.9	6.8	407	15.4	138	27	43	94	0	4
2009	12.1	18.3	7.4	356	16.4	157	30	47	93	0	2
2010	12.6	16.1	5.4	573	16.4	124	43	42	100	0	1
2011	10.5	17.9	6.5	390	16.7	101	44	26	79	0	1
2012	12.1	17.5	6.6	317	15.5	138	28	40	87	1	2
2013	11.9	17.5	6.9	535	18.4	119	16	27	64	0	0
2014	11.9	17.4	7	408	17.1	108	16	25	46	0	4
2015	11.9	17.5	6.7	623	16.4	124	33	41	46	0	3
2016	12.1	17.7	6.8	575	16.2	110	27	18	45	0	4
2017	12.1	17.7	6.8	530	16.7	120	24	30	58	0	3
2018	12.7	18.5	7.1	515	14.7	108	20	33	63	0	4
2019	12.7	18.7	7.5	405	15.4	119	23	40	48	0	0
2020	13.0	18.1	8.9	389	15.0	57	7	9	7	0	2
<b>Середнє</b>	<b>11.4</b>	<b>16.9</b>	<b>6.4</b>	<b>498</b>	<b>16.1</b>	<b>116</b>	<b>34</b>	<b>33</b>	<b>66</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
<b>±σ</b>	<b>0.9</b>	<b>1.1</b>	<b>0.8</b>	<b>132</b>	<b>0.9</b>	<b>20</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>21</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>Тренд, за 10 років</b>	<b>0.8</b>	<b>1.0</b>	<b>0.6</b>	<b>-14</b>	<b>0.1</b>	<b>1</b>	<b>-9</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

22 Weather for 243 countries of the world, 2020. Available at: <http://rp5.ua>

**Таблиця 5. Основні кліматичні характеристики та повторюваність небезпечних явищ погоди, зафіксовані на метеостанції Керч за період 1990–2020 рр.<sup>23</sup>**

Роки	Середньомісячна температура, °С	Максимальна температура, °С	Мінімальна температура, °С	Кількість атмосферних опадів, мм/міс.	Середня швидкість вітру, км/год.	Кількість днів з дощем	Кількість днів зі снігом	Кількість днів із грозою	Кількість днів з туманом	Кількість днів зі смерчами	Кількість днів з градом
1990	11.8	16.0	7.7	339	16.0	78	9	18	35	0	1
1991	10.9	14.7	7.2	546	15.9	85	27	25	46	0	0
1992	10.4	14.2	6.6	610	16.8	101	25	22	28	0	0
1993	9.8	13.9	5.8	393	17.8	78	17	18	24	0	1
1994	11.4	15.5	7.5	660	16.8	72	31	6	27	0	0
1995	11.6	15.6	7.6	466	17.1	102	15	19	22	0	1
1996	10.9	14.7	6.8	441	16.3	76	25	25	30	0	0
1997	10.3	14.4	6.2	587	15.7	109	23	24	22	0	0
1998	11.5	15.6	7.5	491	15.8	84	33	16	24	0	0
1999	12.3	16.4	8.2	651	15.0	91	11	17	18	0	1
2000	11.4	15.6	7.4	578	15.6	86	34	22	25	0	1
2001	12.1	16.2	8.1	494	17.1	95	26	10	10	0	2
2002	11.9	16.1	7.9	574	15.9	76	16	27	20	0	1
2003	10.6	14.7	6.7	322	15.8	79	21	11	18	0	0
2004	11.7	15.7	7.8	545	15.4	92	23	23	30	0	0
2005	11.4	15.5	7.1	381	16.1	74	16	15	23	0	1
2006	11.2	15.2	7.3	429	15.8	83	14	10	38	0	3
2007	13.0	17.3	8.7	369	16.1	69	18	14	8	0	0
2008	11.9	16.2	7.6	346	16.3	71	15	20	22	0	0
2009	12.6	16.9	8.3	450	15.0	84	12	25	28	0	1
2010	13.3	17.4	9.1	487	15.8	73	17	16	31	0	0
2011	11.3	15.5	7.1	315	16.4	58	21	14	20	0	1
2012	12.4	16.8	8.0	273	16.0	50	28	11	15	0	0
2013	12.7	17.0	8.5	346	15.8	69	16	19	29	0	1
2014	12.4	16.6	8.4	269	15.9	54	9	15	32	0	0
2015	12.9	17.2	8.8	403	15.9	73	12	10	10	0	0
2016	12.5	16.7	8.3	365	15.8	89	18	13	15	0	1
2017	12.6	17.2	8.1	342	15.9	82	18	8	13	0	0
2018	12.7	17.0	8.5	345	15.9	73	15	13	20	0	0
2019	13.1	17.7	8.5	326	15.4	84	10	8	26	0	1
2020	13.3	18.1	8.9	236	15.0	57	7	9	7	0	2
<b>Середнє</b>	<b>11.9</b>	<b>16.1</b>	<b>7.7</b>	<b>432</b>	<b>16.0</b>	<b>79</b>	<b>19</b>	<b>16</b>	<b>23</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>±σ</b>	<b>0.9</b>	<b>1.1</b>	<b>0.8</b>	<b>118</b>	<b>0.6</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>Тренд, за 10 років</b>	<b>0.8</b>	<b>1.0</b>	<b>0.6</b>	<b>-84</b>	<b>-0.3</b>	<b>-7</b>	<b>-4</b>	<b>-3</b>	<b>-4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

23 Weather for 243 countries of the world, 2020. Available at: <http://rp5.ua>

Середньорічні значення метеорологічних параметрів та несприятливих погодних явищ на метеостанції Сімферополь за період 1990–2020 рр. *наведено в табл. 3.*

Середньорічні значення метеорологічних параметрів та несприятливих погодних явищ на метеостанції Керч за період 1990–2020 рр. *наведено в табл. 4.*

## РОЗДІЛ III

### АКТИВНІ ВПЛИВИ З МЕТОЮ ШТУЧНОГО ЗБІЛЬШЕННЯ КІЛЬКОСТІ АТМОСФЕРНИХ ОПАДІВ ДЛЯ ПРИТОКУ ВОДИ У ВОДНІ ОБ'ЄКТИ В ОКУПОВАНОМУ КРИМУ

Аридизація кліматичних умов і зниженого підземного та карстового водного живлення, малосніжні зими й аномально високі температури влітку в 2018–2020 рр. стали основними причинами різкого зменшення водності водосховищ та озер на території Кримського півострова. Період травень–серпень 2020 року вважають періодом найбільшого недобору кількості атмосферних опадів. Згідно з прогнозами, маловодні періоди можуть продовжитися і в 2021 році.

У 2020 році в результаті обміління кримських водосховищ у Сімферополі через різке зменшення атмосферних опадів склалася найбільш напружена ситуація. Сімферополь споживає до 160 тис. м<sup>3</sup> води на добу. Так, у серпні 2020 року Сімферополь і ще 39 населених пунктів були переведені на погодинний графік подачі води (деякі жителі отримують її лише дві години на добу і лише в будні), також влада встановила на вулицях ємності з водою.

Однак, за оцінками експертів, у водопровідних мережах Криму втрати води через технічні причини іноді сягають понад 50%. З 66 млн м<sup>3</sup> води, яку використовують за рік Сімферополь і Сімферопольський район, у середньому 53-57% об'єму не доходить до споживачів через технічні втрати.

Кілька кричущих заголовків у медіа про ситуацію з водою в Криму:



Проблему дефіциту прісної води місцева влада планує вирішити кількома шляхами, а саме:

- за рахунок використання підземних і морських вод для опріснення. Наприклад, установку з опріснення побудували на березі моря в с. Миколаївка. На будівництво установок виділено 8,2 млрд рублів. Очікується отримання опріснених вод до 40 тис. м<sup>3</sup> води на добу;
- за рахунок використання підземних вод і вод зі свердловин. Наприклад, біля Сімферополя планується пробурити три свердловини, які можуть дати до 10 тис. м<sup>3</sup> води на добу;

- за рахунок збільшення кількості атмосферних опадів шляхом активних впливів на атмосферні процеси. Наприклад, у серпні-вересні 2020 року розпочато експериментальні авіаційні роботи з активного впливу з метою штучного збільшення опадів та збільшення припливу води у водосховищах. Здійснення робіт коштує близько 25,5 млн рублів (314 тис. дол.).

Розглядається також можливість будівництва постійного водогону з Тайганського водосховища в Білогірському районі Криму до Сімферополя, що може стати причиною серйозних змін у природних екосистемах.

Додаткові атмосферні опади збираються викликати за допомогою реагентів, що запускаються з літака, обладнаного системою вертикальної радіолокації хмар і опадів, зі встановленим бортовим вимірjuвальню-обчислювальним комплексом, який об'єднаний з бортовим комплексом системи диспетчеризації. Також літак обладнаний азотним генератором, що розпорошує дрібнодисперсні частинки льоду, та спеціальними пристроями, які відстрілюють патрони з йодистим сріблом. Кількість зарядів у пристрої відстрілу не менше 300 одиниць (піропатрони в Росії випускаються в НДІ прикладної хімії). За планом літак має виконувати роботи зі штучного виклику атмосферних опадів протягом 45 годин загального часу (роботи мали проводитися з 20 вересня до 15 грудня 2020 року).

При активних впливах на атмосферні процеси використовують два найпоширеніших типи реагентів: 1) холодоагенти (речовини, випаровування яких викликає різке локальне зниження температури, наприклад тверда вуглекислота, рідкий азот); 2) льодоутворювальні реагенти (виконують функцію штучних ядер кристалізації і не впливають на температуру повітря, наприклад йодид срібла AgI).

У даному разі для кристалізації хмарної води застосовують рідкоазотні літакові генератори, які «засівали» хмари гранулами сухого льоду розміром до 2 см. Водночас внесені в результаті пострілів на висоті близько від 2 до 5 км над землею піропатрони масою 75-80 г виділяють продукти горіння йодистого срібла (зародки дощу – ядра кристалізації).

Оскільки насичення водяної пари над льодом менше, ніж над водою, через що кристалики льоду доростають до розмірів частинок опадів значно швидше, ніж краплі, то при введенні в достатній кількості зародкових крижаних часток починається процес «перегонки» водяної пари на ці частинки і випаровування хмарних крапель. Таким чином, при розпиленні сухого льоду в атмосфері в хмарі утворюється шлейф охолодженого нижче  $-40^{\circ}\text{C}$  повітря і хмарна волога, потрапляючи в нього, кристалізується. Хмари перетворюються в змішані, протягом 30 хвилин починається формування дощового фронту і випадають опади.

При використанні активного впливу на атмосферні процеси можна досягти збільшення кількості атмосферних опадів безпосередньо в зоні впливів у 1,5-2,0 раза і збільшення сезонної суми атмосферних опадів у зоні впливів у середньому на 15-30%. При цьому для досягнення ефекту необхідно, щоб дощові хмари вже були сформовані, й більш ефективно «засівати» хмари в холодний період року.

Активні впливи на атмосферні процеси з метою збільшення атмосферних опадів у Криму проводилися неодноразово, але публічна інформація щодо проведення цих робіт встановлена нами для 2-х випадків:

- 29-30 жовтня 2016 року (в жовтні-листопаді 2016 р.) в с. Петрівка Красногвардійського району<sup>24</sup>;

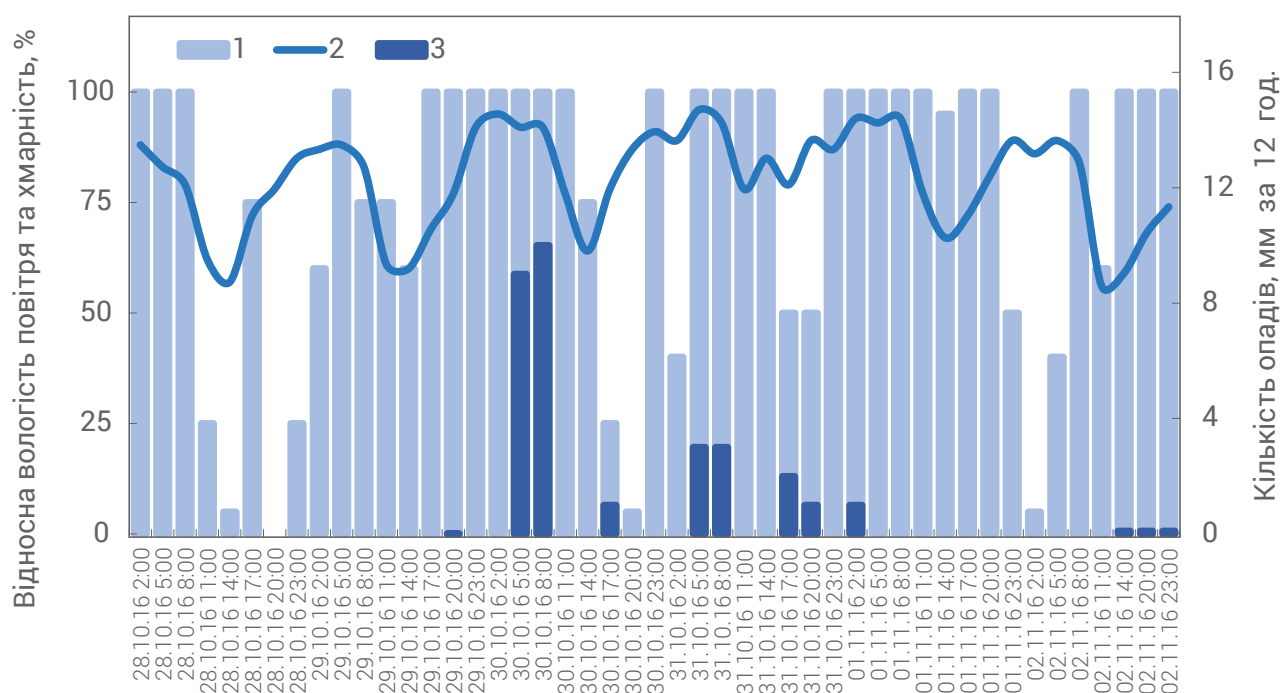
24 Колосков Б.П., Частухин А.В., Бычков А.А. и др. (2017). Применение наземных аэрозольных жидкостных генераторов в работах по искусственному увеличению осадков и противогололедной защите. В Докладах Всероссийской конференции по физике облаков и активным воздействиям на гидрометеорологические процессы: сборник научных трудов. В 2 ч. Ч. 1 / Коллектив

- 29-30 вересня 2020 року (у вересні-грудні 2020 р.) в районі Сімферопольського водосховища<sup>25</sup>.



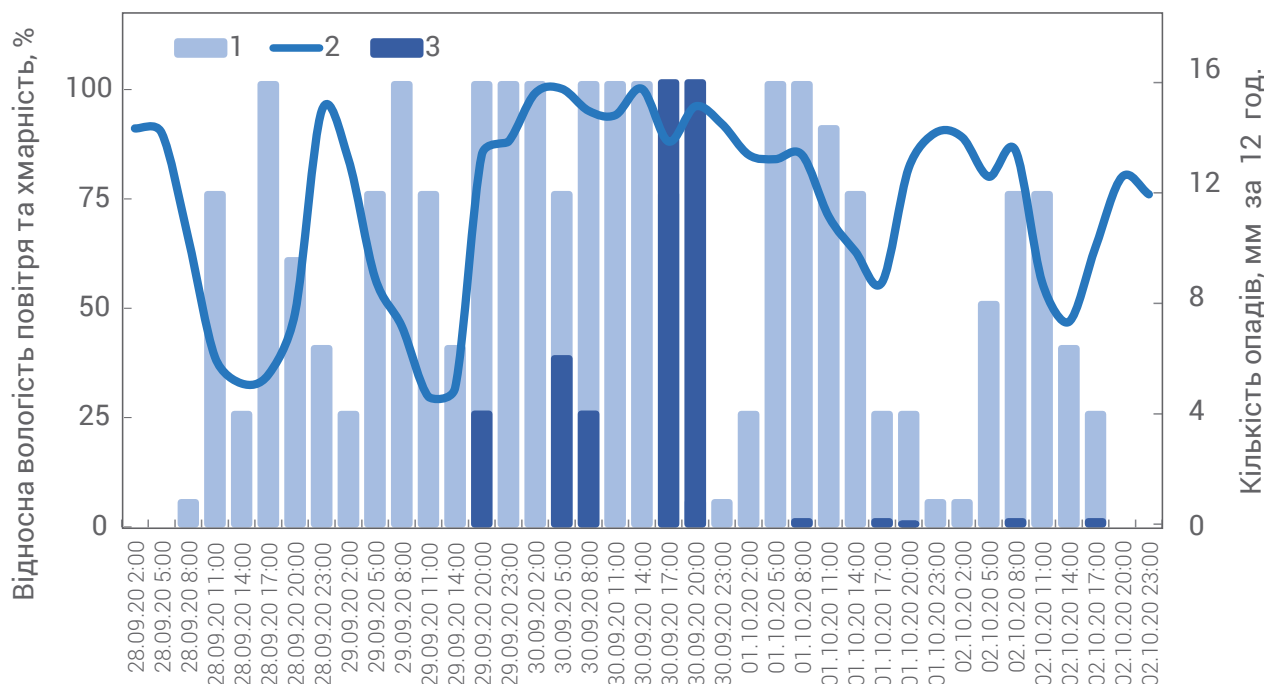
(Засіювання хмар)

У жовтні 2016 року в Красногвардійському районі в результаті здійснення активних впливів було досягнуто збільшення атмосферних опадів. Так, інтенсивність опадів була на 4-6 мм/год. більше, ніж у зонах хмарності до впливу. На метеостанції Сімферополь за період з 28 жовтня до 2 листопада 2016 року під час проведення активних впливів протягом 3-х днів підвищилась потужність хмарності на 20-30% і також випало близько 30±4 мм атмосферних опадів<sup>8</sup> (див. рис. 10).



**Рис. 10.** Добовий хід потужності хмарного покриву (1, в %), кількості атмосферних опадів (2, в мм за 12 годин) та відносної вологості повітря (3, %) на метеостанції Сімферополь за період з 28 жовтня до 2 листопада 2016 року під час проведення активних впливів на атмосферні процеси з метою отримання додаткових атмосферних опадів.

Під час проведення активних впливів з 28 вересня до 3 жовтня 2020 року на метеостанції Сімферополь (використано ресурс<sup>26</sup>) зафіксовано збільшення потужності хмарності на 25-35% та відносної вологості повітря в приземному шарі на 25-35%, а також протягом 2-3-х днів випало близько  $46 \pm 7$  мм атмосферних опадів<sup>27</sup> (див. рис. 11).



**Рис. 11. Добовий хід потужності хмарного покриву (1, в %), кількості атмосферних опадів (2, в мм за 12 годин) та відносної вологості повітря (3, %) на метеостанції Сімферополь за період з 28 вересня до 3 жовтня 2020 року під час проведення активних впливів на атмосферні процеси з метою отримання додаткових атмосферних опадів.**

Слід відзначити, що кліматична норма кількості атмосферних опадів на метеостанції Сімферополь для вересня становить  $37 \pm 23$  мм за місяць, в для жовтня –  $32 \pm 19$  мм за місяць<sup>28</sup>. Отже, в результаті активних впливів за декілька днів у першому випадку випала місячна норма атмосферних опадів, а в другому – випало опадів навіть на ~25% більше норми.

Результати активних впливів на атмосферні процеси з метою збільшення атмосферних опадів над Кримським півостровом (біля Севастополя) на висоті 2 км через 1 годину після «засівання» безпілотним літальним апаратом (а) та літаком (б) представлені на рис. 4. На жаль, автори не вказали дату проведення робіт і результати ефективності випадання опадів<sup>29</sup>. Як бачимо, ефективність «засівання» літаком більша, але і більш коштовна, а «засівання» хмар безпілотним літальним апаратом є доволі перспективним.

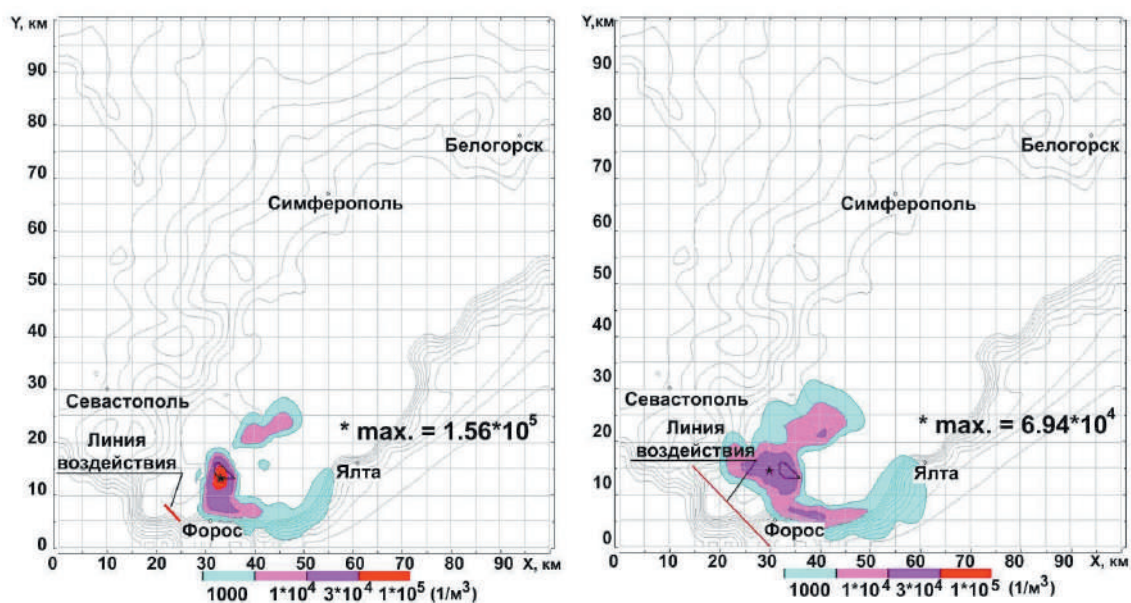
Ми проаналізували, наскільки ефективним було проведення активних впливів. На основі даних радарної зйомки Sentinel-1 було досліджено характер розподілу опадів після застосування активного впливу на атмосферу. Обробку супутникових знімків було зроблено у програмному інтерфейсі Google Earth Engine, яка є потужною вебплатформою для хмарної обробки даних дистанційного зондування у великих масштабах.

<sup>26</sup> Песуєс Rp5

<sup>27</sup> <https://ru.krymr.com/a/poveliteli-dozhdey-v-krymu-vzylis-za-iskusstvennie-osadki/30780239.html>

<sup>28</sup> The Climate Cadastre of Ukraine (standard norms for the period 1961-1990), 2005. (In Ukrainian).

<sup>29</sup> Антонов С.В., Бычков А.А., Корнеев В.П. и др. (2020). О применении беспилотных летательных аппаратов с целью обеспечения работ по активному воздействию на облака и туманы. Ученые записки РГГМУ, № 56, р. 9-18. <https://doi:10.33933/2074-2762-2019-56-9-18>.



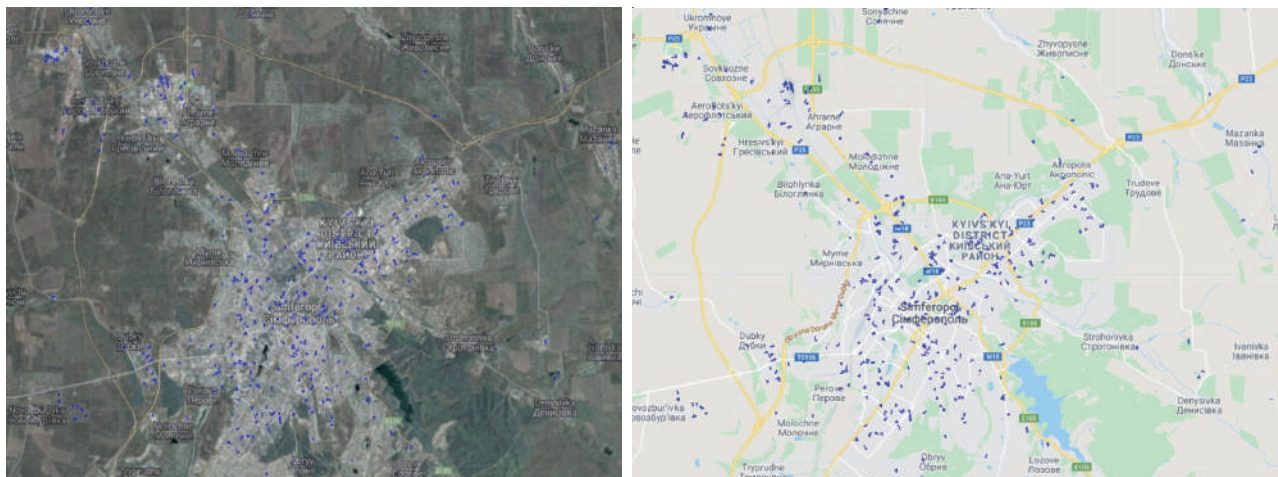
**Рис. 12. Горизонтальний розріз полів концентрації реагенту активного впливу над Кримським півостровом (біля Севастополя) на висоті 2 км через 1 годину після «засівання» безпілотним літальним апаратом (1) і літаком (2) (за даними джерел РФ)**

Алгоритм обробки даних базувався на методиці дешифрування водної поверхні з репозитарію UN-Spider для управління катастрофами та реагування на надзвичайні ситуації, розробленого Управлінням ООН з питань космосу, увага якого приділяється сприянню мирному використанню та освоєнню космосу шляхом міжнародного співробітництва (United Nations Office for Outer Space Affairs). Порівнювали радарні супутникові дані за період з 01.09 до 25.09.2020 та період після активного впливу 30.09–05.10.2020. У результаті в межах міста Симферополя були зафіксовані зони підтоплення, при цьому збільшення водного дзеркала Симферопольського водосховища не було виявлено. На карті темно-синім кольором відображено контур зони затоплення та відкритої водної поверхні за період.

Звернемо увагу, що метою було підвищити водність у Симферопольському водосховищі. На жаль, реалізація випадання атмосферних опадів сталася над містом, що демонструють карти, а водність Симферопольського водосховища ніяк не змінилася. Спрямування випадання атмосферних опадів у заданій локації є доволі складним завданням (див. рис. 12).

Як стало відомо із засобів масової інформації, Симферополь 30 вересня 2020 року накрило зливою, що призвело до масштабних підтоплень<sup>30</sup>.

30 [https://krym.aif.ru/incidents/details/zatopleny\\_ulicy\\_plyvut\\_avto\\_na\\_stradayushchiy\\_ot\\_zasuhi\\_krym\\_obrushilsya\\_liven](https://krym.aif.ru/incidents/details/zatopleny_ulicy_plyvut_avto_na_stradayushchiy_ot_zasuhi_krym_obrushilsya_liven)



**Рис. 13. Карта зон підтоплення та зон відкритої водної поверхні (виділені темно-синім кольором) у районі м. Сімферополя після застосування активного впливу**

Проведений аналіз інтернет-ресурсів показав, що наявна мережа моніторингу за навколишнім середовищем, яка функціонувала на півострові до окупації, продовжує діяти, але істотного оновлення обладнання метеостанцій та інших об'єктів моніторингу не встановлено. Дані метеоспостережень з деяких станцій надходять на комерційні метеорологічні ресурси, а на міжнародних ресурсах інформація відсутня. Це є доволі негативною ситуацією через обмеження доступу до метеорологічної інформації.

З метою підвищення водності у Сімферопольському водосховищі у вересні 2020 року було проведено активні впливи на атмосферні процеси. Випадання атмосферних опадів відбулося над містом, а водність Сімферопольського водосховища ніяк не змінилася (спрямування випадання атмосферних опадів у заданій локації є доволі складним завданням).

## РОЗДІЛ IV

### ЕКОЛОГІЧНА СИТУАЦІЯ В КРИМУ ЗА ПЕРІОД 2015–2020 РР.

Аналіз екологічної ситуації в Криму за період 2015–2020 рр. проведено на основі щорічних доповідей про стан навколишнього середовища<sup>31,32,33,34,35,36</sup>:

#### 4.1. Забруднення атмосферного повітря

У Криму основними забруднювачами атмосферного повітря є підприємства, які займаються виробництвом хімічних речовин і хімічних продуктів, на частку яких припадає близько 49% від загального обсягу викидів, зокрема підприємства, що займаються діяльністю наземного і трубопровідного транспорту – 5,4%, видобутком корисних копалин – 16%, будівництвом – 7%, забезпеченням електричною енергією, газом і паром – 4,8%, збором, обробкою й утилізацією відходів – 3-5%, рослинництвом і тваринництвом – 1,5%.

За даними, наведеними в доповідях, **у 2015 році** викиди газоподібних і рідких речовин склали 21,2 тис. т, з них основними компонентами-забруднювачами є: оксид вуглецю – 35,0% (7,4 тис. т), леткі органічні сполуки – 2,8% (0,6 тис. т), інші газоподібні та рідкі речовини – 9,9% (2,1 тис. т), вуглеводні (без ЛОС – летких органічних сполук) – 13,7% (2,9 тис. т), оксид азоту – 21,2% (4,5 тис. т) і діоксид сірки – 14,6% (3,1 тис. т). Із загального обсягу твердих речовин (36,5 тис. т), що відходять від усіх стаціонарних джерел, уловлено і знешкоджено очисними спорудами 95,6% речовин, з них утилізовано 30,5%;

**у 2016 році** викиди газоподібних і рідких речовин склали 29,06 тис. т, з них основними компонентами-забруднювачами є: вуглеводні (без ЛОС) – 19,2% (5,57 тис. т), леткі органічні сполуки – 4,6% (1,34 тис. т), інші газоподібні та рідкі речовини – 7,1% (2,04 тис. т), діоксид азоту – 20,5% (4,5 тис. т) і діоксид сірки – 12,7% (3,7 тис. т). Із загального обсягу твердих речовин (36,5 тис. т), що відходять від усіх стаціонарних джерел, уловлено і знешкоджено очисними спорудами 96,3% речовин, з них утилізовано 58,2%;

**у 2017 році** сумарний обсяг викидів від стаціонарних джерел склав 88,080 тис. т, з яких 62,313 тис. т (або 70,7%) надійшло на очисні споруди. Близько 59,548 тис. т (або 95,6%) шкідливих (забруднювальних) речовин від обсягу викидів, що надійшли на очисні споруди, – уловлено і знешкоджено. З обсягу уловлених і знешкоджених викидів шкідливих (забруднювальних) речовин утилізовано близько 55,848 тис. т (або 93,8%);

31 Доклад «О состоянии и охране окружающей среды на территории республики Крым в 2014 году», (2015). Симферополь: «СТИВЭС», 584 с.

32 Доклад «О состоянии и охране окружающей среды на территории республики Крым в 2015 году», (2016). Симферополь: «СТИВЭС», 584 с.

33 Доклад «О состоянии и охране окружающей среды на территории республики Крым в 2016 году», (2017). Симферополь: «СТИВЭС», 584 с.

34 Доклад «О состоянии и охране окружающей среды на территории республики Крым в 2017 году», (2018). Симферополь: «СТИВЭС», 584 с.

35 Доклад «О состоянии и охране окружающей среды на территории республики Крым в 2018 году», (2019). Симферополь: ООО РГ «Топ-Эксперт», 422 с.

36 Доклад «О состоянии и охране окружающей среды на территории республики Крым в 2019 году», (2020). Симферополь: ООО «Принт», 360 с.

у 2018 році сумарний обсяг викидів від стаціонарних джерел склав 85,360 тис. т, з яких 58,899 тис. т (або 69%) надійшло на очисні споруди. Близько 57,132 тис. т (або 97%) шкідливих (забруднювальних) речовин від обсягу викидів, що надійшли на очисні споруди, – уловлено і знешкоджено. З обсягу уловлених і знешкоджених викидів шкідливих (забруднювальних) речовин утилізовано близько 51,418 тис. т (або 90%).

**Таблиця 6. Динаміка викидів забруднювальних речовин зі стаціонарних і пересувних джерел за період 2000–2019 рр. у Криму (тис. т)**

Роки	Викиди в атмосферу, тис. тонн			Щільність викидів в перерахунку на 1 кв. км, кг	Об'єми викидів в перерахунку на 1 людину, кг
	Всього	у тому числі			
		стаціонарні джерела	пересувні джерела		
2000	123,39	33,47	89,92	4731,1	58,3
2005	125,356	35,109	90,247	4806,6	63,3
2006	123,213	34,191	89,022	4724,42	63,5
2007	148,342	33,779	114,563	5687,788	78,891
2008	155,2	31,146	124,054	5950,8	78,891
2009	137,4	26,363	111	6277,809	83,268
2010	141,5	32,4	109,1	5424	72
2011	130,054	32,867	97,187	4986,57	66,24
2012	137,806	32,723	105,083	3016,842	40,06
2013	130,354	26,552	103,802	4998,07	66297
2014	20,547*	20,547	**	787,815*	10,404*
2015	22,824*	22,824	**	875,120*	11,557*
2016	31,374*	31,374	**	1202,9*	16,407*
2017	28,532*	28,532	**	1094,0*	14,909*
2018	156,797	25,467	131,33	976,5	13,321
2019	28,398*	28,398	**	1088,8	14,847

\*– інформація тільки стосовно стаціонарних джерел; \*\*– інформація відсутня

у 2019 році сумарний обсяг викидів від стаціонарних джерел склав 56,916 тис. т, з яких 28,503 тис. т (або 50%) надійшло на очисні споруди. Близько 25,790 тис. т (або 90,5%) шкідливих (забруднювальних) речовин від обсягу викидів, що надійшли на очисні споруди, – уловлено і знешкоджено. З обсягу уловлених і знешкоджених викидів шкідливих (забруднювальних) речовин утилізовано близько 19,678 тис. т (або 76,3%).

Динаміка викидів забруднювальних речовин зі стаціонарних і пересувних джерел за період 2000–2019 рр. у Криму наведена в табл. 6.

Динаміка викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення в регіоні по окремих населених пунктах (тис. т) наведена в табл. 7. Як бачимо, обсяг викидів забруднювальних речовин від стаціонарних джерел по регіону зменшився порівняно з минулими роками, але збільшився порівняно з 2018 роком.

**Таблиця 7. Динаміка викидів забруднювальних речовин у атмосферне повітря зі стаціонарних джерел на півострові в окремих регіонах (тис. тонн)**

Місто	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
м. Сімферопіль	1,96	2,119	1,877	1,882	2,512	2,657	3,56	2,43	2,574	2,746	5,074
м. Алушта	0,28	0,175	0,128	0,97	0,193	0,132	0,134	0,249	0,276	0,268	0,414
м. Джанкой	0,42	1,138	1,17	1,025	0,849	0,064	0,043	0,097	0,103	0,147	0,103
м. Євпаторія	0,31	0,25	0,22	0,2	0,203	0,153	0,186	0,376	0,516	0,426	2,053
м. Керч	10,65	1,867	1,788	1,681	1,692	0,782	0,687	1,599	1,457	1,864	1,955
м. Красноперекопськ	8,57	7,854	7,834	7,252	6,941	6,969	6,866	8,726	7,597	6,386	6,619
м. Саки	0,077	0,049	0,05	0,071	0,074	0,285	0,172	0,228	1,222	0,331	0,775
м. Армянськ	6,06	12,065	12,711	13,666	5,676	2,321	3,848	4,854	4,311	4,512	2,153
м. Феодосія	0,77	0,591	0,824	0,778	1,766	0,183	0,762	0,517	0,664	0,412	0,563
м. Судак	0,17	0,04	0,057	0,054	0,058	0,08	0,097	0,18	0,213	0,127	0,2
м. Ялта	0,84	0,446	0,488	0,453	0,634	0,436	0,347	0,435	0,518	0,314	0,491
<b>Всього, РК</b>	<b>33,47</b>	<b>32,334</b>	<b>32,867</b>	<b>32,723</b>	<b>26,552</b>	<b>20,547</b>	<b>22,824</b>	<b>31,374</b>	<b>28,532</b>	<b>25,467</b>	<b>28,398</b>

У північній частині Криму основними джерелами викидів у повітряне середовище є підприємства хімічної галузі: Армянська філія ТОВ «Титанові інвестиції» і ПАТ «Кримський содовий завод» (рис. 14). В атмосферне повітря від діяльності цих виробництв викидаються різні забруднювачі, основними з яких є діоксид азоту, діоксид сірки, окис вуглецю і зважені речовини. Специфічні речовини, які викидають підприємства хімічної галузі в Північному Криму, – це сірчана кислота, фтористий водень, хлористий водень, аміак, формальдегід, хлор, бром та ін.



**Рис. 14. Динаміка викидів з основних підприємств-забруднювачів за період 2016–2019 рр.**

## 4.2. Водні ресурси та їх забруднення

Територією Кримського півострова протікає 1 657 річок, струмків і балок загальною довжиною 5 996 км. Їхня довжина, площі водозбірних басейнів і обсяги води, що протікає, невеликі. Водотоки завдовжки менше 10 км складають більшість – 92,1%.

На ділянці від Алупки до Ялти найвідоміша річка – Хастабаш, яка починається під горою Ай-Петрі. Довжина річки – 2,45 км. Впадає вона в море на схід від мису Комунарів. Річка багатоводна, ніколи не пересихає. Поверхневий водозбір малий, з урахуванням території Ай-Петринської яйли – 5,63 км<sup>2</sup>.

Через західну частину Ялти протікає річка Учан-Су. Довжина її 7,0 км, площа водозбірного басейну – 28,9 км<sup>2</sup>. Річка бере початок під крайкою Ай-Петринської яйли на значній висоті й тече вниз із дуже великим ухилом. Двокаскадний водоспад Учан-Су є найвищим у Криму (його висота 98 м). На другому каскаді споруджено невелику будівлю з водозабором і скульптурою орла на даху. Звідси вода надходить у Могабінське водосховище обсягом 300 тис. м<sup>3</sup> і використовується потім для водопостачання Ялти. Основні притоки Учан-Су – правобережні Барбала і Кухна та лівобережний Яузлар є гірськими річками, що несуть свої води в глибоких ущелинах.

Через східну частину Ялти протікає річка Дерекойка, яка впадає в море поблизу морського порту. Дерекойка – найбільша ріка Південного берега Криму. Довжина її становить 9,6 км, площа водозбірного басейну – 51,0 км<sup>2</sup>. Річка бере початок під крайкою Нікітської яйли злиттям річок з лівого берега Гува і з правого – Путаміца (Бал-Алма).

З північно-західних схилів Головного пасма Кримських гір беруть початок найзначніші за протяжністю й водністю річки півострова (з південного заходу на північний схід) – Бельбек, Кача, Альма, Західний Булганак.

Річка Бельбек (довжина 55 км, площа басейну – 505 км<sup>2</sup>) – одна з найбільш багатоводних річок Криму. Середньобагаторічна витрата води в гирлі дорівнює 2,08 м<sup>3</sup>/с, що становить 65,5 млн м<sup>3</sup> за рік.

Річка починається біля села Щасливого злиттям річок Біюк-Узенбаш і Манаготра. Річки,

що становлять верхів'я Бельбека, є гірськими потоками з вузьким руслом, великим падінням, крутими високими берегами. Впадає річка в Чорне море біля села Любимівка. Поблизу моря русло схоже на яр завширшки в 25-30 м.

Річка Альма завдовжки 79 км є однією з найбільш протяжних річок Криму. Площа водозбору дорівнює 635 км<sup>2</sup>. Витік річки розташовується на території Кримського природного заповідника в Центральній гірській улоговині. Одним із джерел Альми є цілюще джерело Савлук-Су (пам'ятка природи місцевого значення). Впадає Альма в Каламітську затоку Чорного моря. Середні багаторічні витрати Альми становлять 1,2 м<sup>3</sup>/с; обсяг річного стоку – 37,5 млн м<sup>3</sup>. Водами річки наповнюються два водосховища: Партизанське, об'ємом 34,4 млн м<sup>3</sup> для водопостачання Сімферополя, й Альмінське, обсягом 6,2 млн м<sup>3</sup> для підживлення Альми з метою зрошення садів.

На північних схилах Головного пасма бере початок Салгир і його основні притоки. Салгир разом із притокою Біюк-Карасу являє собою найбільшу в Криму річкову систему. Загальна довжина Салгира й 14-ти приток, що безпосередньо впадають у нього, дорівнює 923 км. Площа водозбірного басейну Салгира – 3750 км<sup>2</sup>. Річка Салгир – єдина річка Криму, що має довжину понад 200 км. Починається Салгир злиттям річок Кизил-Коба й Ангара на північ від села Перевального. Водозбірний басейн Салгира межує на сході з басейном річки Східний Булганак, на південному сході – з басейнами річок Південного берега Криму, на південному заході – з басейнами річок Альма і Західний Булганак. Густота річкової мережі водозбору р. Салгир – 0,25 км/км<sup>2</sup>.

На території Автономної Республіки Крим налічується 22 великих водосховища загальним об'ємом 334,2 млн м<sup>3</sup>. Залежно від джерел наповнення їх поділяють на:

- водосховища природного стоку;
- наливні водосховища Північно-Кримського каналу.

### 4.3. Основні результати моніторингу сейсмічної обстановки в Кримсько-Чорноморському регіоні

Моніторинг сейсмічної обстановки в Кримсько-Чорноморському регіоні здійснюється мережею стаціонарних сейсмічних станцій так званого «Інституту сейсмології і геодинаміки КФУ (ІСГ КФУ)» і «ГАУ РК «Кримська експертна рада» (ГАУ РК «КЕС»)»: «Сімферополь», «Севастополь», «Ялта», «Алушта», «Судак», «Феодосія», «Керч» і пунктами «Тарханкут» (с. Оленівка), «Донузлав 2» (с. Веселівка).

У 2017–2019 рр. на кримській мережі сейсмічних станцій зафіксовано 85-103 землетрусів, причому в 2018 році їх зафіксовано 103 із сумарною сейсмічною енергією 326 · 10<sup>9</sup> Дж (див. табл. 8). Як бачимо, Керченсько-Анапський район має найбільшу сейсмічність від 16 до 45 випадків, а найменшу – степовий і північно-західний райони Криму.

**Таблиця 8. Число землетрусів (N) та сумарна сейсмічна енергія (E), зафіксовані в різних районах Криму в 2017–2019 рр.**

№	Район	Число землетрусів					
		2017		2018		2019	
		N	E, 10 <sup>9</sup> Дж	N	E, 10 <sup>9</sup> Дж	N	E, 10 <sup>9</sup> Дж
1.	Севастопольський	11	6.48	15	0.58	17	0.40
2.	Ялтинський	12	1.44	19	20.68	9	3.27
3.	Алуштинський	5	0.01	15	0.02	18	0.02
4.	Судацько-Феодосійський	7	0.02	11	63.34	15	12.05
5.	Керченсько-Анапський	45	99.51	18	133.86	16	2.32
6.	Степовий Крим	1	0.05	3	0.01	0	0
7.	Азово-Кубанський	2	0.36	6	105.21	2	0.05
8.	Північно-Західний	0	0	0	0	1	31.62
9.	Чорноморська впадина	6	7.81	6	2.46	7	13.69
<b>10.</b>	<b>Разом</b>	<b>89</b>	<b>114.94</b>	<b>103</b>	<b>326.17</b>	<b>85</b>	<b>63.42</b>

#### 4.4. Радіаційна ситуація

Радіометрична мережа так званого «ФДБУ «Кримське УГМС»» складається з 16 пунктів спостережень за потужністю експозиційної дози гамма-випромінювання (ПЕД), на яких щодня проводились виміри ПЕД, і 5 пунктів з відбору проб сумарної бета-активності.

Відповідно до інформації, наданої у доповідях, радіаційну обстановку на території окупованого Криму в 2019 році можна оцінити загалом як задовільну і стабільну, рівень гамма-фону не перевищує значень багаторічних спостережень. Потужність експозиційної дози гамма-випромінювання на території півострова не перевищила природного рівня і склала: у 2019 р. –  $0.10 \pm 0.5$  мкЗв/год.; у 2018 р. –  $0.11 \pm 0.6$  мкЗв/год.

Протягом, наприклад, 2018 року потужність експозиційної дози коливалася від 0.07 мкЗв/год. (Алушта) до 0.15 мкЗв/год. (Феодосія). Значення сумарної бета-активності з січня до вересня коливалися від 0.30 (Чорноморське) до 0.74 Бк/м<sup>2</sup> (Керч).

#### 4.5. Підземні води

Основними природними факторами формування режиму підземних вод є: кліматичні (атмосферні опади, температура, дефіцит вологості), геоморфологічні, геолого-гідрогеологічні.

Метеорологічні умови в 2014–2018 роках для більшості районів Криму були сприятливими для поповнення запасів підземних вод за рахунок атмосферних опадів. У 2019 р. річна сума опадів, за даними більшості метеостанцій Криму, була менше, ніж у попередньому 2018 р. за такий же період. Максимальна кількість опадів випала в рівнинному Криму (метеостанція Сімферополь – 406,5 мм), мінімальна – в Нижньогірському районі (метеостанція Нижньогірська – 183,4 мм).

Загалом у Криму, за даними минулих років, максимум опадів припадає на райони Гірського Криму і Південного берега Криму, а мінімум опадів випадає в Північному Криму, на Керченському півострові та у Присивашші.

Зазначимо, що загальний відбір підземних вод у 2019 році склав 330.397 тис. м<sup>3</sup>/добу. (для порівняння: в 2018 році – 332.692 тис. м<sup>3</sup>/добу). Для Кримського регіону характерним є нерівномірний розподіл запасів прісних підземних вод. Так, більш висока (>70 тис. м<sup>3</sup>/добу) насиченість геологічних утворень прісними водами встановлена в Сакському, Джанкойському, Нижньогірському, Красногвардійському, Роздольненському, Бахчисарайському районах. Найбільший водовідбір спостерігається у Красноперекопському районі (99,279 тис. м<sup>3</sup>/добу), Джанкойському районі (64,224 тис. м<sup>3</sup>/добу), Сакському районі (54,127 тис. м<sup>3</sup>/добу), Красногвардійському районі (30,742 тис. м<sup>3</sup>/добу), Бахчисарайському районі (21,99 тис. м<sup>3</sup>/добу) і Сімферопольському районі (14,055 тис. м<sup>3</sup>/добу).

Незначні обсяги водовідбору (5,288 тис. м<sup>3</sup>/добу) характерні для Ленінського району.

Розвідані й оцінені запаси підземних вод складають (з мінералізацією до 1,5 г/л), зокрема: за категорією А + В – 636.847 тис. м<sup>3</sup>/добу; за категорією С1 + С2 – 428,989 тис. м<sup>3</sup>/добу. Всього – 1 065,836 тис. м<sup>3</sup>/добу.

Відомості про експлуатовані ділянки родовищ підземних вод з підрахованими запасами на території Криму наведено в табл. 9.

**Таблиця 9. Динаміка добування підземних вод на території Криму за період 2015–2019 рр.**

№	Назва родовища	Величина експлуатаційних запасів, тис. м <sup>3</sup> /добу	Кількість підземних вод, що було добуто, тис. м <sup>3</sup> /добу				
			2015	2016	2017	2018	2019
1.	Альмінське	376.6	84.12	80.17	67.19	72.15	70.12
2.	Білогірське	246.50	23.3	43.89	67.36	87.63	51.96
3.	Керченське	13.9	0.22	0.22	0.10	0.97	0.56
4.	Новоселівське	12.5	-	1.26	1.07	5.40	4.30
5.	Північно-Сиваське	286.711	22.92	32.15	24.09	34.50	31.25
6.	Сільпром	4.0	-	6.87	1.03	1.69	2.42
7.	Аерофлотське	2.23	-	1.06	1.03	1.19	0.99
8.	Сімферопольське	13.5	-	-	0.01	0.01	0.01
9.	Сегада	0.04	-	-	-	-	-
10.	Агармиське	13.6	3.69	5.06	5.11	4.45	5.13
11.	Східно-Кримське	3.8	-	0.006	-	-	-

12.	Гірське	20.50	3.72	2.04	5.35	1.94	2.65
13.	Західно-Кримське	62.69	0.5	0.45	8.10	5.30	4.51
14.	Судацьке	9.29	4.38	5.12	5.09	4.54	4.18
<b>Всього</b>		<b>1065.84</b>	<b>142.85</b>	<b>178.30</b>	<b>185.53</b>	<b>219.78</b>	<b>178.09</b>

Отже, підсумовуючи наведене вище, зазначимо, що кліматичні умови Криму та їхня динаміка за період окупації, стан довкілля та природних ресурсів, зокрема водних, свідчать про інтенсивне погіршення умов проживання й господарювання в Криму, про системний характер екологічних і господарських проблем, а також дає підстави для визначення заподіяної шкоди щодо довкілля і природних ресурсів для подальших судових претензій до агресора з метою визначення розміру й механізму відшкодування завданих Україні збитків.









**Особливості змін клімату, екологічної ситуації та стан  
еколого-кліматичного моніторингу на території окупованого Криму  
за період 2014-2020 рр. / С. Бойченко, Т. Кучма, Є. Хлобистов;  
Кримськотатарський Ресурсний Центр. – Київ, 2021. — 40 с.**

Літературний редактор: Ірина Борисюк

Розповсюджується безкоштовно  
Кримськотатарський Ресурсний Центр

Формат 60x84/8.

Папір офсетний. Друк офсетний

Ум. друк. арк. 37,2

Наклад 10 прим. Зам. №

**ISBN 978-966-97958-8-5**

**Видавець:** ТОВ «Видавничий дім «Українська культура»

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру, видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції: серія ДК №6757 від 16.05.2019 р.*

Адреса:

Україна, Київська область, м. Київ, вул. Васильківська, 1, офіс 4-6

Тел. 0674548319, e-mail: nv\_ukraine@ukr.net

**Друк:** ТОВ «Бродівська друкарня»

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру, видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції: серія ДК №7157 від 28.09.2020 р.*

Адреса:

Україна, Львівська область, м. Броди, вул. Юридика, 17

Тел. 0662822994, e-mail: chobit81@ukr.net

**Видавничий дім «Українська культура», 2021**

