



Український екологічний клуб
Зелена Хвиля
ecoclubua.com

О. Л. Пруцакова, І. М. Санковська

КЛІМАТ-БОКС

Програма і
методичний посібник
до курсу за вибором
для учнів 5-6 класів ЗЗСО

КЛІМАТ-БОКС Програма і методичний посібник

CO₂



ПРУЦАКОВА Ольга Леонідівна
САНКОВСЬКА Ірина Мечиславівна

КЛІМАТ-БОКС

Програма і методичний посібник
до курсу за вибором
для учнів 5-6 класів ЗЗСО

м. Київ

УДК 373.51.091.214:551.58*кл5/6](072)
П85

*Рекомендовано до друку
Вченою радою Інституту післядипломної
освіти Київського університету імені Бориса Грінченка
(протокол № 3 від 30.06.2022 року)*

Рецензенти:

Шевченко О. Г., доктор географічних наук, доцент, заступниця декана географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка МОН України;

Кондусь В. І., директор Переяславської гімназії № 3 Переяславської міської ради, вчитель географії, вчитель вищої категорії, «старший вчитель».

Пруцакова О. Л., Санковська І.М.

Клімат-бокс: програма і метод. посіб. до курсу за вибором для учнів 5-6 класів ЗЗСО / О. Л. Пруцакова, І. М. Санковська. – Київ : Планета Прінт. 2022. –180 с.

ISBN 978-617-7595-95-2

ISBN 978-617-7595-96-9

Методичний посібник стане помічником вчителям природничих дисциплін НУШ закладів загальної середньої освіти, педагогам закладів позашкільної освіти, вихователям дитячих оздоровчих таборів, методистам і викладачам закладів вищої освіти, Інститутів післядипломної педагогічної освіти, співробітникам установ природно-заповідного фонду та тим свідомим громадянам, хто небайдуже ставиться до проблеми зміни клімату та збереження довкілля.

Цей методичний посібник створений у межах Ініціативи з розвитку екологічної політики й адвокації в Україні, що здійснюється за фінансової підтримки Міжнародного фонду «Відродження» та Посольства Швеції в Україні.

Думки, висновки чи рекомендації належать авторкам видання О.Л. Пруцаковій та І.М. Санковській і не обов'язково відображають погляди Уряду Швеції. Відповідальність за зміст документа несе винятково ГО «Український екологічний клуб «Зелена Хвиля».

ISBN 978-617-7595-95-2

ISBN 978-617-7595-96-9

© Пруцакова О. Л., Санковська І. М., 2022



Зміст

<i>Передмова</i>	5
Навчальна програма курсу за вибором для учнів 5–6 класів ЗЗСО «Клімат-бокс»	6
Урок-вступ. «Клімат-бокс» – твоя сходинка до вивчення зміни клімату	20
Блок I. Погода та клімат: відмінності	27
Урок 1. Вивчення погоди та клімату. Що таке «клімат» і «погода»?	27
Урок 2. Будова, склад і значення атмосфери Землі	32
Блок II. Зміна клімату: причини та наслідки	43
Урок 3. Історія клімату. Природні причини зміни клімату	43
Урок 4. Погодні професії. Хто і як «працює» з погодою	55
Урок 5. Антропогенні причини кліматичної зміни	63
Урок 6. Хвилі тепла. Втрата водності. Здоров'я населення. Метеозалежність. Адаптація міст	73
Урок 7. Стихійні атмосферні явища. Катаклізми	84
Урок 8. Танення полярного льоду, багаторічної мерзлоти та льодовиків. Підняття рівня Світового океану	94
Урок 9. Міграції видів. Інвазивні та місцеві (аборигенні) види. Вирубування лісів як чинник зміни клімату	108
Урок 10. Кліматичні мігранти. Міграція населення як адаптація до кліматичної зміни	121
Урок 11. Наслідки зміни клімату в Україні	128
Блок III. Прийняття рішень із протидії зміні клімату	147
Урок 12. Які можливі прояви кліматичної зміни очікують землян. Міжнародні рухи з протидії зміні клімату	147
Урок 13. Рішення з протидії зміні клімату в Україні. Мої щоденні дії з енерго- та ресурсозбереження	157

Урок 14. Кліматичний активізм у світі та в Україні. Еко- та кліматичні професії майбутнього	161
Урок 15. Презентація та захист учнівських проєктів	172
Урок-підсумок 16. Екологічна гра-квест «Клімат-бокс»	174
<i>Умовні скорочення</i>	179

*Ви захищаєте лише те, що любите,
любите те, що знаєте.
Ви знаєте лише те, чого вас навчають.*

Гудмунд Пауль Оулавссон

Шановна педагогічна спільното!

Пропоновані методичні матеріали та рекомендації – це прагнення і сподівання застосувати кліматичну складову в Новій українській школі.

Вперше у вітчизняному освітньому просторі з'явилися курси за вибором, які знайомлять учнів початкової – «Кліматична абетка» – та основної школи – «Клімат-бокс» – із надзвичайно актуальною темою зміни клімату.

Час спливає занадто швидко, а спільні рішучі дії мають бути виваженими й результативними. Активні підлітки – надія наша і людства всієї планети. Впевнені, що слухачі й учасники курсу в подальшому неруйнівному ставленні до довкілля та свідомому обмеженні власних потреб, стануть амбасадорами креативних і унікальних рішень з адаптації та протидії зміні клімату.

Вбачаємо разом з колегами й однодумцями в цій діяльності власну місію! Переконані, що педагоги Нової української школи майстерно скористаються наданою можливістю взяти активну участь у кліматичній просвіті своїх учнів.

ДАВАЙТЕ СПІЛЬНО ПРАГНУТИ ЗВЕРШЕНЬ!

Авторки курсу «Клімат-бокс»

Навчальна програма курсу за вибором «Клімат-бокс» для учнів 5-6 класів ЗЗСО

Вступна частина

Курс за вибором «Клімат-бокс» для 5-6 класів є продовженням курсу «Кліматична абетка», створеного для 3-4 класів початкової школи, та водночас напрямом вивчення природничих наук у базовій школі. «Клімат-бокс» – один із засобів вивчення природи, що поглиблює розуміння впливу діяльності людини на зміни, які відбуваються в навколишньому середовищі.

Вивчення курсу допоможе розширити уявлення учнів / учениць про закономірності природи, сприятиме усвідомленню природного довкілля, як важливої та неповторної суспільної та особистісної цінності, екологічно доцільній взаємодії з природою. Курс підтримує пізнавальну ініціативу та самостійність учнів, удосконалює навички співпраці та комунікації з іншими. Такий підхід до змісту відповідає віковим особливостям розвитку молодших підлітків та сучасним екологічним викликам, пов'язаним зі зміною клімату.

У змісті курсу за вибором велику увагу приділено історії пізнання людиною природи та клімату, представлено коло наук, що вивчають клімат і кліматичну зміну в реальному часі, надано широку змістовну інформацію щодо світу професій, дотичних до теми кліматичної зміни.

Освітня мета

Метою курсу за вибором «Клімат-бокс» є формування особистостей учнів / учениць, які знають і розуміють основні закономірності розвитку природи, володіють певними вміннями для її дослідження, мають цілісну природничо-наукову картину світу, здатні оцінити можливі наслідки людської діяльності в природі та значення природничих наук для сталого розвитку (СР) суспільства.

Основні завдання:

1. Ознайомлення із глобальною проблемою зміни клімату та її наслідками для довкілля і життя людей; усвідомлення власного впливу на довкілля та набуття навичок його мінімізації задля запобігання кліматичній зміні.

2. Формування цілісної природничо-наукової картини світу та усвідомлення місця людини в ній.
3. Засвоєння та поглиблення знань про зміни природного середовища під впливом людини.
4. Застосування знань про природу в повсякденному житті для збереження навколишнього середовища та соціально відповідальної поведінки в ній, адаптації до умов проживання на певній території, самостійного оцінювання рівня безпеки навколишнього середовища як сфери життєдіяльності.
5. Прищеплення прагнення діяти в навколишньому середовищі відповідно до норм екологічної етики та поведінки.
6. Виховання позитивного емоційно ціннісного ставлення до природи;
7. Формування ключових – насамперед екологічної – і предметних компетентностей.
8. Удосконалення вмінь проводити спостереження, дослідити, вимірювання та описувати їхні результати.

Формування ключових компетентностей:

- 1) екологічна грамотність і здоровий спосіб життя;
- 2) спілкування державною та іноземними мовами;
- 3) громадянська й соціальна компетентності;
- 4) інфомедійна грамотність;
- 5) інноваційність;
- 6) вміння вчитися впродовж життя.

Структура курсу

Вивчення тематичного змісту «Клімат-бокс» відбувається в обраний педагогом спосіб упродовж одного навчального семестру раз на тиждень окремим курсом або під час уроків інтегрованих курсів 5–6 класів «Пізнаємо природу», «Природничі науки», «Довкілля» та «Географія» 6–9 класів. Рекомендований період – II семестр 5 класу або I семестр 6 класу.

У навчальній програмі курсу за вибором передбачено 16 (17) уроків: вступ, 15 уроків та підсумковий урок-квест. Структурно тематику питань, опанування яких пропонується в курсі «Клімат-бокс», об'єднано в 3 блоки відповідно до певної спрямованості та розподілено таким чином:

Теми блоків	Теми уроків
Вступ	«Клімат-бокс» – твоя сходинка до вивчення зміни клімату
Блок «Погода та клімат: відмінності»	Вивчення погоди та клімату. Що таке «клімат» і «погода»? Будова, склад і значення атмосфери Землі
Блок «Зміна клімату: причини та наслідки»	Історія клімату. Природні причини зміни клімату Погодні професії. Хто і як «працює» з погодою Антропогенні причини кліматичної зміни Хвилі тепла. Втрата водності. Здоров'я населення. Метеозалежність. Адаптація міст Стихійні атмосферні явища. Катаклізми. Танення полярного льоду, багаторічної мерзлоти та гірських льодовиків. Підняття рівня Світового океану Міграції видів. Інвазивні та місцеві (аборигенні) види. Вирубубання лісів як чинник зміни клімату Кліматичні мігранти. Міграція населення як адаптація до кліматичної зміни Наслідки зміни клімату в Україні
Блок «Прийняття рішень із протидії зміні клімату»	Які можливі прояви кліматичної зміни очікують землян. Міжнародні рухи з протидії зміні клімату Рішення з протидії зміні клімату в Україні. Мої щоденні дії з енерго- та ресурсозбереження

	Кліматичний активізм у світі та в Україні
	Еко- та кліматичні професії майбутнього
	Презентація та захист учнівських проєктів
Підсумок	Екологічна гра-квест «Клімат-бокс»

Кожний тематичний блок містить навчальні матеріали та додаткову довідкову інформацію для вчителя. Також у складі низки уроків запропоновано використання дієвих інтерактивних методик / вправ: «криголамів», ведення дискусій, прийняття рішень («Еколото», «Біганина», «Графічний диктант», «Піраміда рішень») тощо. У процесі вивчення курсу за вибором органічно поєднуються традиційні та інтерактивні методи навчання.

Основні ресурси викладання – посібник для вчителя з методичними рекомендаціями та матеріалами уроків, зошит-активіті для учнів, навчальні відео й додатки (бібліотечка та словник).

Особливості організації вивчення навчального матеріалу

Освітніми пріоритетами курсу є: діяльнісний підхід, робота з численними джерелами інформації, використання для пізнання навколишнього світу різноманітних методів і прийомів: спостереження, нескладних дослідів, вимірювань тощо.

Компетентнісний потенціал курсу може бути реалізований також через виконання учнями навчальних проєктів. Деякі з них можна проводити як міжпредметні, наприклад, з математикою, літературою, історією, мистецтвом і технологіями. Навчальні проєкти при цьому виконуються як у малих групах, так й індивідуально.

У навчальних цілях доцільно використовувати місцевий природознавчий та краєзнавчий матеріал, проводити екскурсії населеним пунктом, до доступних об'єктів природи, місцевих музеїв, планетарію / обсерваторії тощо.

Під час виконання завдань у зошиті-активіті учні під керівництвом педагога розвивають та вдосконалюють навички з медіаграмотності: формулюють запит і шукають інформацію, працюють із навчальними відео, вчать оцінювати надійність інформаційного джерела, достовірність та науковість

інформації. Наступний крок стосується інтерпретації та перетворення інформації, яка подається в графіках, діаграмах, інфографіці, таблицях. Або навпаки – створення на підставі текстової інформації та числових даних графіків, діаграм тощо.

Розподіл годин у курсі є орієнтовним. За необхідності та з огляду на наявні умови вчитель може самостійно змінювати обсяг годин, відведених програмою на вивчення окремого блоку, пропонувати власну тематику проєктів та досліджень з урахуванням особливостей природи свого краю тощо.

Під час вивчення матеріалів курсу за вибором «Клімат-бокс» з учнями 5–6 класів обов’язково потрібно пам’ятати, що для молодших підлітків характерні вразливість і чутливість. Інтелектуальний успіх неможливий без активного емоційного переживання. Саме тому позитивний емоційний фон є необхідним під час пізнавальної діяльності з питань глобальних екологічних проблем, зокрема, зміни клімату. Прагнучи досягти максимального результату в роботі над матеріалами курсу, слід дотримуватися збалансованого підходу до впливу на емоційну сферу дитини та запобігати будь-яким проявам кліматичної депресії.

Програма 5/6 клас (16 годин – 1 година на тиждень)

Очікувані результати навчання	Пропонований зміст курсу	Види навчальної діяльності (орієнтовні)
Вступ		
<p><i>Здійснює</i> пошук самостійно або з допомогою вчителя чи інших осіб інформації про ЦСР у доступних джерелах.</p> <p><i>Розповідає</i> про власний емоційний стан,</p>	<p>«Клімат-бокс» – твоя сходинка до вивчення зміни клімату.</p> <p>Цілі сталого розвитку – основні актуальні орієнтири для людства і ефективний спосіб виживання в</p>	<p><i>Планування діяльності спільно з педагогом:</i></p> <p>– обговорення з педагогом та в групі важливості вивчення курсу про зміну клімату.</p>

<p>описуючи окремі відтінки настрою, почуттів, переживань тощо під час рефлексії власної діяльності або сприймання повідомлення (зокрема, тексту, медіатексту).</p> <p><i>Представляє</i> дані, спираючись на схеми та моделі.</p> <p><i>Оформлює</i> власне висловлення, враховуючи основні засади академічної доброчесності.</p>	<p>умовах екологічної кризи.</p>	<p><i>Проведення досліджень:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – проведення дослідження в групі щодо представлених моделей ЦСР (лінійна модель та «Піраміда цілей»). <p><i>Робота з інформацією:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – робота з різними джерелами інформації про ЦСР; – планування інформаційного пошуку, опрацювання й систематизація інформації за двома та більше джерелами про ЦСР та ціль № 13 «Зміна клімату»; – робота з навчальним відео; – пригадування / пошук наукової інформації про погоду та клімат.
<p>Блок І. «Погода та клімат: відмінності»</p>		
<p><i>Розрізняє</i> поняття «погода» і «клімат».</p> <p><i>Наводить</i> приклади відмінностей погоди та клімату.</p>	<p>Вивчення погоди та клімату. Погода та клімат: відмінності. Будова, склад і значення атмосфери. Метеорологічна</p>	<p><i>Планування діяльності спільно з педагогом:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – обговорення з педагогом / у групі важливості вивчення погоди та

<p><i>Пояснює</i> значення понять «погода», «прогноз погоди», «клімат» та «атмосфера».</p> <p><i>Досліджує</i> погоду у своїй місцевості.</p> <p><i>Робить</i> висновок про зміну погодних умов відповідно до пір року.</p> <p><i>Знає</i> коротку історію метеоспостережень.</p> <p><i>Знає</i> назви й призначення найпростіших метеоприладів.</p> <p><i>Створює</i> таблиці, схеми, діаграми тощо з виконанням необхідних проміжних перетворень.</p> <p><i>Знає</i> будову й склад атмосфери.</p> <p><i>Розуміє</i> значення атмосфери у творенні погоди і клімату.</p> <p><i>Орієнтується</i> у видах метеостанцій.</p>	<p>станція. Вимірювання метеорологічних показників.</p>	<p>клімату; взаємозв'язків між людиною та атмосферою.</p> <p><i>Проведення досліджень:</i></p> <ul style="list-style-type: none">– пригадування / пошук наукових фактів / інформації про: 1) погоду, 2) клімат, 3) будову атмосфери, 4) метеостанцію;– щодо впливу людської діяльності на атмосферу, необхідності її збереження та дослідження;– моделювання життєвих ситуацій щодо застосування метеостанції в різних умовах;– складання словничка наукових термінів за темою. <p><i>Робота з інформацією:</i></p> <ul style="list-style-type: none">– робота з різними джерелами інформації про погоду і клімат, будову атмосфери;– робота з графічними зображеннями;– декодування
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p><i>Вміє писати графічний диктант.</i></p>		<p>інформації «символ – малюнок» в прямому та зворотному порядку.</p> <p><i>Обмін думками та враженнями від побаченого / почутого під час екскурсії, виконання досліджень.</i></p>
<p>Блок II. «Зміна клімату: причини та наслідки»</p>		
<p><i>Розрізняє і називає природні та антропогенні (неприродні) причини зміни клімату; стихійні гідрометеорологічні явища; «екологічний», «водний», «карбоновий» сліди.</i></p> <p><i>Знає про глобальний характер кліматичної зміни; парникові гази; наслідки глобального потепління для тваринного й рослинного світу, річок, морів; наслідки зміни клімату в Україні; міграції видів, загрози для місцевих видів від видів-переселенців; щорічну конференцію ООН зі зміни клі-</i></p>	<p>Історія клімату. Природні причини зміни клімату.</p> <p>«Погодні» професії.</p> <p>Антропогенні причини кліматичної зміни.</p> <p>Прояви та ризики зміни клімату.</p> <p>Хвилі тепла. Втрата водності. Здоров'я населення.</p> <p>Метеозалежність</p> <p>Необхідність адаптації поселень до зміни клімату.</p> <p>Стихійні атмосферні явища. Катаклізми.</p> <p>Танення полярного</p>	<p><i>Планування діяльності спільно з педагогом:</i></p> <p>– обговорення з педагогом / у групі важливості розрізнення природних та антропогенних (неприродних) причин зміни клімату;</p> <p>– обговорення важливості пошуку локальних (індивідуальних) рішень з адаптації територій до зміни клімату.</p> <p><i>Проведення досліджень:</i></p> <p>– дослідження змін, що відбуваються під час атмосферних явищ, за допомогою моделювання рухів</p>

мату та орієнтується в назвах 2–3 основних газів; чергуванні періодів потепління й похолодання в історії людства.

Називає основні погодні професії, орієнтується щодо виконуваної представниками цих професій роботи.

Наводить приклади адаптації до зміни клімату в умовах міста; впливу островів тепла та осередків прохолоди в містах на здоров'я містян, розуміє значення поняття «мікроклімат міста».

Пояснює значення понять «метеозалежність», «зміна клімату», «адаптація до зміни клімату», «парниковий ефект».

Застосовує знання про властивості льоду для обґрунтування причин танення льодовиків і презентує результат.

льоду, багаторічної мерзлоти та гірських льодовиків. Підняття рівня Світового океану і його наслідки.

Міграції видів. Розширення та зміщення ареалів існування видів внаслідок зміни клімату. Інвазивні та аборигенні види. Значення природних екосистем (водно-болотних угідь, лісів, степу) для запобігання зміні клімату. Вирубування лісів як чинник зміни клімату.

Соціальні ризики зміни клімату.

Міграція населення як адаптація до кліматичної зміни. Кліматичні мігранти.

Наслідки зміни клімату в Україні.

повітря, води, ґрунтів; формулювання висновків;

– моделювання й дослідження станів, яких зазнає кубик льоду за впливу різної температури;
– дослідження природи своєї місцевості;
– виявлення та ідентифікація рослин і тварин за допомогою визначників;
– визначення основних властивостей тварин та рослин у місцевості проживання, виявлення пристосувань до умов середовища, групування організмів на основі виявлених ознак.

Робота з інформацією:

– планування інформаційного пошуку, опрацювання й систематизація інформації за двома та більше джерелами;
– опрацювання наданої або самостійно відібраної інформації;
– узагальнення й систематизація ін-

<p><i>Усвідомлює</i> взаємозв'язки між глобальним потеплінням унаслідок господарської діяльності людини й таненням полярного льоду, багаторічної мерзлоти, підняттям рівня Світового океану.</p> <p><i>Уміє</i> відповідати на запитання за змістом навчальних відео.</p> <p><i>Робить</i> висновок про особисту причетність кожного до споживання ресурсів, створення й вирішення екологічних проблем; важливість знань про зміну клімату для людей, необхідність прогнозування наслідків людської діяльності, про кліматичних мігрантів.</p>		<p>формації, представлення її в текстовій, графічній, табличній та інших формах, у тому числі з використанням цифрових технологій і пристроїв;</p> <p>– поширення в різноманітний спосіб власних порад / інформації про способи зменшення тиску на довкілля та адаптацію до наслідків зміни клімату;</p> <p>– укладання словничка наукових термінів за темою.</p> <p><i>Обмін думками та враженнями від побаченого / почутого під час виконання досліджень.</i></p>
Блок III. «Прийняття рішень із протидії зміні клімату»		
<p><i>Знає</i> про глобальний характер прояву кліматичної зміни; міжнародний ко-</p>	<p>Які можливі прояви кліматичної зміни очікують землян.</p>	<p><i>Планування діяльності спільно з педагогом:</i></p> <p>– обговорення</p>

лективний рух та індивідуальні ініціативи з протидії зміні клімату.

Наводить приклади дитячого екоактивізму та значущості його результатів, називає 1–2 екоактивістів та розповідає про їхні ідеї.

Розповідає про локальні рішення з протидії зміні клімату в Україні; про аератор, клас енергоефективності, режим «очікування», пластиковий мішечок, глобальне потепління й кліматичну кризу.

Пояснює значення понять «віртуальна вода», «віртуальне дерево».

Уміє відповідати на запитання за змістом навчальних відео, обґрунтовує власну думку, готує інфор-

Міжнародні рухи з протидії зміні клімату.

Рішення з протидії зміні клімату в Україні.

Повсякденно-побутова діяльність як чинник впливу на клімат.

Щоденні дії з енерго- та ресурсозбереження.

Кліматичний активізм у світі та в Україні.

Еко- та кліматичні професії майбутнього.

важливості пошуку локальних (індивідуальних) рішень з адаптації територій до зміні клімату;
– обговорення необхідності дослідження власної поведінки щодо безпечної взаємодії з природою та свідомого зменшення тиску на неї.

Проведення досліджень:

– планування й проведення індивідуально / у групі дослідження власних звичок щодо впливу на довкілля;
– фіксування результатів у запропонований спосіб;
– формулювання висновків і презентація результатів дослідження;
– моделювання життєвих ситуацій щоденного ощадливого використання ресурсів: електроенергії, води, вживаних речей;

маційне повідомлення, пояснює правила гри та залучає до неї інших, працює в парах та групах, презентує свою і колективно роботу.

Висловлюється на користь ідей, які подобаються та можуть бути підтримані подальшими власними діями.

Досліджує взаємозв'язок між щоденними діями людини, економією ресурсів та пом'якшенням наслідків зміни клімату.

Аналізує графічні та інші зображення.

Розрізняє інформаційне повідомлення та інфографіку.

Характеризує роль людини в зміні клімату.

Робить висновки про значний вплив щоденних дій на дов-

– зменшення розміру власного та родинних еко- та інших «слідів».

Проектна діяльність:

– розробка, здійснення, презентація та захист учнівських проектів

Робота з інформацією:

– планування інформаційного пошуку, опрацювання й систематизація інформації за двома та більше джерелами;

– опрацювання нашої або самостійно відібраної інформації;

– узагальнення і систематизація інформації, представлення її в текстовій, графічній, табличній та інших формах, у тому числі з використанням цифрових технологій і пристроїв;

– поширення різноманітними спосо-

<p>кілля та посилений результат від спільних дій.</p> <p><i>Наводить</i> приклади порад з енерго- та ресурсозбереження, плану дій у річному екологічному проєкті.</p> <p><i>Володіє</i> інформацією про еко- та кліматичні професії майбутнього.</p> <p><i>Дотримується</i> правил поведінки в природному середовищі й побутовій діяльності.</p>		<p>бами власних порад / інформації про способи зменшення тиску на довкілля та адаптацію до наслідків зміни клімату.</p>
<p>Підсумок</p>		
<p><i>Робить висновок</i> про дбайливе ставлення до довкілля та потребу в діях, спрямованих на зменшення власного тиску на навколишнє середовище.</p> <p><i>Оцінює</i> власну діяльність в роботі групи.</p>	<p>Екологічна гра-квест «Клімат-бокс».</p>	<p><i>Застосування</i> набутого досвіду й знань про зміну клімату та важливість щоденних побутових дій у навчальних і життєвих ситуаціях.</p>

Перелік обладнання, необхідного для реалізації практичної складової курсу за вибором «Клімат-бокс» (5–6 класи):

- глобус;
- фотографії Землі з космосу;
- фотографії занесених до Червоної книги України рослин і тварин;
- термометр, барометр, гігрометр;
- компас;
- шкільна колекція гірських порід та мінералів;
- бібліотека зображень (зокрема, електронна) рослин, грибів, тварин, бактерій;
- відеоматеріали про екологічні проблеми та шляхи їхнього розв'язання, охорону природи, об'єкти природно-заповідного фонду України;
- словники та дитячі енциклопедії з природознавства;
- атласи – визначники рослин і тварин;
- шкільні атласи географічних карт, настінні географічні карти;
- проектор, комп'ютер, мультимедійна дошка;
- електронні носії інформації та інтернет;
- мікроскоп.

Використані джерела:

1. Державний стандарт базової середньої освіти : Постанова Кабінету Міністрів України від 30.09.2020 р. № 898. Київ. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standartiv-povnoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti-i300920-898>.
2. Державний стандарт початкової освіти : Постанова Кабінету Міністрів України від 24.07.2019 р. № 688. Київ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-%D0%BF#Text>.
3. Методичні рекомендації щодо створення модельних навчальних програм для 5–9 класів / Міністерство освіти і науки України. 21.03.2021. Київ. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/rizne/2021/03/25/metod.pdf>.
4. Нова українська школа: Концептуальні засади реформування середньої школи. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>.
5. Про затвердження типової освітньої програми для 5–9 класів закладів загальної середньої освіти : Наказ Міністерства освіти і науки України від 19.02.2021 р. № 235. Київ. URL: <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-tipovoyi-osvitnoyi-programi-dlya-5-9-klasiv-zagalnoyi-serednoyiosviti>

Урок-вступ. «Клімат-бокс» – твоя сходинка до вивчення зміни клімату

Наша планета існує понад 4 млрд років. За цей час природні особливості на ній змінювались, стабілізувались і трансформувались доволі повільно. Природні системи й живі організми пристосовувались до поступових змін клімату впродовж багатьох тисячоліть.

Останнім часом ці зміни стали суттєвішими, відчутнішими та швидшими. Причина цього – діяльність людини. Оскільки кожний додає власний внесок у цей процес – своїми потребами, характером споживання, діями та вчинками, так само кожен повинен робити щось, що запобігає зміні клімату або, принаймні, пом'якшує її наслідки.

У світі немає жодної країни, яка б не відчувала серйозних наслідків зміни клімату. Обсяги викидів парникових газів продовжують зростати: нині вони вищі на понад 50% порівняно з 1990 р. І хоча є низка країн, які не продукують значних викидів парникових газів, інші держави непропорційно потерпають від наслідків кліматичних змін.

Зміна клімату – кліматична криза – проблема глобальна. І вирішити її можна лише об'єднанням глобальних зусиль.

Що таке Цілі сталого розвитку (ЦСР)? Перейдіть за посиланням <https://cutt.ly/IXVBukk> та ознайомтеся з лінією часу «Історія виникнення та становлення концепції збалансованого розвитку» (рис. 1) [3].





Рис. 1. Лінія часу «Цілі сталого розвитку»

Під час ювілейної 70-ї сесії Генеральної Асамблеї ООН 25–27 вересня 2015 р. відбувся Саміт із сталого розвитку. Основними темами для обговорення на ньому були «Порядок денний періоду після 2015 року» і документ «Цілі сталого розвитку», наріжними елементами якого є: гідність, люди, процвітання, планета, справедливість і партнерство (рис. 2).



Рис. 2. ЦСР на 2015–2030 рр.

Було визначено п'ять рушійних елементів: універсальність, інтеграція, права людини, рівність та розвиток. Новий Порядок денний передбачає

до 2030 р. викоринити злиденність і повсюдно сприяти економічному процвітанню, соціальному розвитку, охороні довкілля (відео «Глобальні цілі», <https://www.youtube.com/watch?v=dKdOh8O8RCg>).

Комплексні, взаємопов'язані та неподільні 17 ЦСР та 169 проміжних завдань є цілями людства й демонструють глобальний характер. Вони набули чинності в січні 2016 р. й лягли в основу політики, спрямованої на подолання бідності, захист планети й забезпечення миру та процвітання для всіх людей у світі (*завдання 1, урок-вступ*).

ЦСР є інклюзивним порядком денним, вони об'єднують людей для запровадження позитивних змін у суспільстві й на планеті. ПРООН має досвід та знання, необхідні для просування цілей, досягнення прогресу й надання допомоги країнам на шляху до СР.

Серед ЦСР є ціль № 13 «Боротьба зі зміною клімату». Вона передбачає:

- 1) зростання здатності адаптуватися до небезпечних кліматичних явищ і стихійних лих у всіх країнах;
- 2) включення кліматичної проблематики в політику, стратегії та планування, поліпшення просвітництва людей та установ щодо послаблення наслідків зміни клімату, адаптації до них і раннього попередження;
- 3) виконання взятих міжнародних зобов'язань зі скорочення парникових газів згідно з РКЗК ООН про зміну клімату;
- 4) фінансування допомоги країнам, що розвиваються, в переході до кліматозбережних технологій.

Підходи до розгляду ЦСР згодом отримали трансформацію. На Стокгольмському продовольчому форумі 13 червня 2016 року Йохан Рокстрьом (шведський учений, еколог, директор Потсдамського інституту з вивчення кліматичних змін) і Паван Сухдев (індійський економіст-еколог, дослідник, лауреат низки премій за захист навколишнього середовища) виступили за новий погляд на економічні, соціальні та екологічні аспекти ЦСР. Вони заявили, що всі ЦСР прямо чи опосередковано пов'язані зі стійким і здоровим харчуванням.

Економіка та суспільство розглядаються як вбудовані частини біосфери й змінюють нашу парадигму розвитку, відходячи від поточного секто-

рального підходу, де соціальний, економічний та екологічний напрями розвитку вважають окремими частинами (рис. 3).



Рис. 3. ЦСР у вигляді «весільного торта»

Такий погляд на «піраміду цілей» дає змогу інакше підійти до розуміння цінностей та змісту цілей № 6, 13, 14, 15, важливості їхньої ґрунтовної наріжної значущості. Саме цей аспект є важливим для обговорення з учнями (*завдання 2, урок-вступ*).

Наразі нам надано унікальну можливість долучитися до подій, які визначатимуть життя планети в найближчі десятиліття. Це стосується проведення щорічних конференцій із зміни клімату в різних країнах. У 2021 р. чергова конференція (COP26) відбулася в Глазго (Велика Британія) у 26-й раз. Новий звіт, представлений на COP26, підсумовує найактуальніші результати досліджень та нові ідеї з кліматичних наук. Ознайомимося з основними характеристиками цього звіту:

1. Ґрунтується на методі горизонтального сканування найактуальніших даних та нових наукових ідей у галузі науки про клімат.
2. Написаний 54 провідними дослідниками з 21 країни, містить найважливіші останні висновки із широкого кола дисциплін.

3. За результатами надає рекомендації щодо політики, наприклад, переломних моментів, рішень на основі природоцентричного підходу до взаємодії з природою, справедливих перетворень та збереження сталості океанських екосистем.

Головний висновок звіту – триматися подалі від 2°C. Один із прикладів загроз – велика частина Амазонки може перейти із зони тропічних лісів до відкритої савани, що спричинить потенційну втрату басейну Амазонки як одного з основних поглиначів вуглецю.

Також у цьому звіті викладено 10 найважливіших нових ідей з кліматичної науки, сформованих на основі нещодавнього дослідження, опублікованого в журналі «Global Sustainability»:

1. Стабілізація потепління на позначці 1,5°C все ще можлива, але необхідні негайні та радикальні глобальні дії.
2. Швидке зростання викидів метану та закису азоту не виключає можливості потепління до 2,7°C.
3. Мегапожежі: зміна клімату змушує пожежі сягати нових вимірів з екстремальними впливами.
4. Усі наслідки зміни клімату несуть значний ризик.
5. Глобальні кліматичні дії мають бути справедливими (рис. 4). 10% найбагатшого населення планети відповідальні за понад половину світових викидів парникових газів у період 1990–2015 рр.

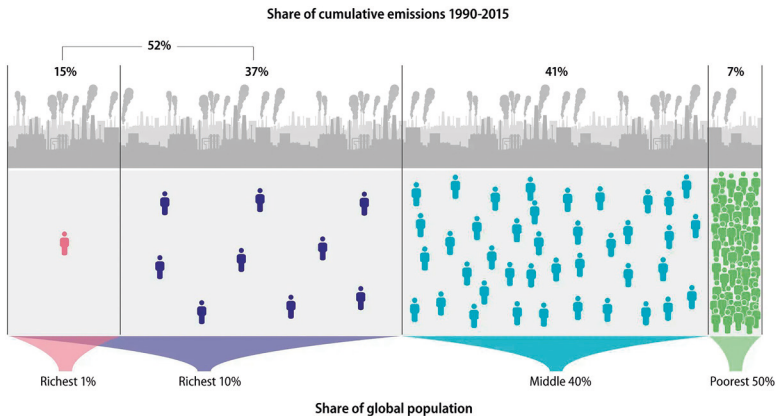


Рис. 4. Глобальні цілі мають бути справедливими

6. Підтримка змін у поведінці домогосподарств є важливою, але часто ігнорованою можливістю для залучення до кліматичних заходів.
7. Політичні проблеми шкодять ефективності переговорів про ціноутворення на вуглець.
8. Природовідповідні рішення мають вирішальне значення на шляху до виконання Паризької угоди.
9. Підвищення стійкості морських екосистем досягається шляхом їх збереження, збалансованого управління ними та глобальної адаптації до зміни клімату.
10. Витрати, спрямовані на пом'якшення наслідків зміни клімату, можуть бути виправдані численними безпосередніми вигодами для здоров'я людей і природи в майбутньому.

«Вирішальну роль відіграють океани. Дослідження свідчать, що ми можемо багато чого досягнути, якщо зосередимо свої зусилля на морських екосистемах. Це принесе потрібну користь: утримає вуглець, збереже біорізноманіття та збільшить постачання морепродуктів. Час спливає, але якщо ми розумно керуємо океанами, все є досяжним».

Торстен Бленкнер

Повідомте учням, що для роботи з курсом «Клімат-бокс» знадобиться лише один семестр. Заняття відбуватимуться раз на тиждень і охоплюватимуть опанування відеоматеріалів, статей, виконання інтерактивних завдань, проведення досліджень і реалізацію проєктів.

Наразі необхідно пригадати вивчене раніше про погоду й клімат (завдання 3–4, урок-вступ). Запропонуйте переглянути відео «Погода та клімат: освітнє відео» (<https://www.youtube.com/watch?v=ibr8KdIxxgQ>) або відтворити в пам'яті опановане в курсі «Кліматична абетка» про згадані поняття й заповнити таблицю «Відмінності погоди та клімату».

Завдання в активіті

1. Розглянути інфографіку «Цілі сталого розвитку». Визначити цілі, які забезпечують умови для життя людства.

2. *Звернути увагу, як зображено ті самі цілі в іншому форматі. Відповісти на запитання.*
3. *Переглянути відео «Погода та клімат: освітнє відео» (<https://www.youtube.com/watch?v=ibr8KdIxqgQ>) і пригадати вивчене про погоду й клімат, заповнити таблицю «Відмінності погоди та клімату».*
4. *Виконати завдання на платформі learningapps.org (<https://learningapps.org/display?v=pcnip745a21>).*

Використані джерела

1. Всесвітня метеорологічна організація : офіц. сайт. URL: <https://public.wmo.int/en/our-mandate/what-we-do>.
2. Зміна клімату і як з нею боротися: ключова інформація / ЮНІСЕФ. 10.08.2021. URL: <https://cutt.ly/WKybVHр>.
3. Історія. Етапи виникнення та становлення концепції збалансованого розвитку / Сталій розвиток для України. URL: <https://sd4ua.org/shho-take-stalij-rozvitok/istoriya/>.
4. УкрГМІ : офіц. сайт. URL: <https://uhmi.org.ua/>.
5. УкрГМЦ : офіц. сайт. URL: <https://meteo.gov.ua/>.
6. Gismeteo. URL: <https://www.gismeteo.ua/>.
7. Meteoprog. URL: <https://www.meteoprog.ua/ua/>.
8. Meteo.ua. URL: <https://meteo.ua/>.
9. Sinoptik. URL: <https://sinoptik.ua/>.
10. Sustainable development goals / Stockholm Resilience Centre. URL: <https://cutt.ly/GF3WfqH>.

Блок I. Погода та клімат: відмінності

Урок 1. Вивчення погоди та клімату.

Що таке «клімат» і «погода»?

Клімат (від давньогрецької *Κλίμα* – ухил) – це багаторічний режим погоди. Про клімат говорять, ґрунтуючись на багаторічних метеорологічних спостереженнях. ВМО для вивчення клімату рекомендує використовувати 30-річні періоди. Клімат є однією з основних географічних характеристик будь-якої місцевості.

***Кліматичні показники.** Клімат характеризується системою показників: температура приземного шару атмосфери, вологість повітря, атмосферний тиск, швидкість і напрямок вітру, хмарність, атмосферні опади (режим випадання, кількість, види, сезонність), температура ґрунту й водойм тощо. Також до показників клімату належать: тривалість сонячного сяйва, суми прямої та сумарної сонячної радіації, радіаційний баланс діяльної поверхні.*

Погода – фізичний стан атмосфери в певний проміжок часу на визначеній території, що характеризується сукупністю метеорологічних величин та атмосферних явищ, тобто це те, що спостерігається тут і зараз або в конкретний нетривалий період часу. Погода занадто мінлива. Іноді її важко спрогнозувати навіть на кілька днів наперед.

Клімат вважають відносно стабільним у часі. Є багато різних типів клімату. Загалом він залежить від трьох чинників:

- 1) надходження сонячної радіації;
- 2) характер і рельєф земної поверхні;
- 3) характер руху й стан повітряних мас над земною поверхнею.

Власне, поєднання цих кліматоутворювальних чинників у кожній місцевості і створює притаманний їй тип клімату, в межах якого спостерігаються характерні для нього різноманіття погоди та кількість сезонів року.

Наші батьки, плануючи подорож чи відпустку, зазвичай вивчають клімат, особливості місцевості й те, чого слід очікувати від літа, наприклад, на морському узбережжі або в Карпатах.

Історія. У 1859 р. британський паровий клінер «Royal Charter» тоне в потужному штормі неподалік валлійського узбережжя, що призводить до загибелі 450 осіб. Це спонукає віцеадмірала Роберта Фіцроя (капітана корабля «Бігль», на якому Чарльз Дарвін вирушив у свою експедицію до Тихого океану в 1831–1836 рр.), який кількома роками раніше заснував майбутню Метеорологічну службу Великої Британії, винайти цілком новий концепт – прогнози погоди.

Фіцрой встановлює вздовж узбережжя 15 метеорологічних станцій, які щоранку фіксують поточний атмосферний тиск, напрямок і силу вітру й температуру. Завдяки телеграфу ці дані швидко потрапляють до офісу Фіцроя. Там працівники укладають карти, які прогнозують майбутню погоду та попереджають про можливі шторми. Свою діяльність Фіцрой називає «forecasting the weather», тобто прогнозування погоди. Так зародилася сучасна метеорологія як поняття і як наука. У 1861 р. британська газета «The Times» починає публікувати перші регулярні метеозвіти, які ґрунтуються на прогнозах Фіцроя.

(Маркус Розенлунд. *Погода, яка змінила світ.* 2021)

Як визначають клімат та погоду? Базову інформацію для вивчення погоди та клімату отримують завдяки метеорологічним спостереженням. Вимірювання метеорологічних величин здійснюють на метеорологічних станціях, розташованих у різних природних умовах. Під час спостережень використовують уніфіковані методики та прилади, які дають змогу порівнювати результати, отримані на різних станціях.

Більшість метеостанцій в Україні працюють з 1960-х рр., найстарші ж – у містах Умань та Ізюм – з 1885 р.

Традиційна метеостанція – це майданчик, на якому встановлені різноманітні прилади. У визначений термін (8 разів на добу) технік-метеоролог знімає показники з приладів і передає їх у центри збору інформації. Після цього дані використовують для створення синоптичних карт, підготовки прогнозів погоди, а також для наукових досліджень.

Для прогнозування погоди необхідно зібрати якомога більше даних про поточний стан. Чим густіше на території розміщено метеостанції, тим точніше буде розрахований прогноз. В Україні мережа метеостанцій, на жаль, не дуже розвинута. Для порівняння: в Європі максимальна відстань між станціями – приблизно 25 км, у нас – приблизно 80–100 км.

Збирання первинної метеорологічної інформації – копіткий процес, тому останнім часом до спостережень за кліматом активно долучаються автоматичні метеостанції, які не лише фіксують параметри, а й передають результати вимірів по каналах мобільного або супутникового зв'язку. Це значно спрощує роботу метеорологів і дає змогу помітно розширити мережу метеорологічних спостережень, тому що подібне устаткування не вимагає залучення на постійній основі фахівців для проведення спостережень.

Методика «Еколото»

Запропонуйте учням пограти в еколото й наголосіть на необхідній уважності.

Роздайте кожному учневі аркуш «Еколото» та оголосіть умови:

1. Позначити свій аркуш (у процесі виконання завдання аркуші можуть «мігрувати» і «втратити» своїх господарів).
2. Уважно прочитати написи в чарунках. Запитати, якщо щось не зрозуміло.
3. З усіх позицій, описаних у чарунках, вибрати ті, які учень вважає найголовнішими, найважливішими для себе.
4. З усіх позицій, які учень обрав, вибрати ОДНУ, яка найважливіша для учня й найкраще характеризує його особисто.

Дайте завдання учням поставити СВОЇЙ підпис в обраній чарунці на своєму аркуші й запам'ятати, де він стоїть.

Поставте перед учнями завдання зібрати на СВОЄМУ аркуші якомога більше підписів від присутніх в аудиторії. (Вчитель чи інші присутні можуть ставити підписи на аркушах лише в тому випадку, коли учні самі за цим до них звертаються.) Наголосіть, що кожний учень, до якого на підпис потрапляє чужий аркуш, повинен розписатись на ньому в ТІЙ САМІЙ чарунці, що й на своєму аркуші.

Я вважаю, що моя родина не впливає на довкілля	Наше помешкання має світлий дах	Я знаю, що таке карбоновий слід	Моя родина здає вторинну сировину до спеціальних пунктів	Невеликі відстані я намагаюсь долати пішки
Я закриваю каструлю кришкою, коли готую їжу	Наше помешкання має світлий дах	Я знаю, що таке карбоновий слід	Моя родина здає вторинну сировину до спеціальних пунктів	Невеликі відстані я намагаюсь долати пішки
Я використовую сонцезахисний крем	Вирішення еко-логічних проблем від мене і моєї родини не залежить	Мене дратують автомобілі на газонах	Люди завжди опалювали житло дровами і вугіллям. Так нехай буде й надалі	На нашому холодильнику написано «Ozone friendly» («Безпечний для озону»)
Важливо садити дерева, адже це кисень і випаровування. Випаровування – це зниження температури	У побуті ми використовуємо енергозберіжні лампи	Навіщо турбуватися про озоновий шар? Озон утворюється весь час	Зі старих речей я і моя родина виготовляю корисні предмети, які ще довго слугують	Я думаю, що майбутнє за електромобілями й «зеленою» енергетикою
Зважаючи на зростання температури повітря, люди мають жити там, де жили	У нашому помешканні температура батарей регулюється	У місті має бути якомога більше асфальтового покриття й плитки, бо це красиво	Я намагаюсь у побутовій діяльності враховувати вплив на довкілля	Зміни клімату мене не стосуються й на моє життя не вплинуть

Перемагає в грі той, хто впродовж короткого часу – 1,5–3 хвилини – збере на своєму аркуші максимальну кількість підписів.

Нехай учні підрахують кількість підписів на своїх аркушах. Обговоріть із ними результати гри.

1. Як ви вважаєте, якої глобальної проблеми і ЦСР стосується це завдання?
2. Про що ви дізнались у цій грі?

Визначте переможця і, взявши в руки його аркуш, з'ясуйте, в якій чарунці стоїть найбільша кількість підписів. Ознайомте з висновком школярів, наголосивши на значимості для них певної проблеми. Підтримайте тих, хто розписався в чарунці з меншою кількістю підписів чи загалом зібрав менше підписів. Чи є чарунки, де немає жодного підпису? Чому ця теза вважається неактуальною? За можливості – нагородіть переможців.

Випереджаюче запитання

Що впливає на клімат і погоду:

- річки й озера;
- гірські породи й мінерали;
- ґрунти;
- повітря;
- живі істоти?

Активність

Опитати членів родини й зібрати прикмети хорошої та поганої погоди.

Завдання в активіті

1. З'єднати правильно.
2. Зіставити прогноз та погоду.
3. Опитати членів родини та записати прикмети хорошої погоди й негоди.
4. Ознайомитися з класифікацією метеостанцій у вікіпедії (URL: <https://cutt.ly/VLVHYWN>) та дати відповіді на запитання.
5. Уявити життєву ситуацію й скористатися посиланням із попереднього завдання. Дати відповіді на запитання.

Використані джерела

1. Коваленко Ю. Л. Метеорологія і кліматологія : конспект лекцій. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. URL: <https://cutt.ly/iFDtj29>.
2. Коли Кракатау підірвав: як виверження 1883 року змінило світ. URL: <http://surl.li/bgyjhh>.
3. Метеорологічна станція. Вікіпедія. URL: <https://cutt.ly/VLVHYWN>.
4. Пруцакова О. Л, Санковська І. М. Тренінг «Дій за озон» в Україні : метод. посіб. для вчителів, присвячений вивченню питань захисту озонового шару в освітньому процесі. Київ, 2019. 56 с. URL: <https://cutt.ly/YLByAyH>.

Урок 2. Будова, склад і значення атмосфери Землі

Повітряну оболонку Землі називають **атмосферою**. Це слово походить від грецьких слів *ἀτμός* – пара і *σφαῖρα* – куля. Атмосфера Землі утримується завдяки силі тяжіння планети й обертається разом із нею.

Склад атмосфери змінювався впродовж історії планети. Її початковий склад – результат здебільшого тривалої вулканічної діяльності, характерної для епохи зародження й становлення Землі.

***Формування атмосфери.** Атмосфера Землі утворилася внаслідок дезазації мантії. Основні гази, що виділялись під час вулканічних вивержень тривалістю сотні тисяч років, – вуглекислий газ і водяна пара, а інші компоненти були присутні лише у вигляді незначних слідів.*

Гази, що виділяються із сучасних вулканів, містять переважно водяну пару. Саме ця пара, конденсуючись, заповнила улоговини первинних океанів і, розчинивши впродовж сотень мільйонів років солевмісні гірські породи, зараз відома нам як океанська й морська вода. Вуглекислий газ у лавових газах складає від 6 до 15%.

Сучасна атмосфера утворилася із прадавньої, наповненої вуглекислим газом і водяною парою. Певний внесок у стан атмосфери в глобальному й локальному сенсі зробило людство своєю діяльністю, особливо в останні 100–150 років.

«Киснева катастрофа». Приблизно 2,7 млрд років тому атмосфера Землі майже на 90% складалася з вуглекислого газу. Першими

мікроорганізмами, які почали виробляти кисень шляхом фотосинтезу, були океанічні ціанобактерії (близькі до них організми зараз викликають «цвітіння» води влітку). Із появою ціанобактерій, які при сонячному світлі поглинали з повітря вуглекислий газ і, відповідно, виділяли кисень, склад атмосфери кардинально змінився, відповідно, кількість вуглекислого газу зменшилась, а кисню – збільшилась.

Кількість кисню зростала поступово, і через 300 млн років (2,2 млрд років тому) цей компонент повітря докорінно змінив довкілля. Живі організми, які тоді панували на планеті й не могли дихати киснем (анаеробні), вимерли чи залишились глибоко в океанах, де досі кількість кисню зменшена. Розвивалися ті, які навчилися використовувати кисень як необхідний компонент для всіх процесів обміну речовин.

Отже, зміна складу атмосфери призвела до масового вимирання – «кисневої катастрофи». Проте ця екологічна катастрофа створила передумови для розвитку енергетично вигіднішого кисневого метаболізму живих організмів і розквіту життя в наступні епохи.

Перші тварини з'явилися 1 млрд років тому – через 200 млн років після того, як кількість кисню досягла сучасної величини в атмосфері (точки Юрі – 0,001).

Коли кількість кисню в атмосфері становила приблизно 10% сучасної (приблизно 400 млн років тому), утворився озоновий екран, який захищає живих істот від згубного ультрафіолетового випромінювання. Через певний геологічний час живі організми отримали можливість освоїти для існування наземне середовище. Після цього вміст кисню дуже швидко сягнув сучасного рівня.

Повітря сучасної атмосфери здебільшого складається з азоту (N_2 , 78,08%) і кисню (O_2 , 20,95%). Решта – це аргон (0,93%) та вуглекислий газ (CO_2 , 0,03%), неон, гелій, криптон, водень та невеликі домішки інших газів, наприклад, метану та озону (сумарно до 0,01%). Крім того, атмосфера містить приблизно 1,3–1,5·10¹⁶ кг води у вигляді водяної пари, основна маса якої зосереджена в тропосфері до висоти 3000 м. Вміст водяної пари в повітрі постійно змінюється: від 0,2 до 3%. Водяна пара

є важливою складовою атмосфери, хоча її загальний вміст не перевищує 3%. У холодному повітрі може міститися частка водяної пари, а в повітрі спекотних тропічних областей її кількість може досягати 4%. Повітря містить також тверді й рідкі домішки (аерозолі).

Крім постійних складових, в атмосфері утримуються деякі домішки природного походження, а також різноманітні забруднення, що надходять у результаті діяльності людини. Завислі частинки в атмосфері – це легкі органічні речовини, промисловий дим і сажа, суміш вихлопних газів машин, краплі води й кристали льоду, земний і космічний пил, вулканічний попіл тощо. Ці частинки мають здебільшого мікроскопічні й ультрамікроскопічні розміри, вони розсіяні в атмосфері над планетою. Всі частинки сприяють поглинанню, відбиттю й розсіюванню деякої частини сонячних променів. Вони виконують функції ядер (центрів), навколо яких конденсується водяна пара.

Будова атмосфери (рис. 5):

1. *Тропосфера.* Займає до 8–10 км у полярних областях та до 18 км – над екватором. У тропосфері зосереджено майже 80% атмосферного повітря, майже вся водяна пара. У ній утворюються хмари й випадають опаді, формується погода. Процеси, що відбуваються в тропосфері, безпосередньо впливають на життя та діяльність людей. Температура в тропосфері з висотою знижується в середньому на 6°C на 1 км, а тиск – на 11 мм рт. ст. на кожні 100 м. Умовною межею тропосфери вважають тропопаузу, у якій зниження температури з висотою припиняється.

2. *Стратосфера.* Розташована на висоті приблизно 20–55 км між тропопаузою та стратопаузою. Характеризується незначним збільшенням температури з висотою, яка сягає локального максимуму на верхній межі. На висоті 20–25 км у стратосфері розташований озоновий шар, який захищає живі організми від згубного впливу ультрафіолетового випромінювання.

3. *Мезосфера.* Займає висоти 55–85 км. Температура поступово падає (від 0°C у стратопаузі до –70...–90°C у мезопаузі).

4. *Термосфера.* Пролягає на висотах від 85 до 400–800 км. Температура в ній зростає з висотою.

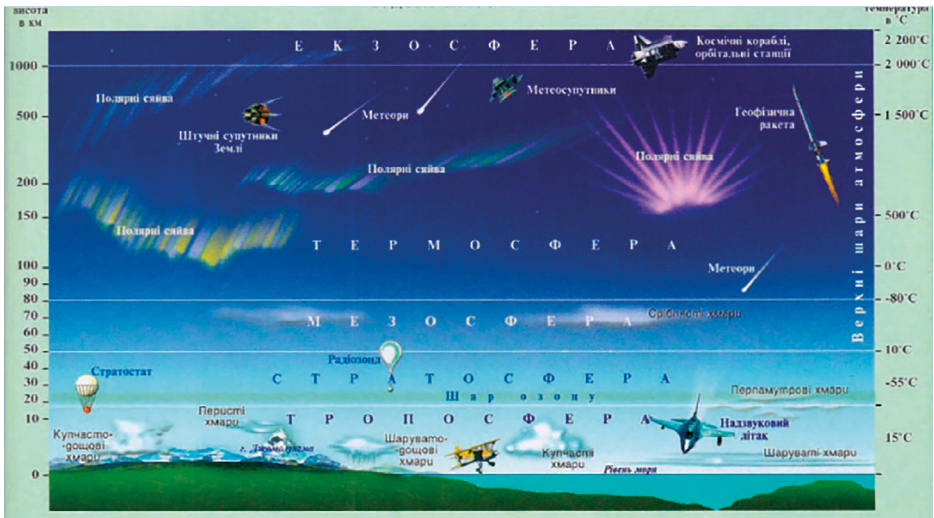


Рис. 5. Будова атмосфери

5. *Екзосфера*. Це зовнішній шар атмосфери Землі, який починається на висоті 800–1000 км і сягає 2000–3000 км (геокорона).

Про будову атмосфери можна подивитися навчальне відео: <https://cutt.ly/HLDOINN>.

Зміна клімату й руйнування озонового шару: чи є зв'язок? Обидва процеси – і руйнування озонового шару, і зміна клімату – це РІЗНІ процеси, які мають одну причину – руйнівна діяльність людини. У подальших механізмів обох процесів є лише теоретичні «спільності», й вони практично не впливають один на одного, однак теоретично мають кілька точок дотику.

Озон за локацією поділяють на стратосферний і тропосферний. Стратосферний утворює озоновий екран і запобігає знищенню життя на суходолі, поглинаючи шкідливе сонячне ультрафіолетове випромінювання. Збереження озонового екрану в стратосфері – одна з нагальних проблем сучасності.

Тропосферний – це приземний озон. Він концентрується в приземному шарі, здебільшого має антропогенне походження й виступає небезпечним забрудником повітря, що несе реальну загрозу живим істотам, які його вдихають.

Озон, незалежно від того, де він розміщується, поглинає сонячне випромінювання. Тому в тропосфері приземний озон є парниковим газом. Зменшення його кількості – нагальна необхідність як у контексті запобігання зміні клімату, так і задля вилучення із зони дихання живих істот. Приземний озон – один із найнебезпечніших і найотруйніших газів. Він – основний компонент міського смогу й причина значної кількості серцево-судинних захворювань. Отже, навіть незначне збільшення кількості приземного (тропосферного) озону останнім часом сприяє зміні клімату, а саме – глобальному потеплінню. Однак порівняно з іншими парниковими газами – вуглекислим, метаном чи водяною парою – вплив тропосферного озону саме через його незначну кількість є незрівнянно малим.

Деякі озоноруйнівні речовини теж є парниковими газами. Потрапляючи до атмосфери, вони чинять подвійний негативний вплив. Причому 1 л гідрохлорфторвуглеців (ГХВ) чи хлорфторвуглеводнів (ХФВ) активніший і, порівняно з 1 л вуглекислого газу, теоретично має здійснювати значний вплив на клімат, однак у реальності кількість гідрохлорфторвуглеців у повітрі порівняно з кількістю вуглекислого газу чи метану настільки мала, що нею і її впливом на клімат теж можна нехтувати.

Накопичення парникових газів у тропосфері сприяє охолодженню атмосфери, де, у свою чергу, створюються полярні вихори та перламутрові хмари, поява яких сприяє руйнуванню озонового шару. Тож охолодження стратосфери завдяки накопиченню парникових газів у тропосфері й пов'язані із цим кліматичні зміни здатні прискорити руйнування озонового шару. Прогнозують, що зміни в повітряних потоках і хімічному складі тропосфери, які викликають зміну клімату, можуть позначатись на стані стратосфери й озонового шару. Відповідно, зміни в стратосфері чинять складний вплив на тропосферу, утруднюючи прогнозування накопичувальних ефектів.

Значення атмосфери.

Атмосфера забезпечує:

- 1) фотосинтез та дихання живих організмів;
- 2) захист живих організмів від згубного впливу ультрафіолетового випромінювання, що відбувається завдяки наявності озонового шару;

- 3) перенесення тепла й вологи;
- 4) регулювання сезонного й добового коливання температури приземного шару повітря (якби не існувало атмосфери Землі, то коливання сягали б 200°C);
- 5) низку складних екзогенних процесів: вивітрювання гірських порід, активність природних вод, мерзлоти, льодовиків;
- 6) захист планети від потрапляння метеоритів;
- 7) погоду на Землі.

Сонячна радіація і парникові гази. Земля отримує енергію Сонця у вигляді сонячної радіації, що проходить крізь атмосферу Землі. Поверхня планети частково поглинає цю енергію, нагрівається й починає випромінювати довгохвильову радіацію, певна частина якої затримується в атмосфері завдяки парниковим газам (рис. 6). Це постійне явище, оскільки в атмосфері весь час є певна кількість парникових газів. Без них Земля б охолола, оскільки тепло не могло б утримуватися в атмосфері.



Рис. 6. Звичайний теплообмін в атмосфері

Київський протокол визначив 6 видів парникових газів. Три з них – вуглекислий газ (CO_2), метан (CH_4) і закис азоту (N_2O) – містяться в атмосфері в природному стані, але їхні концентрації в результаті діяльності людини значно зросли. Інші парникові гази (гексафторид сірки, гідрофторвуглеці, перфторвуглеці) – синтетичні. Дія 1 кг цих газів в атмосфері така ж, як 20 т вуглекислого газу.

Парникові гази змінюють баланс сонячного випромінювання, що надходить, та інфрачервоного (теплого) випромінювання, що має вийти в космічний простір.

Поступово настає ефект, за механізмом схожий на принцип роботи парника: сонячне світло заходить, нагріває землю в парнику, але назад воно виходить не повністю, бо заважає плівка парника.

В останні кілька десятиріч унаслідок діяльності людини кількість парникових газів збільшилась, їхній шар стає концентрованішим, відповідно, біля Землі утримується все більше тепла (рис. 7). Це означає, що середня температура на Землі підвищується. І це має неабиякі наслідки для природного довілля й людей, які є його частиною.



Рис. 7. Схема парникового ефекту

Щорічно до атмосфери потрапляє 6–7 млрд т вуглекислого газу (CO₂). Приблизно половина CO₂ поглинається Світовим океаном та забезпечує приріст рослин суходолу. Інша половина залишається в атмосфері й підсилює парниковий ефект. Викиди парникових газів у світі за 2001–2010 рр., порівняно з 1970–2000 рр., збільшились удвічі і, за прогнозами, будуть надалі зростати.

Суттєвим чинником парникового ефекту є водяна пара. Часто саме її вважають відчутнішим парниковим газом, аніж вуглекислий. Однак на відміну від CO₂ водяна пара може конденсуватись і випадати у вигляді опадів, тому її кількість залежить від температури повітря, а не від діяльності людини.

Причинами утворення парникових газів є:

- виробництво електроенергії;
- спалювання викопного палива;
- вирубування лісів та деградація екосистем;
- робота транспорту на похідних викопного палива;
- сільське господарство (тваринництво й рослинництво);
- інше промислове виробництво;
- урбанізація й комунальний сектор.

Графічний диктант

Ціль: сприяти зростанню обізнаності учнів, формувати критичне мислення.

Умови та матеріали: аркуші паперу в клітинку, ручки.

Тривалість: до 20 хв.

Хід. Роздайте учням невеликі аркуші паперу в клітинку (подвійний аркуш із зошита можна розділити на 4–5 аркушів). На дошці схематично намалюйте відповіді «так» і «ні». «Так» – це дуга на дві клітинки убік та одну клітинку вгору, а «ні» – риска на дві клітинки убік із тієї точки, де закінчується попередня відповідь. У результаті на папері утвориться своєрідне «мереживо» із дуг і рисок. Наголосіть, що між відповідями

немає проміжків, вони мають бути розміщені горизонтально (диктант із 10 запитань займає 20 клітинок). Можна знизу пронумерувати відповіді, щоб учень, який «відстав», міг пропустити дві клітинки й потім попросити повторити запитання.

Це доволі «швидка» вправа, що викликає бурхливу емоційну реакцію. Бажано швидко зібрати аркуші й, знову прочитавши запитання, дати можливість учням уголос обґрунтувати свої відповіді. Можна запропонувати їм обмінятися папірцями й перевірити їх під час обговорення.

Якщо перевірятиме вчитель, то бажано зробити «зворотку» – дати правильні відповіді на запитання, але відповідь «так» – дугу – зобразити не вгору на клітинку, а вниз. Отже, якщо прикласти «зворотку» до учнівського аркуша, одразу будуть помітні незбіги.

Запитання слід читати доволі швидко, двічі. Загалом вправа проходить у високому темпі.

Графічний диктант «ОЗОН» (курсив – відповідь «ні»)

- 1. Озон утворився в далекому геологічному минулому й зараз тільки руйнується.*
- 2. Озоновий шар руйнується під дією CO_2 .*
- 3. Раніше озоноруйнівні речовини належали до складу дезодорантів.*
- 4. Приземний озон корисний.*
- 5. Без озонового шару життя на суходолі неможливе.*
- 6. Руйнують озоновий шар сполуки, що містять карбон.*
- 7. Фреони завжди містять фтор і в більшості випадків – хлор.*
- 8. Є холодильники, що не містять фреон.*
- 9. Фреони й подібні їм речовини застосовують у процесі пожежогасіння.*
- 10. Зменшення кількості озону називають «озонова павутинка».*
- 11. Молекула фреону руйнує молекули озону, що надходять упродовж 70 років.*
- 12. Якби щільність озону була такою ж, як щільність приземного повітря, то товщина озонового шару сягала б 5 м.*

Дискусія «Біганина»

Ціль: організувати взаємодію учасників, обговорення екологічних проблем, допомогти їм із самооцінюванням власного впливу на довкілля, виробити екологічну позицію стосовно аспектів споживання.

Умови та матеріали: таблички з написами «Так» і «Ні», яскравий фломастер, просторе приміщення чи майданчик.

Тривалість: до 15 хв на одне запитання.

Хід. Запропонуйте учням замислитись над речами, що оточують їх кожного дня, по-новому оцінити наслідки власної діяльності в навколишньому світі. Для того, щоб обговорити проблему, покладіть на підлогу дві таблички з написами «Так» і «Ні». Зачитайте формулювання проблеми, і нехай учні розійдуться до табличок відповідно до своїх переконань. Дайте можливість по черзі представникам різних груп обстояти свою позицію. Якщо аргументація буде не дуже різноманітною, запропонуйте інший аспект прояву проблеми, і нехай учні врахують і обговорять питання з інших позицій. Організуйте дискусію так, щоб якомога більше учнів взяли в ній участь. Бажано обговорювати не більше двох проблем одночасно.

Важливо. Дискусія має дійти до компромісного висновку. Якщо учні його не бачать, підкажіть і «переключіть» їх на обговорення цього висновку.

Примітка. Щоб учні не перебивали один одного, дайте тому, хто має висловитися, яскравий фломастер чи м'ячик і наголосіть, що говорити може лише той, хто тримає в руках цей предмет. Передавайте імпровізований «мікрофон» усім, хто бажає висловитись, і тим, кого хотіли б почути ви чи школярі. Наприкінці дискусії зазначте, що дуже часто не можна однозначно вирішити проблему, однак, можливо, думки товаришів допоможуть комусь із учнів поставитись до неї інакше і зробити правильний вибір.

Якщо всі учні стали по один бік, вам слід стати по інший (навіть якщо ви підтримуєте точку зору дітей) і висловитись усупереч їхнім доказам, аби стимулювати обговорення. Можливо, під час дискусії до вас ще хтось приєднається або ви приєднаєтесь до учнів.

Результат: учні навчаються вести дискусії, виробляють навички

культурної комунікації, формують критичне мислення, підвищують обізнаність із визначених проблем.

Теми для дискусій

1. Зміна клімату не впливає на людей.
2. Дорослі спричинили зміну клімату – дорослі повинні вирішувати цю проблему.
3. Моя щоденна діяльність не впливає на клімат.

Випереджаючі запитання

1. Звідки ми знаємо про зміну клімату, озоновий шар та всі ті процеси й факти, про які ви дізнались?
2. Люди яких професій допомагають вивчати зміну клімату?

Завдання в активіті

1. *Доповнити розмальовку потрібними деталями.*
2. *Виконати вправу «Дешифратор».*
3. *Розглянути зображену розу вітрів. Визначити напрямки вітрів.*
4. *Впізнати атмосферне явище за описом.*
5. *Скласти словник основних термінів за вивченими темами (вступ та 1–2 уроки), скориставшись переглянутими відео.*

Використані джерела

1. Екологічна безпека держави: тези доповідей XII Всеукр. наук.-практ. конфер. молодих учених і студентів, присвяченої пам'яті проф. Я. І. Мовчана (м. Київ, 19.04.2018) / редкол. О. І. Запорожець та ін. Київ : НАУ, 2018. URL: <https://cutt.ly/NFDUll>.
2. Етика відносин з природою : навч.-метод. посіб. / О. Пруцакова, Н. Пустовіт, А. Логінова, Г. Тарасюк. Кропивницький : Імекс-ЛТД, 2019. 180 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/718524/>.
3. Кібальчич І. Атмосфера Землі: склад і будова. Meteorprog.ua. 07.12.2021. URL: <https://cutt.ly/zFDTJkU>.
4. Хімічний склад повітря, його вплив на організм / Молодіжна громадсько-екологічна організація «Наш дім – Манява». 05.05.2020. URL: <https://cutt.ly/VFDYW6P>.

Блок II. Зміна клімату: причини та наслідки

Урок 3. Історія клімату.

Природні причини зміни клімату

Погода змінюється, а клімат вважають відносно постійним у часі. Проте в геологічній історії нашої планети клімат – не така вже й стала річ, адже були похолодання й потепління – льодовикові та міжльодовикові періоди різної тривалості. При цьому переходи між теплим і холодним періодами в історії планети були відносно швидкоплинними, хоча й тривалістю в тисячі років. Усі зміни клімату в далекому минулому були викликані природними причинами або їх поєднанням.

До природних причин зміни клімату належать тектонічні, астрономічні та радіаційні. Найтриваліші глобальні зміни пов'язані з *тектонічними чинниками*. Так, підняття або опускання літосферних плит і їхніх частин, горотворення впливають на напрямки руху океанічних і повітряних течій, зміна форм суходолу сприяє створенню нових умов розподілу тепла й холоду. Також суттєвим чинником впливу на клімат є *наслідки вулканічних вивержень та результати падіння метеоритів*, адже в атмосферу потрапляють мільйони тонн газів та пилу, здатних змінити її характеристики на багато років.

Серед *астрономічних причин кліматичної зміни* – розташування планети в галактиці та коливання положення орбіти Землі щодо Сонця (нахил осі її обертання), а серед *радіаційних* – природні коливання активності Сонця.

Біосфера Землі переживала періоди і з більш теплим, ніж зараз, кліматом. Правда, людства в той час не було і сучасної флори та фауни також, тому ми не маємо даних про можливості адаптації сучасних організмів до таких змін: еволюційний і тим паче суспільний досвід пристосування до потеплень із настільки значущими характеристиками й показниками відсутній. Планетарне потепління корелювалось із розквітом і збільшенням біомаси видів, що фіксують вуглекислий газ, та вимиранням тих, хто мав невисоку температурну валентність, іншими словами – з епохами вимирань і зміни геологічних епох та періодів.

Навпаки, впродовж останнього мільйона років, за який ми маємо порівняно достовірні дані, льодовикові періоди спостерігалися із циклічністю приблизно раз на 100 тис. років і розбивалися інтервалами потепління в 15 тис. – 20 тис. років. Ці льодовикові періоди вже захоплювали людську історію, тож певний досвід адаптації саме до похолодань людство має. Зазвичай ці адаптації виражались у міграціях із кліматичних причин на не захоплені льодовиком території за тваринами, що слугували для тодішніх людей кормовою базою.

Відповідно до цієї теорії, зараз ми живемо у відносно стійкій у кліматичному сенсі час, а найближчий льодовиковий період настане не раніше ніж через 6000 років. Однак і в середині цього періоду відбуваються певні коливання клімату.

Слід пам'ятати, що процес зміни клімату, викликаний життєдіяльністю людини, має порівняно швидший темп і відносно прогнозований за тривалістю строк.

Як учені дізнаються про клімат минулого?

Дізнатися про клімат минулого можна по-різному. Найнадійніші дані надають метеорологічні станції, проте мережа таких станцій на планеті функціонує трохи більше 100 років. Тому інформацію про коливання клімату за триваліший період доводиться отримувати з інших, менш надійних джерел. Із цією метою використовують непрямі природні та історичні відомості: їх отримують, вивчаючи торфовища, льодовики, відкладення на дні озер, літописи та археологічні знахідки. Вони дають змогу певним чином відтворити загальну картину клімату минулих сотень і навіть тисяч років.

Багато відомостей містять літописи. Розповіді про посухи, грози, дощі, повені можна зустріти на їхніх сторінках або в ілюстраціях до них. У роки зі значною кількістю опадів частіше повідомляється про повені, в сухі і спекотні – про посухи й навали сарани, в холодні – про загибель людей від морозів. Простежуються відмінності й між окремими частинами Східноєвропейської рівнини: посухи частіше відбуваються на півдні, а повені – на півночі.

Вивчення умов існування рослин і тварин у минулому може дати уявлення про клімат ще давніших часів. При цьому передбачається, що пред-

ставники давньої флори й фауни потребували тих самих умов життя, що й теперішні живі істоти. Тому, досліджуючи ареали поширення певних видів і порівнюючи їх із сучасними, можна дізнатися, які природні умови були раніше в цій місцевості, і змодельовати клімат минулих століть.

Відомості про склад флори й фауни минулого отримують, вивчаючи спори й пилок рослин, рештки тварин (кістки, зуби). Вік знахідок визначають радіовуглецевим методом.

Історія погоди «вписана» в будову дерев. Щороку в стовбурі дерев помірних широт з'являються нові кільця світлої («ранньої», тобто весняної) і темної («пізньої», тобто річної) деревини. Ширина й щільність кілець залежать від погодних умов. Із стовбурів спеціальними бурами висвердлюють циліндричні палички – керни. Їх шліфують, а потім вивчають. Деревина росте швидше в сприятливих умовах. Таким же чином додатково досліджують старі колоди в будинках. У результаті вдається отримати інформацію про температуру за багато століть.

Важливим джерелом відомостей про клімат найдавніших епох (віддалених від нашої на десятки, сотні й навіть мільйони років) є ізотопний аналіз атомів кисню, що належить до складу кремнієвих мушель форамініфер, піднятих із дна океану, а також до складу давніх льодів. Співвідношення ізотопів кисню може розповісти про температуру води під час життя цих найпростіших організмів і утворення кристалів льоду. Для отримання інформації циліндричні стовпчики породи (керни) піднімають із свердловин у дні океану або товщах полярних льодовиків.

Інформація про газовий склад і температуру давньої атмосфери «захована» в бульбашках, що вмерзли в лід. Глибоке буріння в льодовикових покривах Антарктиди й Гренландії та хімічний аналіз проб дав змогу відтворити кліматичні умови останніх 150 тис. років.

Уявлення про клімат найдавніших геологічних епох (десятки й сотні мільйонів років тому) дають осадові породи відповідного віку. Так, копаліни з товщ солей (кам'яної, калійної, гіпсу) є надійним індикатором давнього спекотного й сухого клімату. Каолінова глина, особливо боксити, – свідок жарких і вологих кліматичних умов минулого.

Ще один індикатор теплого й вологого клімату – дрібні частинки окису заліза. Вони надають так званим латерітовим ґрунтам червонуватого

кольору. Важливим індикатором морського тропічного клімату є копальни товщ вапняків.

Для відкладів холодного клімату характерні великі уламки, що утворюються при фізичному вивітрюванні гірських порід. Через малу кількість тепла, слабку кислотність води майже повністю відсутні глини.

Роблячи припущення щодо давніх кліматів Землі, необхідно враховувати рух літосферних плит. Так, сліди теплого клімату в Антарктиді свідчать не тільки про потепління на нашій планеті, а й про її розташування в більш низьких, ніж нині, широтах.

Природні причини зміни клімату

Астрономічні причини. Коливання параметрів обертання Землі навколо Сонця та власної осі спричинює циклічні коливання інсоляції земної поверхні. Відповідно, відбуваються циклічні зміни клімату. Тривалість цих циклів – десятки й сотні тисяч років. Їх називають циклами Міланковича.

Теорію циклів розробив Мілутін Міланкович – сербський геофізик та астроном. Він розрахував, як змінюється інсоляція (освітленість) земної поверхні на різних широтах через спільну дію трьох факторів: процесу повороту земної осі, який повторюється приблизно кожні 25 765 років (прецесії), відхилення орбіти Землі від колової (ексцентриситету) та періодичних змін нахилу осі обертання Землі. Це пояснило, серед іншого, періодичні зледеніння, що мають місце в історії Землі (льодовикові періоди).

Розрахунки цих процесів потребують величезної обчислювальної праці, але Міланкович робив їх вручну. Після появи електронної обчислювальної техніки теорію циклів Міланковича було вдосконалено.

Періодичне відхилення орбіти та осі Землі спричинює відмінності в кількості сонячної радіації, що потрапляє на планету. Це веде до глобальних кліматичних змін – глобального потепління та глобального похолодання. За останній мільйон років у Північній півкулі відбулося 10 льодовикових періодів, кожен з яких повторювався із періодичністю у 100 тис. років, що збігається з максимальним ексцентриситетом орбіти Землі.

Поєднані астрономічні фактори циклів Міланковича мають потужний вплив на клімат, проявляються в кореляції з льодовиковими та міжльодовиковими періодами, з наступом та відступом Сахари та відображені в стратиграфічних записах.

Висихання території, відомої нам як пустеля Сахара, відбувалося у два етапи: перший – приблизно 6700, наступний — дець 4000 років тому. А приблизно 1000 років тому, в період чергового відносного потепління, відбулося переселення людей із теплих регіонів на північ, до Гренландії та Ісландії. Все це свідчить, що планетарний клімат і без людського втручання суттєво змінюється, що є реальною загрозою, яку необхідно сприймати серйозно та враховувати під час довготривалого прогнозування.

МГЕЗК зазначає, що цикли Міланковича були рушійною силою циклів льодовикового періоду, викиди вуглекислого газу змінювалися зі зміною температури «із затримкою у декілька сотень років», а далі, як зворотна реакція на зміни концентрації CO₂, зміна температури посилювалася. Зміна температури на океанічних глибинах відбувається із затримкою в часі (теплова інерція). Зі зміною температури води в океані також змінюється розчинність вуглекислого газу.

Коливання інтенсивності Сонячного випромінювання.

Сонце – найголовніше джерело енергії на Землі. На глобальний клімат впливає як довго-, так і короткотривале коливання сонячної активності.

Сонячна активність – показник, що характеризує поточну сонячну радіацію, її спектральний розподіл, супутні електромагнітні явища та зміни в часі характеристик Сонця. Вона визначається сукупністю фізичних змін, які відбуваються на Сонці. Її зовнішні прояви – сонячні плями, факели, флокули, протуберанці тощо. Вона впливає на зміну погоди та клімату.

Розрізняють періодичні компоненти змін на Сонці, основним із яких є 11-річний сонячний цикл, та аперіодичні зміни. Магнітне поле Сонця змінюється кожні 11 років: за періодом збільшення яскравості зірки настає період затемнення. Зазвичай такі коливання не сильно впливають на клімат Землі, але існують і більш значні цикли.

Великі сонячні мінімуми – це десятирічні періоди зниження сонячної активності. Вони бувають досить часто: протягом останніх 11 тис. років спади активності траплялися 25 разів. Один із таких мінімумів – мінімум Маундера – відбувся в період між 1645 і 1715 рр. і призвів до падіння рівня сонячної енергії на 0,04–0,08% порівняно із сьогоденням.

Приблизно 3–4 млрд років тому Сонце випромінювало лише 70% теперішньої потужності. З того часу інтенсивність сонячного випромінювання збільшилась і змінився склад атмосфери. Найвизначнішим перетворенням була «киснева катастрофа» – насичення киснем атмосфери, яке сталося приблизно 2,4 млрд років тому.

Учені припускають, що коливання сонячної активності було причиною Малого льодовикового періоду в XV–XIX ст. та деякого потепління клімату, що відбулося в 1900–1950 рр. Дослідження свідчать, що сонячна мінливість уже має наслідки, до яких зараховують мінімум Маундера в 1645–1715 рр., частково Малий льодовиковий період у 1550–1850 рр., що відзначався похолоданням та значнішим заледенінням, ніж століття до та після.

Малий льодовиковий період – період відносного похолодання впродовж 1400–1850 рр. Є найхолоднішим за середньорічними температурами за останні 2000 років. Малому льодовиковому періоду передував Середньовічний теплий період (приблизно X–XIV ст.), який характеризувався порівняно теплим кліматом, м'якими зимами та відсутністю сильних посух.

Верхню межу Малого льодовикового періоду визначають із XVI до середини XIX ст., а нижню – з XIII по XIV ст. Загалом з'ясовано, що було три температурні мінімуми: у 1650, 1770 і 1850 рр., розділені дещо теплішими інтервалами. Хоча Малий льодовиковий період спочатку вважали глобальним явищем, деякі публікації останніх років вказують на його сильніший ефект у Північній півкулі.

Окрім дії мінімумів Маундера, серед причин Малого льодовикового періоду називають посилення активності вулканів (продукти виверження яких блокували сонячне світло) і порушення термохалінної циркуляції (перемішування океанських вод за глибиною).

Крім того, суттєвим чинником цього похолодання вважають зменшення кількості людей внаслідок епідемії чуми, а також відродження лісів, що зумовило падіння рівня вуглекислого газу.

Деякі дослідження вказують на те, що сонячна радіація збільшується від циклічної активності сонячних плям, спричиняючи глобальне потепління, але на клімат можуть впливати всі ці чинники разом.

У серпні 2011 р. ЦЕРН (Європейська організація з ядерних досліджень) опублікувала в журналі «Nature» перші результати своїх експериментів CLOUD. Вони свідчать, що іонізація від космічних променів значно посилює утворення аерозольних сполук із вмістом сульфурної кислоти та води, але в нижніх шарах атмосфери, де також має бути аміак, це недостатня умова для утворення аерозолів, додатково можуть утворюватися залишки випаровування. Наступним кроком є дослідження цих залишків випаровування, зокрема, вивчення їхнього походження: від діяльності людини чи природного.

Вулканізм. Виверження вулканів вивільняють аерозолі та гази в атмосферу. Потужні виверження, здатні вплинути на клімат, трапляються в середньому кілька разів на 100 років та спричиняють тимчасові похолодання (частково блокуючи передачу сонячної радіації на поверхню Землі) на декілька років (рис. 8).

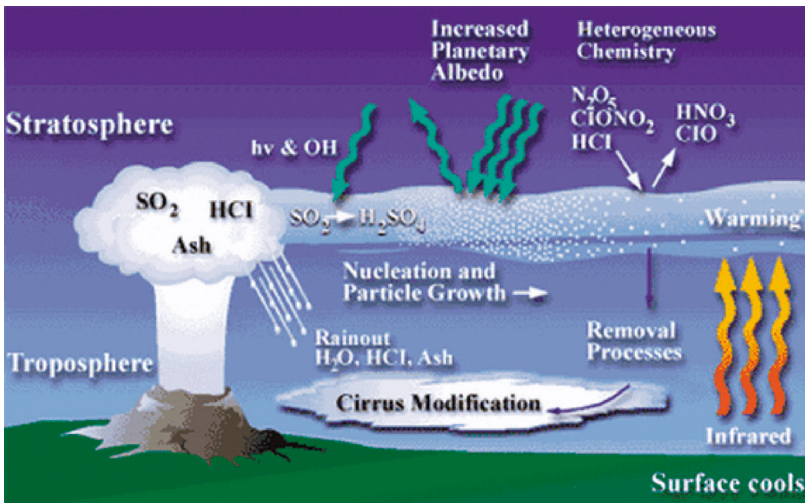


Рис. 8. Вплив виверження вулканів на атмосферні процеси: 1 – виверження; 2 – утворення аерозолу; 3 – поширення; 4 – блокування енергетичного обміну

Вулкани є частиною геохімічного циклу вуглецю. Впродовж багатьох геологічних періодів вони вивільняли діоксид вуглецю з кори та мантії Землі, перешкоджаючи поглинанню осадовими породами та іншими геологічними поглиначами вуглекислого газу. Проте цей внесок не порівнюється за обсягами з його антропогенними викидами. Річний обсяг антропогенних викидів CO_2 може бути набагато більшим, ніж обсяг викидів, що вивільняють супервиверження, останнє з яких, виверження вулкана Тоба, трапилось в Індонезії 74 тис. років тому.

Виверження вулкана Пінатубо в 1991 р. – друге найбільше наземне виверження ХХ ст. (після вулкана Новарупта в 1912 р.), що істотно вплинуло на клімат. У результаті глобальна температура знизилась приблизно на $0,5^\circ\text{C}$.

Виверження вулкана Тамбора в 1815 р. спричинило рік без літа (рис. 9, 10), як і аналогічна подія в 1258 р.

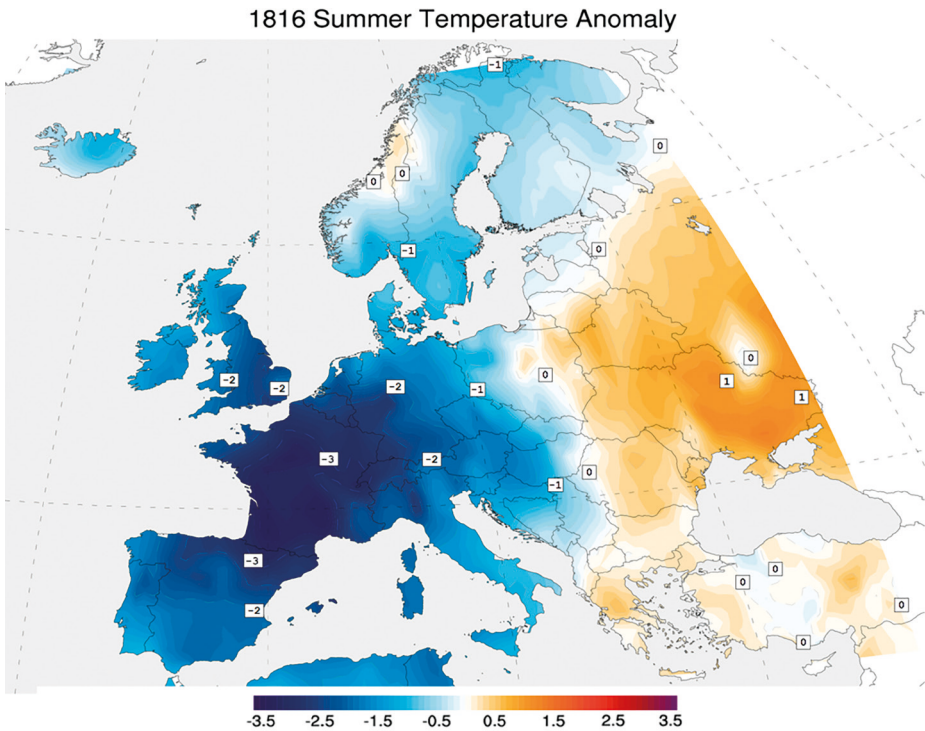


Рис. 9. Схема температури влітку 1816 р.



Рис. 10. Г. Харлін. Штат Вермонт. Літо 1816 р.

Гігантські виверження, що формують найбільші магматичні провінції, трапляються всього кілька разів на 100 млн років, але вони можуть спричинити глобальну зміну клімату та вимирання видів.

У травні 1883 р. капітан німецького військового корабля «Елізабет» спостерігав колону диму та попелу, яка, за його оцінками, на 1,97 км піднімалася в небо над безлюдним гірським островом у Зондській протоці між Явою та Суматрою в Індонезії.

Виверження вулкана Кракатау почалось 27 серпня 1883 року. Воно зруйнувало острів, змусивши дві його третини впасти в море, та утворило потоки лави, пемзи й попелу.

За даними NOAA, вибух також спричинив величезне цунамі, яке затопило сотні прибережних міст і сіл, спричинивши смерть приблизно 36 тис. людей.

Виверження Кракатау, яке набрало 6 балів за шкалою вулканічної активності, було одним із найбільших задокументованих вивержень вулканів за останні 760 тис. років природної історії.

Дані NOAA свідчать, що виверження Кракатау спричинило найгучніший звук у сучасній історії, який прозвучав на більше ніж 10%

поверхні Землі. На острові Маврикій в Індійському океані, розташованому на відстані понад 4600 км, люди почули його як далеку стрілянину. Звук від виверження викликав інтенсивні хвилі тиску, які кілька разів прокочувались планетою і стали причиною «стрибків» наукових приладів у Великій Британії та США.

Коли Кракатау вибухнув, він викинув до атмосфери розбиту породу, дим та попіл об'ємом 21 км³. Попіл від вибуху злетів на 80 км угору, майже до краю мезосфери Землі, й покрив територію площею 776 996 км². Він дрейфував повітряними потоками навколо планети й поступово огортав її серпанком, який спричинив утворення ореалів навколо Місяця й Сонця та відфільтрував достатньо сонячної радіації, щоб знижувати глобальну температуру на 0,5°C впродовж цілого року після виверження.

Тектоніка літосферних плит. Упродовж багатьох мільйонів років тектонічні плити, рухаючись, формують суходіл та океанічний простір і створюють рельєф. Це має вплив як на глобальні, так і на локальні кліматичні умови й циркуляцію між атмосферою та океаном.

Положення материків впливає на схему циркуляції океану. Розташування морів відіграє важливу роль в розподілі тепла та вологи у світі, тим самим впливаючи на глобальний клімат. Останнім прикладом тектонічного впливу на циркуляцію океану є формування Панамського перешийка приблизно 5 млн років тому, який перекрив пряме змішування вод Атлантичного й Тихого океанів. Це змінило динаміку океану: утворився Гольфстрім і, можливо, льодовий покрив Північної півкулі. Геологічні дані вказують на «потужну мусонну» схему циркуляції під час існування суперконтиненту Пангея, а саме: суперконтинент сприяв утворенню мусонів.

Також важливе значення має розмір континенту: через стабілізуючий вплив океанів коливання температури нижчі в прибережних районах і вищі в глибині. Більший суперконтинент буде мати потужнішу сезонність, ніж кілька менших континентів або островів.

Короткотривалі коливання клімату. На кількість опадів та температуру впливають короткострокові цикли. Наприклад, ефект Ель-Ніньйо викликає зміни в циркуляції вод тропічної частини Тихого океану. Ці коливання призводять до теплих і дуже вологих погодних умов з грудня до

лютого на північному узбережжі Перу та в Еквадорі. Ель-Ніньйо зароджується в тропічних широтах, однак має глобальний вплив.

Завдяки холодній Перуанській течії води Тихого океану від берегів Південної Америки переносяться на захід. Із глибин океану біля берегів піднімається холодна вода. Це явище апвелінгу. Коли починається Ель-Ніньйо (цей феномен існує щонайменше 100 тис. років), апвелінг зникає і температура води зростає на 6–10°C. В результаті нагріву води порушується пасатна циркуляція, відповідно, її наслідки нівелюються. Змінюються режим і кількість мусонних опадів, зростає ураганна активність. Ефект Ель-Ніньйо настає з періодичністю 2–10 років і може тривати до півроку, однак через сучасну зміну клімату він стає частішим і тривалішим.

? Хоча останні 10 років глобальна температура на планеті в середньому була на 1,09°C вищою, ніж у другій половині XIX ст., безліч кліматичних скептиків вважають потепління суто природним процесом, нівелюючи антропогенний чинник.

Вплив викидів вуглекислого газу й діяльності людини на зміну клімату вчені наразі не ставлять під сумнів. У VI Звіті МГЕЗК вплив промисловості на потепління подано як факт, а не як гіпотезу (рис. 11).

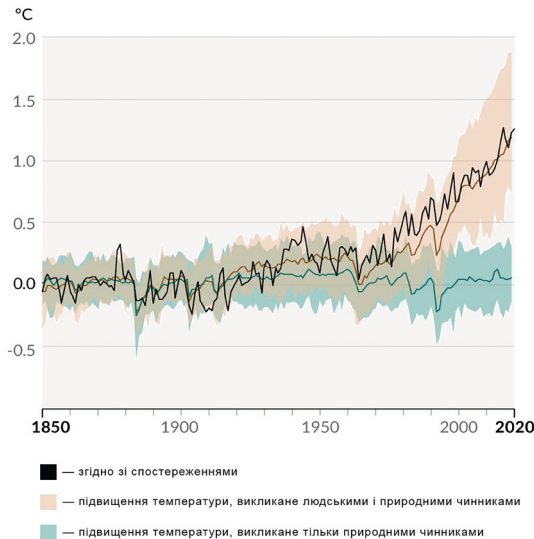


Рис. 11. Зміни середньої температури поверхні Землі упродовж 1850–2020 рр. Джерело: МГЕЗК.

До початку 2019 р. люди викинули в атмосферу до 2400 млрд т CO₂. Якщо викинути ще 500 млрд т, то поріг потепління підвищиться з 1,09 до 1,5°C.

Згідно зі звітом, природне потепління через сонячну й вулканічну активність – це 0,02°C, а ще 1,07°C – наслідки діяльності людини.

З урахуванням сучасних промислових потужностей це може статися вже за 15 років і, найімовірніше, станеться, тому що світова економіка не встигне перебудуватися й знизити рівень викидів, навіть якщо почне робити це прямо сьогодні.

Завдання в активіті

1. Переглянути відео «Що залишила історія у землях регіону» (<https://www.youtube.com/watch?v=01ATK6g-WGI>) та відповісти на кілька запитань.

2. Вказати неприродні причини зміни клімату.

3. Прочитати статтю «Рік без літа» [4] і створити повідомлення про винаходи та літературні досягнення року без літа.

*4. *(складне). Виконати вправу «Історія велосипеда» (<https://learningapps.org/display?v=pbcdsvsvc21>).*

Використані джерела

1. Біля І. Оцінка впливу сонячної активності на водність річок України (на прикладі Карпатського регіону) : дипломна робота. Чернівці, 2021. URL: <https://cutt.ly/6F3PCuU>.
2. Коли Кракатау підірвав: як виверження 1883 року змінило світ. howstuffworks.wiki. 25.11.2020. URL: <http://surl.li/bgyjh>.
3. Малий льодовиковий період. Вікіпедія. URL: <https://cutt.ly/QGf0xF2>.
4. Мельник О. Рік без літа. Na chasi. 21.07.2017. URL: <https://cutt.ly/UF3P5Jg>.
5. Раєвський Д. ООН випустила звіт про клімат. Якщо коротко – буде дуже спекотно, волого і так по колу. Ось головні тези документа і коментарі його українських розробників. Бабель. 20.08.2021: URL: <https://cutt.ly/RFHHDNa>.
6. Сонячна весна. Вікіпедія. URL: <https://cutt.ly/sFHK2uH>.
7. Цикли Міланковича. Вікіпедія. URL: <https://cutt.ly/dGfMGYh>.
8. Шлапак М. Як стримати зміну клімату та війну: світ має скоротити залежність від ископного палива, зокрема російського. Екодія. 05.04.2022. URL: <https://cutt.ly/jFHJz0k>.

9. A volcano erupts: semantically mediated integration of heterogeneous volcanic and atmospheric data / P. Fox, D. L. McGuinness, R. Raskin, A. K. Sinha. January 2007. URL: <https://cutt.ly/ULdxLLN>.

Урок 4. Погодні професії. Хто і як «працює» з погодою

До прогнозу погоди мають стосунок не один десяток професій. Насамперед це синоптики й метеорологи.

Синоптика – наука (розділ метеорології), яка вивчає фізичні процеси атмосфери Землі та прогнозує погоду на основі їх аналізу.

Синоптик – фахівець, який складає прогнози погоди. Чим ближчий період розглядається, тим прогноз буває, як правило, більш точним. Отримані із супутників та приладів дані дають синоптикам не готовий прогноз, а лише вихідні дані для його підготовки. Для прогнозування погоди, наприклад, синоптичним методом використовують аналіз карт погоди, суть якого полягає в одночасному аналізі стану атмосфери на великій території. Це дає змогу визначити характер розвитку атмосферних процесів і подальші зміни погодних умов у регіоні, який цікавить.

Робота синоптиків дуже важлива для жителів усього світу. Ми відчуваємо це в повсякденному житті. Завдяки цим фахівцям ми знаємо, очікувати завтра дощ, холод чи спеку; можемо спланувати, як одягнутися, чи слід поливати город. Від прогнозу погоди залежить, чи скасують навчальні заняття через низьку температуру повітря, чи відкладуть рейси літаків через несприятливі для польотів умови.

Залежно від потреб користувачів прогнози охоплюють різний термін і мають різну деталізацію. Короткострокові прогнози дають із завчасністю від 12 до 72 годин, вони мають високу справджуваність. Середньострокові охоплюють 7 діб, вони найзручніші для більшості користувачів. Складно готувати прогнози з високою справджуваністю на багато днів наперед. В Україні, як і в більшості країн світу, найвищу справджуваність мають прогнози, підготовлені на найближчі 3 доби, достатньо хорошу – на 5 діб. Потім точність зменшується, такий прогноз можна вважати лише орієнтовним.

Атмосфера дуже мінлива, тому синоптики не тільки створюють нові прогнози, а й постійно роблять уточнення наявних. Є ще довгострокові

прогнози, які синоптики дають на строк від 30 днів до 3 місяців (в Україні – до 2 місяців). Такі прогнози вказують лише на те, погода буде в межах норми чи відхилиться від неї. Норма – це середня температура для місяця, розрахована за період 1961–1990 рр.

Чим відрізняється синоптик від метеоролога?

Часом складно зрозуміти, чим ці фахівці відрізняються один від одного. Здавалося б, синоптика – це частина метеорології, так у чому ж відмінності? Основною відмінністю є те, що синоптики займаються підготовкою прогнозів погоди, а метеорологи цього не роблять.

Синоптики – теж метеорологи, але вузькоспеціалізовані. Їхнє головне завдання – аналізувати дані й складати прогноз погоди. Не варто називати синоптиками людей, які розповідають про температуру на найближчі дні по телебаченню, хоча серед ведучих прогнозів погоди є й професійні синоптики з відповідною освітою. Наприклад, Наталка Діденко – ведуча прогнозу погоди на каналі «Еспресо», Наталія Птуха – ведуча прогнозу погоди на каналі «Київ» та синоптик УкрГМЦ.

Щорічно 23 березня святкується Всесвітній метеорологічний день, вперше його відзначили в 1961 р. Початком стало утворення ВМО в 1950 р., яка щороку визначає тему метеорологічного дня залежно від нагальних проблем, пов'язаних із метеорологією, кліматом, погодою, атмосферою, екологією та іншими суміжними питаннями, до яких треба привернути увагу громадськості.

Досить тісно з роботою синоптиків та метеорологів пов'язані гідрологи й океанологи, які присвятили себе вивченню гідросфери планети.

Гідролог – фахівець, який вивчає річки, озера, водно-болотні угіддя та льодовики нашої планети. Він готує прогнози та надає експертні висновки для потреб сільського господарства, промисловості, будівництва, енергетики, судноплавства, житлово-комунального господарства та охорони навколишнього середовища. Суміжною з професією гідролога є робота океанолога.

Океанолог – експерт, який вивчає води океанів і морів, їхній хімічний склад, особливості флори та фауни, а також різні фізичні процеси, що відбуваються у водах Світового океану.

Залежно від спеціалізації океанолог може виконувати різний перелік завдань.

Біолог-океанолог вивчає рослинний і тваринний підводний світ.

Океанолог-хімік досліджує склад океанічних вод, а також контролює вплив на них різних техногенних і природних факторів.

Геолог-океанолог вивчає особливості водного дна, його рельєф і динаміку руху тектонічних плит.

Фізик-океанолог досліджує водні процеси з погляду фізичних явищ: вивчає термодинаміку й акустику, силу й напрямки течій, специфіку формування хвиль і припливів, а також появу різних водних коливань.

Фахівець-технік розробляє, ремонтує і вдосконалює спеціальні прилади й пристрої, що використовують професійні океанологи.

Промисловий океанолог вивчає ресурси Світового океану, які можна задіяти у виробництві або промисловості (корисні копалини, мінерали, зони проживання й напрямки міграції різних видів риби).

Властивості замерзлої води вивчає гляціологія. Досліджуються льодовики, льодові щити, морський льод, сезонний сніг, багаторічна мерзлота та ін., а також їхній вплив на навколишнє середовище.

Вивчаючи різні типи льоду, дослідники можуть дізнатися більше про минулі та сучасні глобальні тенденції клімату. Для цього вони вимірюють глибину замерзлого ґрунту, товщину морського льоду, об'єм льодовика, а також аналізують фізичні та хімічні властивості проб льоду.

Гляціологія є поєднанням кількох наукових дисциплін, у тому числі геології, геоморфології, кліматології, гідрології, біології, екології, геофізики та географії.

Новий напрям науки – астрогляціологія – створений після відкриття водяного льоду на Місяці, Європі, Марсі й Плутоні.

Серед фахівців, які вивчають докільця нашої планети, важлива роль належить **кліматологам**. Вони досліджують клімат, особливості його формування, типи кліматів різних регіонів, зміну клімату та чинники, що до неї призводять.

Кліматологія – наука про клімат, його формування, географічний розподіл і зміну в часі. Належить до системи географічних наук.

Кліматологи узагальнюють багаторічні вимірювання метеорологічних величин (температури, вологості та ін.) у різних пунктах спостережень, вивчають клімат та роблять висновки про кліматичні тенденції. Таким чином виявляються кліматичні зміни не тільки в певній місцевості, а й на всій Земній кулі.

В останні десятиліття предметом вивчення став і процес глобального потепління. Вчені досліджують його темпи, намагаються з'ясувати причини та механізми.

Кліматологи працюють, зазвичай, у науково-дослідних установах та мають володіти такими важливими якостями, як аналітичні здібності, схильність до точних наук.

Агрометеорологія – наука, що вивчає метеорологічні, кліматичні, гідрологічні умови в їхній взаємодії з об'єктами й процесами сільськогосподарського виробництва. Об'єктом вивчення агрометеорології є складна система «грунт – рослина – повітря». Агрометеорологія як наука перебуває на межі різних областей знань: метеорології, біології, ґрунтознавства, кліматології, фізіології рослин, географії та ін.

Біометеорологія – напрям метеорології, який вивчає вплив погоди на живі організми. Їхнє тепловідчуття залежить не тільки від температури повітря, а й від поєднання певних значень температури, вологості та швидкості вітру. Для оцінювання тепловідчуття людини застосовують біокліматичні індекси, які дають можливість оцінити комфортність для різних живих організмів.

Дослідник на полярній станції – це вчений, який проводить систематичні метеорологічні, геофізичні, геомагнітні, гідрологічні, геологічні, а в окремих випадках – біологічні та медичні спостереження. Гляціологічні дослідження й спостереження цей спеціаліст здійснює здебільшого в Антарктиці та Арктиці.

Отже, перелік погодних професій не маленький і весь час поповнюється представниками суміжних фахів.

Науки, що вивчають клімат минулого й минуле.

Не менш цікавим є перелік наукових напрямів (і пов'язаних з ними професій), що або досліджують клімат минулих часів та геологічних епох за відповідними артефактами та індикаторами, або надають опосередковані відомості щодо його особливостей.

Палеокліматологія – наука, що вивчає кліматичні умови Землі в минулі геологічні епохи. Первісний склад і багаторічний режим атмосфери визначають переважно за палеокліматичними індикаторами (мінерали, гірські породи, викопні ґрунти, рештки рослин і тварин, ізотопи деяких елементів, дані палеомагнетизму, археологічні пам'ятки тощо), давній клімат – ще й шляхом реконструкції факторів і процесів кліматоутворення з урахуванням реліктових рис сучасної атмосфери. Палеокліматичні реконструкції мають велике значення для пояснення властивостей гірських порід, прогнозування наявності родовищ корисних копалин, передбачення тривалих змін сучасного клімату тощо.

Палеозоологія (археозоологія) – розділ палеонтології, що вивчає викопних тварин. Умовно поділяють на палеозоологію хребетних і безхребетних.

Палеобіологія – це галузь палеонтології, яка в поєднанні з біологією досліджує організми, які існували в минулому, через їхні викопні залишки. У межах палеобіології вивчають викопні рештки, систематику тварин, рослин, відбитки слідів, поширення живих істот, аналізують генетичний матеріал, тому ця наука охоплює такі наукові напрями, як палеозоологія, палеоботаніка, палеоекологія, палеобіогеографія та ін.

Палеоботаніка – розділ палеонтології, що вивчає морфологію, анатомію, філогенію, палеогеографію викопних рослин та розробляє їхню систематику за відбитками, які збереглися в гірських породах.

Палеовулканологія – галузь геології, яка вивчає вулканічну діяльність минулих геологічних епох, а також здійснює фаціальний аналіз вулканічних продуктів; вирішує завдання, пов'язані з пошуками корисних копалин, які виникли в результаті вулканічної діяльності.

Палеогеографія – наука про фізико-географічні умови, що існували на Землі в геологічному минулому. Досліджує давню географічну оболонку, її розвиток, історію загалом та окремих частин у взаємодії:

давню земну кору, рельєф, ґрунти й кори вивітрювання, гідросферу та атмосферу, флору, фауну й географічні закономірності їхнього поширення та існування.

Палеогідрологія – галузь палеогеографії, що вивчає давню гідросферу. До її складу належать палеоокеанологія, палеолімнологія, палеогляціологія, палеопотамологія, палеогідрогеологія.

Палеогеологія (або екологічна геологія, екогеологія) – наука геологічного циклу, що вивчає екологічну систему літосфери, закономірності її формування й просторово-часових змін під дією природних і техногенних факторів у зв'язку з життєдіяльністю біоти та, насамперед, людини, яка впливає на геологічне середовище.

Палеогеохімія – розділ геохімії, що вивчає хімічний склад Землі, процеси й закони поширення хімічних елементів в минулі геологічні епохи.

Палеогідрогеохімія – розділ гідрогеохімії, що досліджує давні процеси формування та еволюції хімічного складу підземних вод, а також участь останніх в утворенні й руйнуванні родовищ корисних копалин.

Палеогляціологія – розділ гляціології, який вивчає природні льодовики геологічного минулого, а також історію виникнення й розвитку сучасного зледеніння Землі.

Палеоекологія – розділ палеонтології, який вивчає відносини між організмами геологічного минулого й середовищем їхнього існування. Має важливе значення для розуміння механізму утворення органогенних гірських порід, місць їхньої локалізації.

Дендрохронологія (або датування деревних кілець) – це науковий метод датування, що ґрунтується на аналізі росту річних кілець дерев і дає змогу датувати деревину з точністю до календарного року. Його відкрив та розробляв протягом ХХ ст. Е. Дуглас. За допомогою дендрохронологічних методів для більшості видів деревних порід можна точно визначити календарний рік формування річного кільця. Основними напрямками застосування результатів датування є: в палеоекології – реконструкція минулих екологічних явищ (наприклад, реконструкція клімату); в археології – датування старих будівель. За допомогою радіовуглецевого датування визначають вміст ізотопу ^{14}C .

Дендрокліматологія відтворює клімат минулого за інформацією, отриманою з деревних кілець. Початкову роботу сфокусовано на вимірюванні ширини деревних кілець, що пов'язана з параметрами клімату. Щорічний ріст дерева залишає й інші сліди. Показник максимуму щільності пізньої деревини є кращим індикатором температури, ніж ширина деревних кілець, однак його важче вимірювати. Інформацію про деревні кільця використовують для відтворення клімату певного досліджуваного району впродовж минулих тисяч років.

Хмара слів «Науки, що вивчають клімат минулого»

								П									
								А									
		Д		П		П		Л			П						П
		Е	П	А	П	А	П	Е		П	А					П	А
		Н	А	Л	А	Л	А	О		А	Л		Д	П	А	Л	
		Д	Л	Е	Л	Е	Л	С		Л	Е		Е	А	Л	Е	
		Р	Е	О	Е	О	Е	Е		Е	О		Н	Л	Е	О	
		О	О	Е	О	В	О	Й		О	З	П	Д	Е	О	Г	
	П	К	Г	К	О	У	Б	С	П	Н	О	А	Р	О	Г	Л	
П	А	Л	Е	О	К	Л	І	М	А	Т	О	Л	О	Г	І	Я	
А	Л	І	О	Л	Е	К	О	О	Л	О	Л	Е	Х	І	Д	Ц	
Л	Е	М	Г	О	А	А	Л	Л	Е	Л	О	О	Р	Д	Р	І	
Е	О	А	Р	Г	Н	Н	О	О	О	О	Г	Г	О	Р	О	О	
О	Г	Т	А	І	О	О	Г	Г	Б	Г	І	Е	Н	О	Х	Л	
Н	Е	О	Ф	Я	Л	Л	І	І	О	І	Я	О	О	Л	І	О	
А	О	Л	І		О	О	Я	Я	Т	Я		Х	Л	О	М	Г	
У	Л	О	Я		Г	Г			А			І	О	Г	І	І	
К	О	Г			І	І			Н			М	Г	І	Я	Я	
И	Г	І			Я	Я			І			І	І	Я			
	І	Я							К			Я	Я				
	Я								А								

Палеосейсмологія – це підрозділ сейсмогеології, яка вивчає наслідки сильних землетрусів сучасності й давнини. Палеосейсмологію поділяють на три основні галузі. Перша вивчає сліди потужних землетрусів у ґрунтах та рельєфі.

Друга, археосейсмологія, досліджує сейсмічні деформації в археологічних та історичних пам'ятках. Третя, історична сейсмологія, розшукує інформацію про землетруси в давніх рукописах і публікаціях.

Палеосейсмологія йде пліч-о-пліч із *сейсмотектонікою* – наукою, що вивчає положення епіцентрів (сучасних і палео-) землетрусів у тектонічних структурах. Дослідження землетрусів завжди починають із детального аналізу наслідків сейсмічних подій. Вчені-палеосейсмологи вивчають їх, а потім вносять отриману інформацію в базу даних палеосейсмокатастроф.

Завдання в активіті

1. *Переглянути відео «Як роблять прогноз погоди?» (<https://www.youtube.com/watch?v=oDk0NUrCUrI>) та скласти 2–3 запитання до нього за змістом.*
2. *Представник якої професії вивчає атмосферні явища з текстів 2, 4 «Різдвяні листівки. Знайди відмінності» (<https://cutt.ly/eLBhJ8A>)?*
3. *Ознайомитися зі змістом статті «Як будують розу вітрів» (<http://interesnoe.blogspot.com/2017/04/blog-post.html>) і створити свій продукт.*
4. *Вписати погодні професії в кросворд. Знайти інформацію про погодну професію, яка не згадана в матеріалах уроку / кросворду.*
5. *Розглянути й заповнити хмару слів «Палеонауки».*
6. *Дізнатися і зробити допис про потрібні знання та вміння для роботи за обраною палео професією.*
7. *З'єднати в пари палео професію та об'єкт, з яким вона «працює».*

Використані джерела

1. Гідролог. Освіта.уа. 01.04.2020. URL: <https://cutt.ly/ILBpe5j>.

2. Гідрометеорологічна служба України / за ред. В. М. Ліпінського. Київ, 2011. URL: https://meteo.gov.ua/files/gidromet_book.pdf.
3. Метеорологи – люди, які вивчають погоду / Черкас. обл. центр зайнятості. URL: <https://chk.dcz.gov.ua/node/7020>.
4. Палеонтологія. Вікіпедія. URL: <https://cutt.ly/EGf8uoB>.
5. Санковська І. М. Екологічні дати року : метод. посіб. для вчителів та класних керівників. Київ, 2017. 56 с. URL: <https://cutt.ly/gLBp2nZ>.

Урок 5. Антропогенні причини кліматичної зміни

Зміна клімату – глобальна проблема. У світі немає жодної країни, яка б не відчувала кліматичних змін чи їхніх наслідків. Одним з основних проявів цих змін є зростання середньорічної глобальної температури. Це явище називають *глобальним потеплінням*.

Глобальне потепління – поступове підвищення температури на планеті (рис. 12). Його не пов’язують із циклами сонячної активності, тому що цикли слабо відбиваються на зростанні температури океанів, яка підвищується постійно.

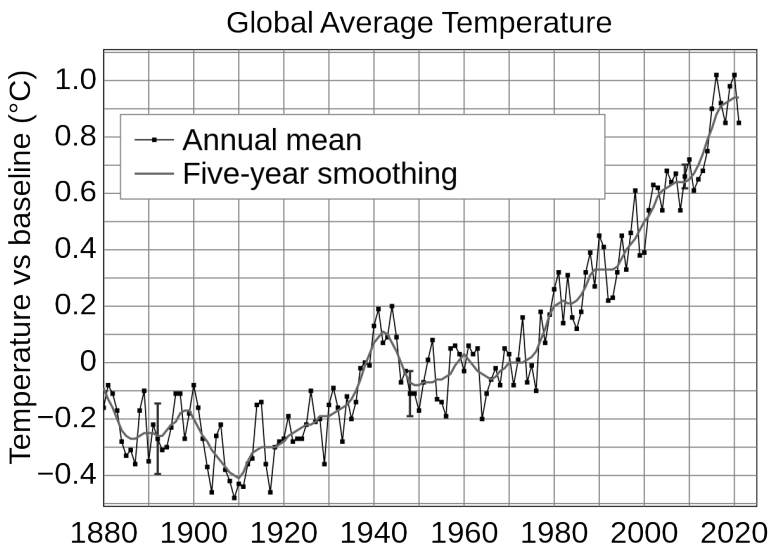


Рис. 12. Зміни глобальної середньої температури повітря над сушею та океаном у 1880–2015 рр. (відносно середньої температури за 1951–1980 рр.)

Основною причиною сучасних кліматичної зміни є діяльність людини. Це підтверджують понад 97% науковців-кліматологів.

Потепління – загальна усереднена глобальна тенденція. Зростання температури відбувається нерівномірно залежно від сезону та місцевості. Частішають прояви стихійних гідрометеорологічних явищ та аномальних погодних ситуацій (скажімо, різкі похолодання весною та весняні снігопади). Може бути холоднішою частина літа, однак у комплексі із хвилями тепла в іншому місці чи в тому ж, але в інший період року показник глобальної середньої температури все одно має стійку тенденцію до зростання.

Глобальне потепління спричиняє зміни інших кліматичних показників. Зазвичай глобальний клімат формується в системі «океан – суходіл», тому зміна температури приземного шару атмосфери впливає і на температуру океанської води, і на температуру суходолу, і на утворення ураганів (унаслідок різниці температур), може змінити напрямки вітрів і, відповідно, океанських течій. Це, у свою чергу, впливає на міграції риб та інших морських тварин.

Виявлення причин глобального потепління, механізмів виникнення цього планетарного явища є чи не найактуальнішою проблемою сьогодення й найближчої перспективи.

У різних регіонах Землі середньорічна температура зростає різними темпами. Є території, де вона зростає швидше, і це, як не дивно, не пов'язано з географічною широтою (відео «Глобальне потепління 1880–2021», <https://cutt.ly/GLFRR26>).

На початку вивчення кліматичних змін вважали, що температура найшвидше зростатиме в екваторіальних та тропічних широтах, унеможливаючи в них діяльність суспільства й руйнуючи традиційні екосистеми. Водночас відбуватиметься зміщення природних зон у напрямках полюсів, відповідно, туди ж перемістяться й зони комфортних умов існування та ведення господарства.

Однак реальність демонструє азональність у змінах клімату: найбільше зростання температури відбулося в Арктиці та на Антарктичному півострові, на інших широтах температури

зростають набагато повільніше (рис. 13). Нагрівання приполярних областей стимулює виникнення додаткових екологічних та соціальних проблем.

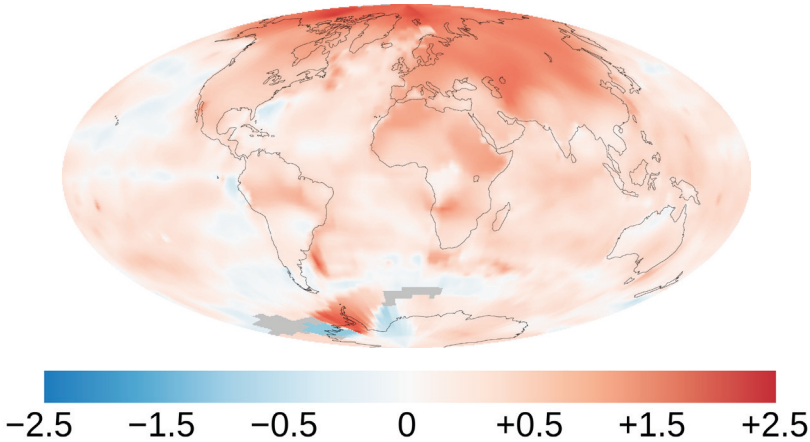


Рис. 13. 10-річна (2000–2009) глобальна середня температурна аномалія

Парниковий ефект. Енергетичні потоки надходять до земної поверхні від Сонця крізь атмосферу і нагрівають її поверхню. Частина відбитого тепла при цьому затримується в атмосфері завдяки парниковим газам, що вловлюють інфрачервоне (теплове) випромінювання.

Частина випромінювання від Сонця йде назад у космос, відбита хмарами та поверхнею Землі (наприклад, снігами чи льодовиками), але основна частина нагріває нашу планету (див. рис. 6). Тобто назад у космос повертається менше випромінювання планети, ніж у тому разі, якби в нас не було атмосфери. Це і є парниковий ефект – найважливіша властивість нашої планети. Загалом природний парниковий ефект – це постійне явище, без якого Земля б охолола, оскільки тепла енергія Сонця не могла б утримуватися в атмосфері. Без нього температура Землі була б у середньому -18°C , а так вона становить $+15^{\circ}\text{C}$. Явище парникового ефекту помітив на початку XIX ст. французький фізик Джозеф Фур'є.

Основні серед парникових газів – водяна пара та CO_2 . Однак, якщо кількість парникових газів збільшується й постійно поповнюється, відбуваються зміни в процесах теплообміну. Парникові гази змінюють баланс сонячного та інфрачервоного (теплого) випромінювання. Поступово настає

ефект, схожий за механізмом на принцип роботи парника. В останні кілька десятиліть унаслідок діяльності людини кількість парникових газів збільшилась, а середня температура на Землі підвищилася. І це має неабиякі наслідки для планети, природи та людей, які є її частиною.

Результати дослідження льодовикових кернів і дані прямих спостережень свідчать: зростання вмісту CO_2 в атмосфері досягло безпрецедентних значень за останні 800 тис. років. Протягом мільйона років його концентрація коливається в межах значень 180–300. Ідеться про кількість речовини: скільки припадає на молекули CO_2 з мільйона всіх молекул повітря.

За даними NOAA, у травні 2022 р. показник концентрації вуглекислого газу, традиційно виміряний в обсерваторії на горі Мауна-Лоа на Гавайських островах, дорівнював 420,99 ррт (одиниця виміру концентрації та інших відносних величин). У цей самий період у 2021 р. показник становив 419 ррт, а у 2020 р. – 417 ррт (рис. 14).

Щорічно до атмосфери потрапляють 6–7 млрд т вуглекислого газу. Приблизно половину CO_2 поглинає Світовий океан, решта залишається в атмосфері й посилює парниковий ефект.

Серед факторів парникового ефекту – спалювання викопного палива (вугілля, нафти, газу). Сумарний річний потік вуглекислого газу в атмосферу сягає нині майже 10 Гт вуглецю. Балансові оцінки та вимірювання свідчать, що орієнтовно 6 Гт поглинають порівну океан і наземні екосистеми. Від цього рослинність стає зеленішою, океан – більш кислим (відео «На Великому бар'єрному рифі вимерла половина коралів», <https://cutt.ly/5LKV6i>). В атмосфері залишаються 4 Гт вуглецю. Через них і зростає концентрація CO_2 .

Науковці роблять висновки не лише за балансовими оцінками. Спостереження свідчать, що змінюється ізотопний склад вуглекислого газу в атмосфері. У середині ХХ ст. вчені відзначили зниження концентрації ізотопу ^{14}C , який утворюється у верхніх шарах атмосфери. Це підказало фізикам, що з'явилася нове джерело CO_2 , яке не містить цього ізотопу. Потім фахівці змогли оцінити співвідношення ^{12}C та ^{13}C й побачили скорочення вмісту останнього. Це вказує на спалювання вуглеводнів. Науковці – фізи-

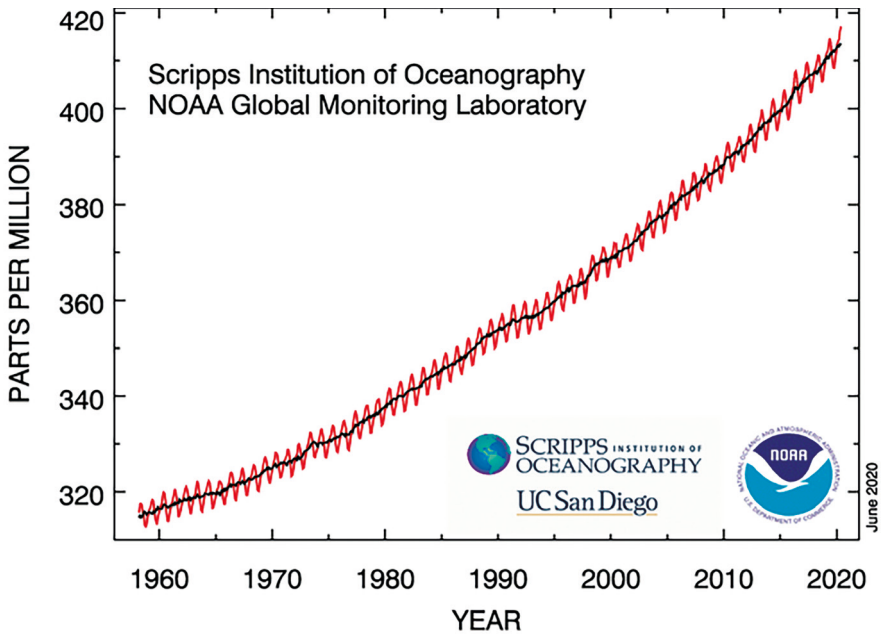


Рис. 14. Зміна концентрації CO₂ в атмосфері за пробами з Мауна-Лоа. Джерело: NOAA

ки й хіміки – унаслідок спостережень і досліджень впевнено визначили, що причина зростання вмісту CO₂ – спалювання викопного палива.

Водяну пару часто вважають відчутнішим за впливом парниковим газом, аніж вуглекислий. На відміну від CO₂ водяна пара може конденсуватись і випадати у вигляді опадів, тому її кількість залежить від температури повітря, а не лише від діяльності людини.

За IV Звітом МГЕЗК (02.02.2007):

1. 11 з останніх 12 років (1995–2006) були зафіксовані як найтепліші з початку вимірювання температури (1850).
2. В середньому рівень Світового океану зростав на 1,8 мм (1,3–2,3 мм) кожного року з 1961 по 2003-й. Починаючи з 2003 р. темпи підвищення рівня океану зросли до 3,1 мм (2,4–3,8 мм) щорічно. Сукупно рівень Світового океану збільшився на 0,17 м.
3. Супутникові дані свідчать, що арктичні льодовики тануть із швидкістю 2,7% в десятиріччя, із втратою площі влітку до 7,4%.

4. Зафіксовано посилення та довгостроковість засух у районах тропіків та субтропіків, і це є бідую для населення, яке там проживає.
5. Зафіксовано зростання кількості та інтенсивності повеней, що спричиняються більшим випаровуванням.
6. Зафіксовано збільшення інтенсивності циклонів на півночі Атлантичного океану, як наслідок – відбувається нагрівання океану й накопичення більшої кількості енергії.
7. Якщо температура планети підвищиться на $1,5^{\circ}\text{C}$, вище цього порога в біосфері почнуться необоротні зміни.

Практично будь-який виробничий процес сприяє викидам парникових газів. Їхня кількість, зіставлена з умовною чи реальною одиницею продукції, може слугувати мірилом впливу цього процесу на довкілля, його екологічності. Саме для того, щоб оцінити вплив на довкілля будь-якого процесу чи явища, порівняти цей вплив з іншими аналогічними процесами і, врешті-решт, обрати той, що менше шкодить довкіллю, враховується критерій вуглецевого (карбонового) сліду.

Вуглецевий (карбоновий) слід – сукупність викидів усіх парникових газів, які утворились (прямо та опосередковано) внаслідок виробничих процесів, діяльності окремої людини, організації, міста, країни тощо.

У розрахунку всі види парникових газів (водяна пара, закис азоту, метан) перераховують в еквівалент CO_2 , тобто визначають, яка кількість CO_2 (у тоннах) дає такий самий парниковий ефект, як певна кількість іншого парникового газу.

Вуглецевий слід складається з прямих та опосередкованих викидів. Прямі викиди – це кількість газів у перерахунку на CO_2 , що викидається в атмосферу з території певного підприємства, країни, домогосподарства тощо головним чином при спалюванні викопних видів палива, споживанні тепла та електроенергії, вироблених за межами підприємства чи домогосподарства.

Для людини прямі викиди вираховують, визначаючи кількість поїздки на певному виді транспорту (скільки при цьому палива

споживається), скільки газу або вугілля необхідно витратити (на теплоелектроцентралі або безпосередньо у квартирі) для обігріву житла, скільки використовується електроенергії для роботи електроприладів.

Опосередковані викиди – кількість CO₂ або інших парникових газів, які викидаються в атмосферу в процесі виробництва та транспортування продукції, яку використовує певна людина, підприємство, країна.

Величину викидів парникових газів можна визначити лише приблизно. Кількість викидів при антропогенних лісових пожежах, розкладанні побутових відходів не може бути визначена точно або взагалі не може бути обчислена.

Скористайтеся грою «Карбокроки» зі збірки «Граючи, змінимо світ» (рис. 15)¹.

ДОДАТОК

Картки оцінки впливу

Усі показники взяті з книги «Наскільки банани шкідливі?» (Vegners-Lee, 2010). Ці цифри є результатами оцінки «еквівалентів» CO₂, що також враховують інші парникові гази.

Один пошук в Інтернеті	(від 0,7 до 4,5 г CO _{2e} в залежності від енергоефективності комп'ютера)	Вегетаріанська страв	1 кг CO _{2e}
Сушіння рук	(10 г CO _{2e} при використанні одного паперового рушника; 20 г CO _{2e} при використанні стандартної електросушарки)	Чізбургер	2,5 кг CO _{2e}
Пластиковий пакет	(10 г CO _{2e} для звичайного одноразового пакета із супермаркету. Якщо Ви берете по одному пакету 5 разів на тиждень, за рік це дорівнюватиме салу одного чізбургера)	Пара джинсів	6 кг CO _{2e}
Кип'ятіння одного літра води	(70 г CO _{2e} у разі використання електрочайника)	1 кг помідорів	9,1 кг CO _{2e} в середньому
Яблуко	(80 г CO _{2e} в середньому, якщо зживати інюді місцеві та сезонні плоди, інюді іпортні)	Використання мобільного	1250 кг CO _{2e} на рік за умови використання телефону протягом однієї години на день; 47 кг на рік, якщо телефон використовується менше 2 хвилин на день
Банан	(80 г CO _{2e} – зовсім непогано, оскільки вони вирощуються у приробному сонячному освітленні, транспортуються морським транспортом та не потребують багату упаконки, бо мають власну шкірку)	Зворотній переліт з Лондона у Гонконг	4,6 тон CO _{2e} в середньому, більше, якщо переліт здійснюється у першому класі
Один кілометр автобусом	(75 г CO _{2e} звичайним міським автобусом)	Добрива, 1т.	від 2,7 до 12,3 тон CO _{2e} в залежності від ефективності виробництва
Один кілометр потягом	(75 г CO _{2e} звичайним міжміським потягом)	1 гектар вирубки лісів	500 т. CO _{2e} на рік – що еквівалентно 28 автомобільним подорожам навколо світу; щороку вирубається або згорає 13 мільйонів гектарів
Півлітра пляшка води	(160 г CO _{2e} в середньому, при цьому 80 г CO _{2e} припадає лише на пластик)	Політ космічного апарата	мінімум 4 600 тон CO _{2e}
Прийняті душ	(500 г CO _{2e} за 6 хвилин у звичайному душі)	Чемпіонат світу	2,8 міль. т. CO _{2e} на проведення Чемпіонату світу 2010 р. у Південній Африці, з урахуванням проживання, використання стадіонів, будівництва та транспорту
1 кг сміття	(700 г CO _{2e} на вміст середнього сміттевого відра)	Лісова пожежа	165 міль. т. CO _{2e} на австралійські лісові пожежі 2009 р.
Один кілометр автомобілем	(355 г CO _{2e} в середньому)	Війна	250-600 міль.т. CO _{2e} , війна в Іраку 2003-2009 рр.
















Рис. 15. Гра «Карбокроки» із збірки «Граючи, змінимо світ»

¹Граючи, змінимо світ: Посібник екологічних ігор з тематики змін клімату / О. Халаїм, К. Мірошніченко, О. Пруцакова, В. Балабух. Київ, 2016. URL: https://ecoclubua.com/wp-content/uploads/Eko-02-don_all1.pdf.

? Низка кліматичних скептиків продовжують вважати, що сучасна зміна клімату має природні причини, пов'язані, наприклад, з активністю Сонця. Це не так, адже кількість сонячної енергії, що може змінюватись залежно від впливу сонячної активності на клімат, коливається в межах 0,1%. Іншими словами: від Сонця зазвичай до нас надходить 340 Вт/м^2 . Мінливість, пов'язана із Сонцем, дає приблизно $0,2 \text{ Вт/м}^2$. Сумарна антропогенна дія – орієнтовно $2,5 \text{ Вт/м}^2$, тобто вдесятеро більше, ніж мінливість сонячної активності.

Сучасне потепління вивчають за кліматичними моделями, адже реально немає експериментальної планети, де можна було б подвоїти кількість парникових газів і подивитись, як зростає температура. Тому для експериментів створюються цифрові моделі Землі, на яких можна простежити, як різні чинники впливають на клімат (зростання чи зниження сонячної активності, вулканізм, кліматичні цикли, антропогенний фактор тощо) і як відповідно змінюються показники температури, опадів, вітрів. Збільшуємо, наприклад, сонячну активність і дивимось, як змінюється температура в різних шарах атмосфери, що відбувається з опадами тощо. Так от, експерименти доводять: без урахування антропогенних чинників відтворити сучасне потепління неможливо.

Перспективи глобального потепління. Зростання середньорічної температури повітря у світі на 2°C призведе до збільшення тривалості вегетаційного періоду і, відповідно, теплого періоду на 20 днів. У конкретних регіонах, наприклад, Арктиці, таке теплішання виявиться в підвищенні середньої річної температури на $10\text{--}12^\circ\text{C}$ (рис. 16). Відповідно, тривалість вегетаційного періоду збільшиться на 100–120 днів, що є катастрофічним для цього регіону й призведе до деградації його екосистем. Вони можуть вижити, якщо температура у світі підніметься на величину до $1,5^\circ\text{C}$.

Головна різниця між 2 і 3°C полягає в частоті й тривалості посушливих періодів на територіях, охоплених посухами. В першому випадку від нестачі води страждатимуть 500 млн людей, у другому – 3 млрд.

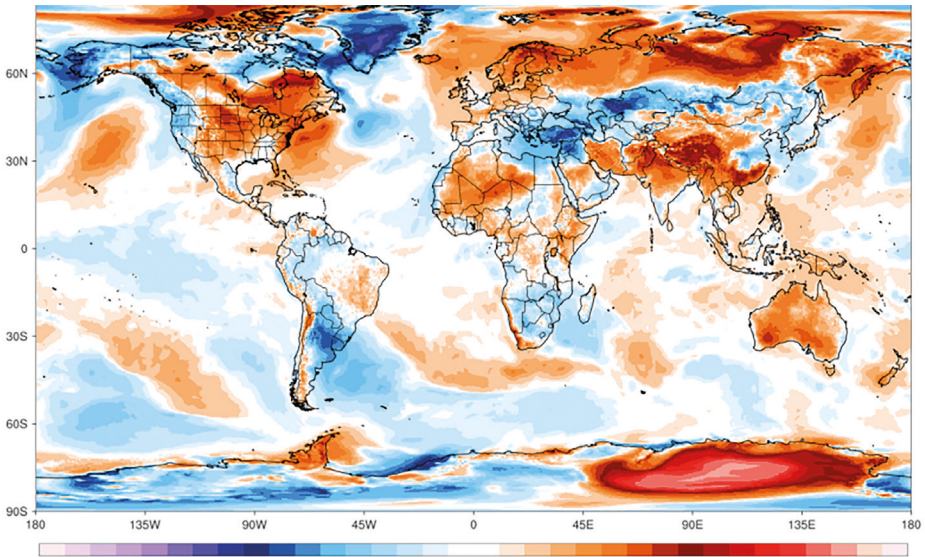


Рис. 16. Аномальна температура в Антарктиді та Арктиці 18.03.2022 р.

МГЕЗК прогнозує, що в найближчі 20 років середньосвітова температура зростатиме в середньому на $0,2^{\circ}\text{C}$ за десятиліття, а до кінця ХХІ ст. може сягнути відміток, на $1,8\text{--}4,6^{\circ}\text{C}$ (іноді прогнозують межі $3\text{--}6^{\circ}\text{C}$) вищих за середні температури в базовий період (1961–1990).

Глобальне потепління є надзвичайно небезпечним процесом, який має свої екологічні й соціальні наслідки. Якщо не вживати заходів для зменшення темпів зростання температури, біосфера й людство опиняться на межі катастрофи. Глобальне потепління змінює кліматичну систему, провокуючи різкі зміни температурних режимів, сили й напрямку вітрів, зростання частоти проявів періодів сильної спеки й посилення посух в одних регіонах та аномально високу кількість катастрофічних атмосферних опадів – в інших, танення багаторічної мерзлоти, гірських льодовиків і арктичного льоду, підвищення рівня Світового океану. До того ж ці зміни будуть різкими, незворотними й виявлятимуться всюди, незалежно від того, хто скільки парникових газів продукує.

«У світі немає жодної країни, яка б не відчувала серйозних наслідків зміни клімату. Обсяги викидів парникових газів продовжують зростати: на сьогодні вони вищі на понад 50% порівняно з 1990 р. Хоча країни Східної Європи й Центральної Азії не продукують значних

викидів парникових газів, цей регіон непропорційно потерпає від наслідків кліматичних змін.

Повені на Західних Балканах зруйнували будинки та призвели до вимушеного переселення тисяч людей. Скорочення льодовиків і зменшення водних ресурсів у Центральній Азії може серйозно вплинути на зрошення й виробництво гідроенергії. Молдова й Південна Україна потерпають від сильних посух, які призводять до значних сільськогосподарських збитків.

Однак люди в усьому світі мобілізують зусилля з метою скорочення викидів парникових газів, порятунку життів і допомоги громадам. Столиця Хорватії взяла зобов'язання стати містом із нульовим рівнем викидів вуглецю до 2050 р. На торфовищах Білорусі здійснюються безпрецедентні заходи для утримання вуглецю в ґрунті. Грузія застосовує складні системи раннього попередження й ефективні методи захисту від повеней.

Глобальне потепління різко змінює людські життя. Діяти потрібно вже зараз».

(Порядок денний у сфері СР до 2030 р.)

Завдання в активіті

- 1. Переглянути відео «Парниковий ефект що це?» (https://www.youtube.com/watch?v=ZiAMx7c_QRM) і відповісти на запитання.*
- 2. Які з тварин у першу чергу потерпатимуть від зростання парникового ефекту?*
- 3. Переглянути відео «Що таке «вуглецевий слід?» та як завдати планеті менше шкоди?» (https://www.youtube.com/watch?v=_8hU5jKeRFE) та поставити дії / продукти в порядку зростання вуглецевого / карбонового сліду.*
- 4. Пройти тест.*
- 5. Перейти за посиланням і зробити самоперевірку.*

Використані джерела

1. Вуглецевий слід. Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Вуглецевий_слід.
2. Глобальне потепління. Вікіпедія. URL: <https://cutt.ly/ЕНрmSX0>.
3. Де все-таки холодніше, на Північному чи Південному полюсі: вчені дали свою відповідь. Фокус. 06.06.2022. URL: <https://cutt.ly/iLjOrzW>.
4. Концентрація CO₂ в атмосфері досягла рекордних позначок. Укрінформ. URL: <https://cutt.ly/tKaQYbN>.
5. Маркуш К. Рівні CO₂ атмосфери у травні 2022 року та чотири мільйони років тому зрівнялися. Nauka.ua. 06.06.2022. URL: <https://cutt.ly/eKaHTCg>.
6. Пагіря О. Клімат творить історію: зміни кліматичних безпосередньо впливають на людську життєдіяльність. Український тиждень. 02.08.2012. URL: <https://tyzhden.ua/History/55868>.
7. Перетворення нашого світу. Порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року. 11.05.2018. URL: <https://cutt.ly/2Ki0Lk7>.
8. Причини та докази / Українська кліматична мережа. URL: <https://cutt.ly/QLVKskN>.
9. Тумакова І. Чи потоне Лондон? Якими будуть наслідки глобального потепління та як їх уникнути – пояснює кліматолог. Hromadske. 22.11.2021. URL: <https://cutt.ly/bHpXC90>.
10. Четвертий Звіт про оцінку МГЕЗК (IPCC). Енциклопедія site: uk.wikisvo.ru. URL: https://uk.wikisvo.ru/wiki/IPCC_Fourth_Assessment_Report.11. Henríquez P. Incredible ola de calor sin precedentes se registra en la Antártica Meteored. 23.03.2022. URL: <https://cutt.ly/ZLjMjV>.

Урок 6. Хвилі тепла. Втрата водності.

Здоров'я населення. Метеозалежність. Адаптація міст

Зміна клімату є результатом антропогенної діяльності, пов'язаної з багаторічними викидами до атмосфери парникових газів у кількостях, що перевищують можливості біосфери з їх нейтралізації. Навіть якщо найближчим часом світ припинить викидати парникові гази, температура підвищуватиметься щонайменше на 0,5°C впродовж наступних 200 років. Причина в тому, що вже накопичений CO₂ в атмосфері продовжить нагрівати планету. Саме тому частота та інтенсивність кліматичних аномалій – повеней, посух, хвиль тепла, смерчів, граду – невинно буде зростати.

Через танення багаторічної мерзлоти в атмосферу вивільняється ще більше вуглецю. Багаторічна мерзлота «законсервувала» 1,8 трин т вуглекислого газу. Це вдвічі більше, ніж міститься в атмосфері.

З кожним роком жителі міст все більше відчувають наслідки зміни клімату – тепловий стрес, стихійні гідрометеорологічні явища, зменшення кількості та погіршення якості питної води, порушення нормального функціонування енергетичних систем.

Одним із найвідчутніших наслідків кліматичної зміни є зростання частоти прояву хвиль тепла й пов'язаних із ними посух та суховіїв.

Хвиля тепла – це атмосферне явище, що проявляється у вигляді аномально спекотної, сухої погоди, триває протягом певного періоду й охоплює значні території.

Погодні умови, що спостерігаються під час хвиль тепла, можуть стати причиною величезної кількості людських жертв. Аномально спекотна погода негативно впливає не лише на людей, а й на тварин та рослини, саме тому хвилі тепла можуть стати причиною суттєвих втрат в сільському господарстві, інших секторах економіки, природних екосистемах.

ВМО рекомендує таке визначення «хвилі тепла»: це період, коли максимальна добова температура повітря 5 або більше послідовних днів перевищує середню максимальну температуру для цього дня за нормальний період (1961–1990) більше ніж на 5°C (рис. 17).

Упродовж останніх 30 років (1991–2020) в Україні середня температура за липень зросла на 1,5°C порівняно з кліматичною нормою 1961–1990 рр. Водночас за останні 10 років місяць був теплішим уже майже на 2°C, при цьому у 2010 та 2012 рр. «аномалії середньої за місяць температури перевищили 4°C».

(За даними В. Балабух, завідділу прикладної метеорології і кліматології УкрГМІ, Укрінформ, <https://cutt.ly/aKsCKsx>)

Хвилі тепла час від часу спостерігаються в різних країнах світу. Частота спекотних днів постійно зростає.

У 2021 р. більше 400 метеостанцій по всьому світу зафіксували найвищі температурні рекорди. Цю інформацію опублікував метеоролог Максиміліано Еррера, який збирає дані про погоду понад 30 років і щорічно публікує список рекордів попереднього року.

У 2021 р. в Африці були найтепліші червень і вересень. В серпні зафіксовано $+48,8^{\circ}\text{C}$ у Сіракузах (Італія) – найвищу температуру, будь-коли зареєстровану в Європі. У липні у Фернас-Крік у Долині Смерті в США було $+54,4^{\circ}\text{C}$ – найвища достовірно зареєстрована температура на Землі.

Метеоролог Скотт Дункан, який збирає дані про погоду у світі, вказав на літні хвилі тепла в Європі (рис. 17), які побили рекорди в низці країн і супроводжувались лісовими пожежами по всьому Середземномор'ю, та липневі повені. Він також звернув увагу на спеку на Алясці в грудні, коли низку рекордів було побито з великим відривом.

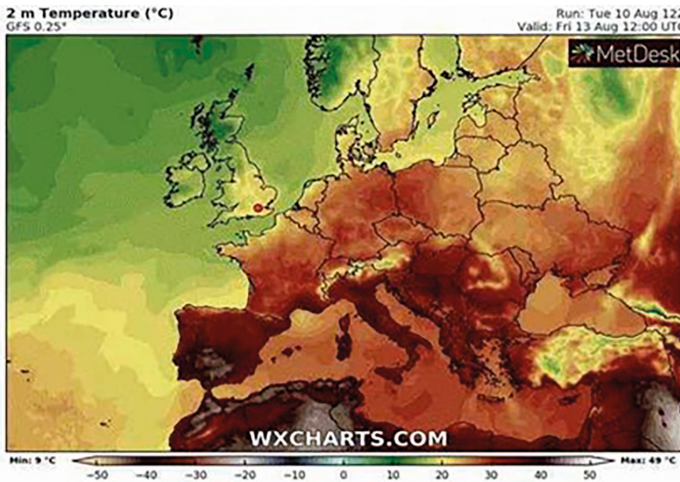


Рис. 17. Карта хвиль тепла у Європі (13.08.2021). Джерело: wxcharts.com

У червні 2021 р. аномальна спека спостерігалася в Британській Колумбії (Канада), однак відчувалась і на території Європи, наприклад – у Лапландії. Аналіз виявив, що недавні рекордно високі температури в США й Канаді були б практично неможливі без зміни клімату. Дослідники також попередили, що при потеплінні на 2°C , яке може бути досягнуте вже в 2040-ві рр., хвилі тепла, що сягають 50°C , можуть виникати кожні 5–10 років.

Дослідники додали, що температури перевищували історично зафіксовані, а статистично – це одна з 1000-річних подій в сучасному кліматі.

Вони також попередили, що наслідки підвищення температури для життя й здоров'я людей мають бути сплановані, адже можуть статися і в Європі.

У Канаді у 2021 р. зареєстровано на 195% більше випадків раптової смерті, ніж зазвичай стається за 5-денний період. Головний коронер провінції Британська Колумбія Ліза Лапойнт пов'язує основну частину смертей з аномальними погодними умовами. Вважається, що спека стала причиною загибелі 65 людей у місті Ванкувер, 34 – у передмісті Бернабі, 38 – у районі Суррей. Літні температури в цій частині Канади практично ніколи не сягали вище 25°C, тому в більшості будинків немає кондиціонерів, що могли б охолодити повітря.

Спека відчувалась і в США. Якщо з 2017 по 2019 р. в окрузі Малтнома (штат Орегон, США) було зафіксовано 12 смертей через перегрівання, то з 25 червня по 4 липня 2021 року від перегріву там померло 64 особи. У штаті Вашингтон аномальна спека призвела до смерті як мінімум 29 людей переважно віком 44–97 років. Багато хто з них страждав від серйозних захворювань. Більшість проживали самі, і в їхній квартирі не було ні кондиціонера, ні вентилятора.

Спека в Канаді та США призвела до сотень смертей, розплавлення ліній електропередачі, пошкодження доріг та лісових пожеж. Так, в одній лише Британській Колумбії сталося 78 займань. Найсумніша доля спіткала невелике поселення Літтон: наступного дня після того, як температура там досягла рекордних 49,6°C, долину охопила лісова пожежа. У результаті більша частина містечка згоріла. В американському штаті Вашингтон термометр показав 47,8°C. Востаннє настільки спекотну погоду там фіксували в 1928 р.

Метеорологи пояснюють, що небувала спека в Північній Америці виникла через високий атмосферний тиск, який не дає змоги гарячому повітрю піднятися вище, що призвело до утворення «теплового купола». Центр антициклону впродовж тижня був розташований над Британською Колумбією, тому там спостерігалися найвищі температури.

Втрата водності річок. Водні конфлікти. Зростання середньорічних температур, поява хвиль тепла спричиняють втрату водних ресурсів. Йдеться не про звичне для розуміння забруднення вод (хоча воно теж є, враховуючи намагання аграріїв отримати в змінених умовах більші врожаї, заради чого вноситься більша кількість добрив), а про втрату текучих вод – як поверхневих, так і підземних, які переходять у газоподібний стан і, відповідно, не можуть бути ні середовищем існування для біоти, ні ресурсом для споживання. Відповідно, утворюються посушливі райони й стаються катастрофічні посухи, а вода, яка випаровувалася, може в іншому місці випасти у вигляді катастрофічних опадів.

У міжнародних відносинах відома низка міжнаціональних конфліктів через обмежені водні ресурси: між країнами Центральної Азії – щодо використання водних ресурсів рік Амудар'я і Сирдар'я; у Південній Азії – між Індією і Бангладеш за право використовувати води річки Ганг, а також між Індією і Пакистаном; на Близькому Сході – між Ізраїлем, Йорданією, Ліваном, Палестиною та Сирією; в Африці – між Ефіопією, Суданом та Єгиптом щодо ріки Ніл; вирішуються проблеми водопостачання з материкової частини Китаю до Спеціального адміністративного району Гонконг.

За інформацією Тихоокеанського інституту (м. Окленд, Каліфорнія, США), що опікується міжнародними проектами з водних ресурсів, у 2010–2013 рр. у світі мали місце понад 40 конфліктів, які виникли з причин, пов'язаних із володінням водними ресурсами: Океанія (1), Азія (6), Латинська Америка (8), Африка (11), Близький Схід (15). Водночас є чимало прикладів успішного вирішення водних конфліктів мирними засобами – шляхом укладення довгострокових міжнародних домовленостей щодо водопостачання.

Вплив на здоров'я населення. За підрахунками Всесвітньої організації охорони здоров'я, у період з 2030 по 2050 р. зміна клімату стане причиною додаткових 250 тис. смертей у світі щорічно, викликаних переважно недостатнім харчуванням, малярією, кишковими інфекціями та прямими негативними впливами екстремально високих температур на організм.

Значимість впливу зміни клімату на здоров'я залежить від рівня адаптивності спільнот до негативних змін у зовнішньому середовищі.

Водночас кількісні та якісні характеристики цих змін значно різняться залежно від місцевості проживання, початкового стану довкілля, рівня медицини, поширення «зелених» технологій та екологічної свідомості громадян.

Рівень чутливості осіб до негативних наслідків зміни клімату багато в чому залежить від індивідуальних особливостей функціонування організму, наявності гострих і хронічних захворювань. Однак найбільш схильними до загострень негативних станів є особи найстарших вікових груп і діти.

Соціально-економічні фактори забезпечення життєдіяльності (характер і сфера зайнятості, ведення здорового способу життя, наявність доступу до якісного харчування та чистої питної води) великою мірою визначають рівень стійкості як окремих людей, так і цілих соціальних груп до негативних наслідків зміни клімату.

Зміна клімату призводить до збільшення кількості днів з екстремально високими температурами. У цьому контексті підвищується віковий профіль смертності. У дітей у віці до одного року перегрів може викликати смерть унаслідок раптової дегідратації організму.

До важливих факторів захворюваності й смертності внаслідок підвищення температури належать формування та збереження сприятливих умов для поширення інфекційних агентів, зокрема тих, які спричиняють гострі кишкові інфекції в людини.

Менш критичним, але вагомим у довгостроковій перспективі є спричинене високими температурами збільшення втомлюваності, стресового навантаження та, як наслідок, кількості психічних захворювань у населення, послаблення опірності інфекційним захворюванням.

Підвищення середньої температури повітря призводить до подовження періоду цвітіння, коли в повітрі у значній кількості наявний квітковий пилок рослин-алергенів, що негативно впливає на якість життя алергіків та астматиків. Унаслідок цього збільшуються періоди непрацездатності в людей, які страждають на алергію, падає якість навчання, адже діти схильні до алергій більше за дорослих. Крім того, для людей із хронічною астмою та алергіків посилюється ризик виникнення або ускладнення го-

стрих респіраторних станів, що є значним фактором передчасної смертності в країнах із низькими доходами.

Зміна клімату зумовлює підвищення концентрації приземного озону – компонента міського смогу, що може швидко розноситися повітряними потоками на відстань до 1000 км. Ця речовина провокує виникнення астми, проявів алергії, викликає емфізему легень та загальне зниження імунітету.

Зміна клімату є одним із ключових факторів посилення посухи – головної причини виникнення природних пожеж. Збільшення кількості природних пожеж так само негативно позначається на якості повітря й, відповідно, на здоров'ї населення, особливо осіб із зазначених груп ризику.

Останніми роками і в науковій літературі, і в практичній політиці вкорінилося усвідомлення зв'язку між зміною клімату, ширшими екологічними проблемами та міграцією.

Метеозалежність. У повідомленнях прогнозу погоди нас інформують про медико-метеорологічну ситуацію на прийдешній день, адже багато людей, особливо літнього віку, реагують на зміну метеорологічних умов.

Так звана метеозалежність проявляється головним болем, зниженням працездатності, погіршенням настрою, порушенням сну, апетиту, іноді болем у серці, суглобах, спині. Розрізняють погоду трьох медико-метеорологічних типів: сприятливу, відносно сприятливу, несприятливу.

Адаптація міст. Адаптація до зміни клімату – це пристосування до фактичних або очікуваних кліматичних впливів чи їхніх наслідків. Щоб адаптувати міста до зміни клімату, можна створити більшу кількість «зелених» зон, впровадити системи попередження про надзвичайні ситуації, покращити каналізаційні системи й ще багато іншого.

Шляхи адаптації є дуже різними й залежать від місцевих умов. Наприклад, у Лондоні Олімпійський парк імені королеви Єлизавети має інтегроване сховище для води. За час існування його вже 9 разів тимчасово затоплювали, захищаючи цим навколишні будинки від повеней.

Країни та міста, які почнуть адаптуватися вже зараз, отримають не тільки краще середовище для життя, а й економічні вигоди. Пораховано,

якщо світ у найближче десятиліття витратить 1,8 трлн доларів США на заходи з адаптації до зміни клімату, то в результаті заощадить приблизно 7,1 трлн доларів США на ліквідацію наслідків природних катастроф.

Високі температури й вологість особливо виснажують людський організм. Робота організму уповільнюється, зменшується випаровування поту, послаблюється охолодження організму. Ще складніше переносити тривалі хвили тепла, коли температура вночі не опускається нижче 25–30°C, а частота таких особливо гарячих днів повільно зростає.

Знизити температуру в містах допомагають програми з адаптації міських дахів: фарбування (відео «Нью-Йорк: охолодження дахів допомагає у боротьбі зі зміною клімату», <https://cutt.ly/HLFGFTth>) (рис. 18) і створення «зелених» зон.



Рис. 18. Пофарбований дах будинку

Дерева можна висаджувати навіть на дахах будинків. Вони не тільки охолоджують та зволожують повітря, а й покращують його якість, затримуючи пил та вуглецеві сполуки, збільшують енергоефективність будівлі, забезпечуючи високу термоізоляцію. Ще й виглядають вони неймовірно естетично (рис. 19).

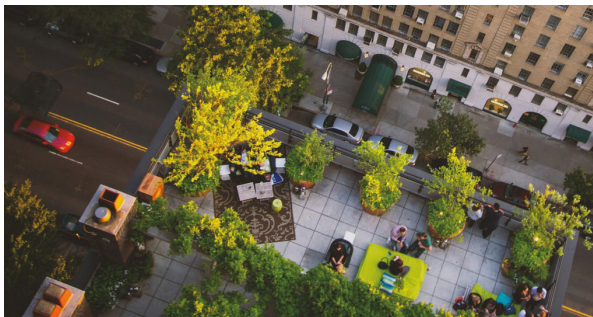


Рис. 19. Сад на даху будинку. Джерело: «Pixabay»

Згідно з дослідженням «Адаптація до зміни клімату: зелені зони міст на варті прохолоди», проведеним у Києві командою ГО УЕК «Зелена хвиля», існує чітка залежність між приземною температурою житлових масивів та густиною зелених насаджень.

Так, найбільше прогріваються житлові масиви на Троєщині та Позняках, де середня літня температура поверхні асфальту сягає 35–37°C. У цих мікрорайонах найнижчий рівень озеленення – менше 10%. Найпрохолодніше в Голосіївському районі, Святошині, на Борщагівці та Сирці, де температура поверхні не перевищує 33°C, а рівень озеленення становить 20–40%.

У Данії у 2010 р. держава вирішила, що новобудови та модернізовані будинки з плоскими дахами мають ставати «зеленими». Так, в одному лише Копенгагені нараховується понад 40 таких об'єктів (рис. 20).



Рис. 20. Дах будинку в Копенгагені. Джерело: blueberriesconsulting.com

Ще одним важливим елементом для зменшення спеки в містах є вода. Випаровуючись, вона поглинає тепло, і середовище охолоджується. У Києві, наприклад, встановлюють дерев'яні рамки, які розпилюють воду (рис. 21). Озера, канали та фонтани також допомагають справлятися зі спекою. Для зручності жителів Ванкувера (Канада), наприклад, створили інтерактивні карти прохолодних зон (парків, скверів, озер) та питних фонтанчиків (рис. 22).

У серпні 2003 р. під час однієї з найпотужніших у Європі хвиль тепла у Франції через спеку загинуло 14 тис. людей. Після цього влада почала впроваджувати систему оповіщення про спеку в 14 пілотних містах. Так,



Рис. 21. Рамка з водою

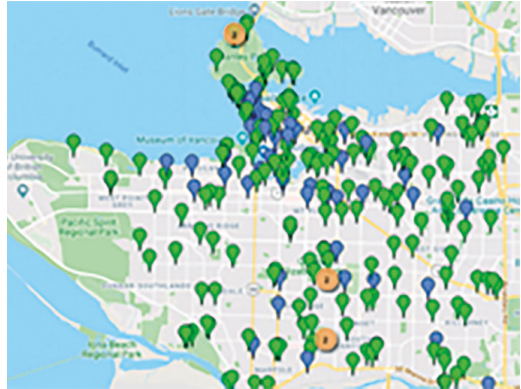


Рис. 22. Розташування фонтанчиків

було складено план дій на випадок спеки, який допомагає метеослужбі та владі співпрацювати, щоб вчасно повідомляти про небезпеку й залучати до роботи лікарні, медіа, громадян.

У зв'язку з втратами водності річок забезпечення цим ресурсом міст є чи не найактуальнішою проблемою.

Комплекс заходів із вирішення проблеми водопостачання Сінгапуру (рис. 23–24) зводиться до такого:

- *проведення переговорів із найближчим материковим сусідом (для Сінгапуру це малайзійський штат Джохор) щодо укладення угоди з визначенням оптимальної ціни на воду;*



Рис. 23–24. Тент допомагає сховатись від екстремальних тропічних погодних умов, а хвилеподібна форма підтримує природну вентиляцію та збереження дощової води для поливу рослин. Сонячні батареї та трубки постачають у комплекс енергію та гарячу воду

- будівництво нових великих резервуарів для зберігання води, зокрема, для збирання дощової води;
- створення нових потужностей для опріснення морської води;
- створення очисних потужностей для повторного використання води з рідких відходів;
- укладення угод на купівлю води з іншими, далекими, сусідами (для Сінгапуру це Індонезія) щодо будівництва водопроводів по дну моря (Малаккської протоки) або постачання морськими танкерами.

Завдання в активіті

1. Які заходи з адаптації до зміни клімату були застосовані в європейських містах?
2. Відновити текст.
3. Виконати вправу «Шифрувальник».
4. Опрацювати діаграму й відповідати на запитання.
5. Розв'язати задачу.

Використані джерела

1. Барзиловська М. Причина аномальної спеки в Канаді – «тепловий купол». Bird In Flight. 06.07.2021. URL: <https://cutt.ly/bHnvIPT>.
2. Борьба с изменением климата. Все самое интересное об Организации Объединенных Наций. URL: <https://www.un.org/ru/aboutun/booklet/climate.shtml>.
3. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації : аналіт. доповідь / за ред. С. П. Іванюти. Київ : НІСД, 2020. URL: <https://cutt.ly/jFJI1HJ>.
4. Лоссовський І. Є. Міжнародний досвід розв'язання «водних конфліктів» в контексті визначення стратегії водозабезпечення Криму. Зовнішня торгівля: економіка, фінанси, право. 2014. № 3 (74). С. 80–90. URL: <https://cutt.ly/MF3JX5O>.
5. Сентілінгем М. Сінгапур: бетонні джунглі чи найзеленіше місто на Землі. КліматІнфо. 05.13.2016. URL: <https://cutt.ly/wFJРуст>.
6. Хвиля тепла в США і Канаді практично неможлива без зміни клімату. Meteorprog.ua. 09.07.2021. URL: <https://cutt.ly/YNInvtmU>.
7. Через аномальну спеку в Канаді загинуло понад 100 людей. LB.ua. 30.06.2021. URL: <https://cutt.ly/mHnvb1F>.

8. Чому до наслідків зміни клімату потрібно готуватися вже зараз? Екодія. 07.08.2020. URL: <https://ecoaction.org.ua/zmina-klimatu-zaraz.html>.
9. Шевченко О., Сніжко С., Свінцицька Г. Хвилі тепла в центральних областях України за умов сучасної зміни клімату. Вісник КНУ ім. Т. Шевченка. Військово-спеціальні науки. 2018. № 2 (39). С. 45–47. URL: <https://cutt.ly/DOzUXal>.

Урок 7. Стихійні атмосферні явища. Катаклізми

Розуміння причин зміни клімату надзвичайно важливе для визначення перспектив розвитку біосфери. Достовірно встановлено, що середня температура атмосфери зростає в усіх регіонах світу. Внаслідок цього в атмосфері відбувається перебудова процесів перенесення тепла й вологи на всіх континентах, що супроводжується різким почастишенням природних катаклізмів: посух і повеней, тайфунів і смерчів, градобоїв, зсувів тощо.

Катаклізм (або стихійне лихо) – це надзвичайне природне явище, що діє з великою руйнівною силою, завдає значної шкоди місцевості, в якій відбувається, порушує нормальну життєдіяльність населення, знищує матеріальні цінності й ландшафти.

Характерними ознаками стихійного лиха є непередбачуваність і неможливість своєчасно попередити. Його оцінюють за кількістю жертв і рівнем руйнувань, у ненаселених місцях – за ступенем руйнації природного середовища: рельєфу, рослинності, тваринного світу, а також за площею охоплення. Стихійне лихо може тривати від кількох секунд до кількох місяців.

Природні катаклізми можуть мати за причину закономірні природні процеси, а можуть бути результатом негативного антропогенного впливу на розвиток природних процесів (наприклад, лісові та торф'яні пожежі; виробничі вибухи в гірській місцевості, при будівництві гребель, закладці (розробці) кар'єрів, що призводять до зсувів, сніжних лавин, обвалів льодовиків та ін.). Вони можуть виникати як незалежно один від одного, так і бути наслідками один одного.

Іноді кліматичні катаклізми розглядають як випадковість, але в більшості випадків – це результат природних процесів під значним впливом діяльності людини. Однак стихійні лиха виникають не лише з кліматич-

них, а й з інших причин – тектонічних, астрономічних, геологічних, соціальних і, врешті-решт, техногенних.

Стихійні кліматичні лиха – свого роду бумеранг, який вертає природа за надмірне втручання в неї. В нейтралізацію їхніх наслідків вкладаються значні кошти.

За даними ЕЕА, сукупні економічні збитки для 32 країн – членів Європейської економічної зони від екстремальних погодних та кліматичних катаклізмів у період із 1980 до 2020 р. склали від 450 млрд до 520 млрд євро, при цьому від чверті до третини збитків було застраховано.

ЕЕА проводило розрахунки на основі інформації з двох незалежних баз даних: CATDAT від аналітичного центру «Risklayer» та «NatCatService» від перестраховальної компанії «Munich Re».

Природні катаклізми розділили на три групи: метеорологічні (шторми та ін.), гідрологічні (повені та ін.) та кліматичні (періоди сильної спеки та холодів, посухи тощо). Згідно з дослідженням, метеорологічні та гідрологічні явища відповідальні за 34–44% економічної шкоди, а явища, пов'язані зі зміною клімату, – за 22–24%.

У першій трійці країн за обсягом економічної шкоди перебувають Німеччина (107,6 млрд євро), Франція (99 млрд євро) та Італія (90 млрд євро).

За даними на основі CATDAT, найбільший обсяг застрахованої шкоди зафіксовано в Данії, Нідерландах та Норвегії (від 48 до 56%), найменший – у Хорватії, Литві та Румунії (від 0,5 до 1,5%). Детальніше дивіться у відео «У Норвегії через зсув ґрунту частину селища змило в море» (<https://cutt.ly/yLGsMbd>).

Аналітики також зазначили, що природні катаклізми призвели до смерті від 85 тис. до 145 тис. європейців у період з 1980 до 2020 р.

Суттєвим чинником виникнення катастрофічних гідрометеорологічних явищ виступають змінені людиною природні кліматичні процеси. Так, із підняттям температури атмосфери повітря здатне утримувати більше вологи. Тож опади внаслідок кліматичних змін можуть містити

набагато більше води, ніж зазвичай. Тенденція до термодинамічних змін, тобто потепління атмосфери, та, як наслідок, її підвищена здатність вбирати в себе вологу не викликають сумнівів у наукових колах. Крім того, іноді неможливо спрогнозувати, де саме випадуть опади.

«З підвищенням температури на 1°C повітря може вбирати приблизно на 7% більше вологи. Це призводить у довгостроковій перспективі до більших об'ємів опадів, особливо під час злив».

(С. Зіппель, Швейцарська вища технічна школа, Цюрих, Швейцарія)

Є ще один аспект, що частково пояснює екстремальні погодні умови на кшталт катастрофічних повеней у Німеччині (відео «Повені в Західній Європі», <https://www.youtube.com/watch?v=Z2ngjAaTufE>) та сусідніх країнах або надзвичайної спеки на західному узбережжі США та Канади. Щодо нього серед науковців немає єдиної думки, але експерти вважають це пояснення дуже ймовірним.

Ідеться про стабільні повітряні потоки, які загалом сприяють тому, що циклони та антициклони в наших помірних широтах не затримуються на одному місці й постійно рухаються далі. Дослідники клімату вважають, що висотна струменева течія – повітряна течія на висоті приблизно 9 км у ділянці полярного фронту – змінилась і нині є не постійною, а хвилеподібною. Ці «хвилі» десь зупиняються й можуть залежно від місця викликати екстремальну спеку чи опади. Іншими словами, внаслідок зростання температури різниця між тропічними й приполярними широтами стає менш відчутною, ніж раніше. Відповідно, падає стабільність струменевих повітряних течій в полярних районах, а також слабшають вітри, які забезпечували рух циклонів. Циклони зависають на певних територіях і віддають на них усю вологу, яку несуть. Власне, це і є катастрофічні опади.

Метеорологічно небезпечні явища та їхня стихійність. Загальна кількість катастроф із 1970-х рр. й до останнього десятиліття зросла в п'ять разів. ООН пояснює це зміною клімату та кращим моніторингом природних явищ. За даними цієї організації, впродовж останніх 20 років стихійні лиха забрали життя більше 3 млн осіб, майже 1 млрд жителів нашої планети зазнали збитків від них.

В Україні впродовж 2011–2020 рр. зафіксовано приблизно 240 випадків небезпечних метеорологічних процесів і явищ зі значними матеріальними збитками.

Небезпечні атмосферні (метеорологічні) явища, що мають місце в Україні:

- сильні зливи (Карпатські та Кримські гори);
- град (на всій території України);
- сильна спека (степова зона);
- суховії, посухи (степова зона та схід лісостепової);
- урагани, шквали, смерчі (більша частина території);
- пилові бурі (південний схід степової зони);
- сильні тумани (південний схід степової зони);
- сильні заметілі (південний схід степової зони);
- снігові заноси (Карпати);
- значні ожеледі (степова зона);
- сильний мороз (північ Полісся та схід лісостепової зони).

Завдання. Розглянути інфографіку «Хроніка українських негод, спричинених зміною клімату» [8]. Визначити, до яких рівнів небезпеки зараховують явища, подані на зображенні. Зробити висновок щодо небезпечності атмосферних явищ, спричинених зміною клімату (завдання 1, урок 7).

Небезпечні погодні явища часто виникають досить несподівано, проявляються як стихійні й завдають значних збитків населенню та господарству. Здебільшого вони пов'язані з особливостями атмосферної циркуляції, іноді на них впливає рельєф місцевості. До небезпечних явищ, які часто бувають на території України, належать зливи, густі тумани, сильні вітри, спека, хуртовини, снігопади, заморозки. Дещо рідше трапляються пилові бурі, суховії, смерчі, ожеледь.

Зливи. Це короткочасні інтенсивні дощі, під час яких інколи випадає понад місячну норму опадів для певної місцевості. Потужні зливові струмені й потоки завдають значної шкоди господарству, руйнуючи дороги

та фундаменти будівель, розмиваючи схили ярів. У горах вони більш тривалі й можуть спричиняти катастрофічні паводки на річках. Нерідко зливи супроводжуються грозою, градом, сильним вітром. Системи відводу води часто не готові до такої кількості опадів, а вулиці асфальтовані, тому земля не може швидко поглинути всю воду.

Унаслідок катастрофічних паводків, викликаних циклоном «Бернд» на заході Німеччини влітку 2021 р., загинуло понад 130 людей. Водні потоки, що утворилися після тривалих злив, зривали на своєму шляху будинки, мости й дороги. Більшість людей довго оговтувалася від шоку, зокрема й через те, що повені подібного масштабу в Німеччині раніше траплялися раз на кілька десятків років. Утім метеорологи застерігають, що екстремальні погодні явища в помірних широтах частішатимуть через зміну клімату.

«Екстремальні дощі випадатимуть тим частіше, чим теплішою ставатиме планета», – вважає Андреас Фінк (Andreas Fink) з Інституту метеорології та досліджень у Карлсруе (Німеччина).

Циклон «Бернд», який призвів до сильних злив і, як наслідок, повеней у Німеччині та сусідніх країнах, на якийсь час просто зупинився над цією територією й не рухався далі.

Адаптація. Як уберегти місто від затоплення? Необхідна ефективна каналізаційна система, яка даватиме змогу відводити великі обсяги води за відносно короткий час. Важливо оновлювати, а за потреби й розширювати зливну міську каналізаційну систему, щоб вода не застоювалась на дорогах і не затоплювала метро чи будинки, а також контролювати регулярність очищення та технічного обслуговування каналізації.

Асфальтове покриття навколо будинків або на «зелених» парковках має пропускати воду, щоб вона не залишалась на ньому, а просочувалась у ґрунт. Гарним прикладом такого покриття є бруківка, що виглядає як решітка, крізь яку росте трава (рис. 25). Вона дає змогу зменшити нагрівання території та забезпечує вбирання води в ґрунт.

Рослини рятують не тільки від спеки, а й при зливах. Зокрема, їх використовують у дощових садах. Це елемент ландшафту, призначений для тимчасового утримання опадів, що стікають із дахів або доріг. Умовно це



Рис. 25. «Зелена» парковка. Джерело: designingresilience.ph

невеликий сад із рослин, посаджених у западині, за рахунок якого опади потрапляють у землю, а не залишаються на дорогах.

Масштабнішим і складнішим рішенням є створення підземних резервуарів або резервуарів на дахах будинків для збирання дощової води (приклад – місто Сінгапур).

Щоб міста були готові до нових умов, необхідно досліджувати, як саме зміна клімату буде проявлятися в конкретному місті, й на основі цього створювати та реалізовувати плани з адаптації. Держава має сприяти цьому, розробивши національну й галузеві стратегії та плани з адаптації до зміни клімату.

Гроза. Це атмосферне явище, що супроводжується електричними розрядами і зливовими опадами.

Правила поведінки під час грози. Не можна ховатися під одиноке дерево, притулятися до стіни високого будинку без громовідводу. Якщо ви опинилися в полі й не маєте, де сховатися, просто пригніться й перечекайте. Зазвичай гроза триває недовго – до 30 хв. Потрібно триматися чимдалі від води – річок і ставків. Дуже ризикують сміливці, які думають обдурити дощ, заховавшись у воді. Відомо чимало випадків, коли тих, хто купався під час грози, вразила блискавка.

Рекорди України. *Найбільшу кількість гроз у нашій країні фіксують в Українських Карпатах. Рекордним був 1951 р., протягом якого було зареєстровано 64 дні з грозою.*

Град. Це швидкоплинні опади у твердому стані. У більшості випадків їх тривалість не перевищує 5 хв, проте й за такий короткий час град завдає значних збитків, пошкоджуючи посіви та плодові дерева.

Рекорди України. *Здебільшого випадає дрібний град. Проте окремі градини можуть досягати розмірів від грецького горіха до курячого яйця. Рекордно великою в Україні була градина вагою 500 г, а у світі – 7 кг!*

Сильні вітри. Сильними вважають вітри, що дмуть зі швидкістю понад 10 м/с. Особливо небезпечні штормові (понад 20 м/с) та ураганні (понад 30 м/с) вітри, які пошкоджують будівлі, ламають дерева, валять опори ліній зв'язку. В Українських Карпатах сильні вітри спричиняють вітровали, вивертаючи дерева з корінням.

Рекорди України. *Найбільшу швидкість вітру в Україні було зафіксовано в грудні 1947 р. в Кримських горах на Ай-Петрінській яйлі – 180 км/год (50 м/с), у світі – 371 км/год у США.*

Ураган. У міфології цивілізації майя був бог вітру, вогню й блискавки Хуракана, який викликав Великий потоп. Його зображали з однією ногою у формі змії. Існує припущення, що слово «ураган» походить від імені цього божества.

Найбільш смертоносним за всю історію спостережень був Великий ураган (1780). Величезних збитків завдав ураган «Катріна» (2005). У 2017 р. в районі Карибського моря та Північної Америки сталися три потужні урагани: «Катя», «Ірма» і «Хосе». У 2018 р. з Атлантики в Північну Америку прийшов ураган «Флоренс».

Смерчі. У грозових хмарах можуть виникати смерчі, які вертикальним вихором повітря поширюються до поверхні землі. Вони мають вигляд стовпа діаметром від кількох десятків до сотень метрів з лійкоподібним розширенням угорі. Повітря у вихорі обертається з величезною швидкістю (до 200 м/с), піднімаючи із землі пил, воду. На території України смерчі бувають влітку в дуже прогрітих повітряних масах. Так само, як і сильні вітри, вони залишають по собі руйнівний слід у декілька десятків кілометрів. Однак смерчі трапляються рідше, ніж сильні вітри, і мають значно менше територіальне охоплення.

Спеки. Останніми роками у зв'язку з потеплінням клімату почастишали спеки – бездощові періоди з високими середньодобовими температурами повітря. Вони бувають переважно наприкінці весни й улітку. Спекотна погода призводить до самозаймання й горіння торфовищ,

сприяє лісовим пожежам та масовому вигоранню сухої рослинності в степу.

Посухи. Тривалі бездощові періоди та низька вологість повітря й ґрунту призводять до посух, унаслідок яких різко знижуються або повністю гинуть врожаї сільськогосподарських культур. Великі посухи, що охоплюють більше половини території України, бувають раз на 10 років, менші – значно частіше. Переважно вони трапляються на півдні та сході України.

***Рекорди України.** Найдовші бездощові періоди в Україні, що тривали 115 днів (майже 4 місяці!), були в 1934 р. в Полтавській та у 1948 р. в Херсонській областях.*

Суховії. Це гарячі сухі вітри, що мають швидкість понад 5 м/с. Вони виникають влітку, віють переважно зі сходу й південного сходу впродовж 1–10 днів, забираючи рештки вологи з висушеного ґрунту. Суховії зриваються в посушливу погоду за підвищеної швидкості вітру, який здуває пил і пісок із земної поверхні й переносить їх на великі відстані. Вони можуть тривати від кількох десятків хвилин до кількох діб, сильно погіршуючи умови проживання людей, завдаючи значних збитків сільському господарству, роботі транспорту.

Регіони поширення суховіїв – південь та схід України.

Чорна (пилова) буря. Наприкінці квітня 1928 р. газети повідомляли, що над степами Придніпров'я «бушує піщаний шторм небуvaloї сили. Дніпропетровськ буквально засипаний піском. Установи вдень працюють при електричному світлі». Приблизно 15 млн. т сухого чорнозему було піднято в повітря в степу й лісостепу та розсіяно на площі в 500 тис. км², у тому числі на територіях сусідніх держав – Польщі та Румунії.

Тумани. Вони бувають на всій території України, найчастіше – в холодний період року та можуть триматися впродовж кількох десятків днів. Найбільше їх спостерігається в гірських районах, на півночі та заході країни. Особливо небезпечні сильні тумани для транспорту, коли видимість знижується до 50 м.

Негативний вплив туманів на діяльність людини й стан навколишнього природного середовища відображається в тому, що:

- затримуються та скасовуються авіарейси;

- ускладнюється робота залізничного, річково-морського транспорту;
- зупиняється рух на автострадах;
- збільшується забрудненість у містах унаслідок накопичення в повітрі продуктів промислових викидів;
- посилюються процеси корозії, гниття тощо на наземних предметах у зв'язку з осіданням на них крапель туману.

Хуртовини. Це перенесення снігу над землею поверхнею вітром. Погіршуючи видимість і намітаючи кучугури снігу, хуртовини створюють труднощі для різних видів транспорту.

Циклональна погода взимку супроводжується також сильними снігопадами, налипанням мокрого снігу на лініях зв'язку, що призводить до їх обривів.

У гірських районах унаслідок інтенсивних снігопадів чи активного тання снігу під час зимових відлиг і навесні сходять снігові лавини. Вони дуже небезпечні для місцевих мешканців і любителів гірського зимового туризму та відпочинку.

Рекорди України. Найбільша кількість днів із хуртовинами в Україні – 71 день протягом зими 1906–1907 рр. – зареєстрована на горі Ай-Петрі в Криму.

Ожеледі та ожеледиці. Ожеледь – це утворення льодяної кірки на поверхні землі та різних предметах унаслідок замерзання переохолоджених крапель дощу, мряки або туману. Ожеледиця – це утворення такої кірки на поверхні землі та дорогах унаслідок похолодання, що настає після відлиги. Ці атмосферні явища небезпечні для руху людей і транспорту, завдають великої шкоди посівам озимих культур.

Заморозки. Вони полягають у зниженні температури повітря або ґрунту до 0°C й нижче. Часто бувають навесні й восени, завдаючи шкоди садам і теплолюбним культурам.

Зсув ґрунту. Це геологічне явище, проте причини виникнення зсувів наряду із землетрусами, вивітрюванням та діяльністю людини (згідно з міжнародною статистикою – до 80%) можуть бути й інші: підземні та поверхневі води, атмосферні опади.

Обвал (льодовика). Серед причин цього геологічного явища – підмив водою або розчинення льоду.

Упродовж 2019–2022 рр. збільшилася кількість повідомлень про обвали льодовиків (Італія, Ісландія) з численними людськими жертвами внаслідок глобального потепління як чинника зміни клімату. У липні 2022 р. обвали льодовиків сталися в Італії² та на Іссик-Кулі³.

Завдання в активіті

1. *Опрацювати завдання «Атмосферні та інші природні явища» на платформі learningapps.org.*
2. *Розглянути інфографіку й відповісти на запитання.*
3. *Ознайомитись із переліком небезпечних атмосферних (метеорологічних) явищ і зробити позначки.*
4. *Переглянути відео «Як утворюється туман» (<https://www.youtube.com/watch?v=TLIIIdZm7DP0>) та опрацювати його.*
5. *Переглянути відео «Який зв'язок між потеплінням в Арктиці і катаклізмами в Україні» (URL: <https://cutt.ly/kLKR09G>) і відповісти на запитання.*

Використані джерела

1. Бляйкер К. Катастрофічні повені та спека: до чого тут глобальне потепління та Місяць. DW. 17.07.2021. URL: <https://cutt.ly/qHnQxOB>.
2. Губарева В. Повінь в Європі у 2021 і пустеля на південному сході України у 2070: у чому зв'язок? Рубрика. 31.08.2021. URL: <https://cutt.ly/ZLVJqGq>.
3. Думанська М. ООН: Понад 2 мільйони людей загинули через погодні катастрофи за 50 років. DW. 01.09.2021. URL: <https://cutt.ly/QFJH0J3>.
4. Захист клімату як право людини: історичне судове рішення у Німеччині (29.11.2021) : відео. DW. 29.11.2021. URL: <https://cutt.ly/iU75UNk>.
5. Інтегрована інформаційна система про стихійні метеорологічні явища та процеси,

² Glacier collapse: Deadly avalanche linked to climate change, says Italy PM Draghi. Euronews. URL: <https://cutt.ly/xLHG2Nm>.

³ Природная катастрофа на Иссик-Куле: На перевале Джууку обрушился ледник. АКИpress. 10.07.2022. URL: <https://cutt.ly/aLH3nIm>.

- що їх зумовлюють / В. О. Балабух, С. М. Ягодинець, О. М. Лавриненко та ін. URL: <https://cutt.ly/8FJJxDB>.
6. Метеорологічні небезпечні явища / Igor Melika. URL: <https://cutt.ly/KFJHKUH>.
 7. Небезпечні атмосферні явища. Фізична географія України: підруч. для 8 кл. загальноосвіт. навч. закл. України / І. Л. Дітчук, О. В. Заставецька, І. В. Брущенко. Запоріжжя : Прем'єр, 2008. URL: <https://geomap.com.ua/uk-g8/874.html>.
 8. Ой, лишенько! Хроніка українських негод, спричинених зміною клімату / Екодія. 10.08.2020. URL: <https://cutt.ly/iF3ZNSN>.
 9. Природні катаклізми коштували економіці Європи близько €0,5 трлн за останні 40 років. Інтерфакс-Україна. 03.02.2022. URL: <https://cutt.ly/8Lj4ota>.
 10. Рятувальники показали, як Україна й світ потерпають від погодних катаклізмів. Укрінформ. 26.07.2021. URL: <https://cutt.ly/9KduoaA>.

Урок 8. Танення полярного льоду, багаторічної мерзлоти та льодовиків. Підняття рівня Світового океану

Актуалізація. Перегляньте відео [7] і дайте відповіді на запитання (завдання 5, урок 7):

1. Який зв'язок ви знаходите між темою попереднього уроку й цим відео?
2. Чи погоджуєтеся ви з таким висловлюванням: «Чотири із п'яти природних катаклізмів у всьому світі були спричинені екстремальною погодою та наслідками кліматичної кризи протягом останніх десяти років»?
3. Яким чином це стосується теми сьогоденного уроку?

Танення полярного льоду

Зростання середньорічної температури відбувається по всьому світу, однак найшвидше глобальні середньорічні температури підвищуються в приполярних районах – Арктиці та Антарктиці. Відповідно, відчутне потепління провокує танення приполярних льодів, що вкривають Гренландію, Північний Льодовитий океан та Антарктиду.

Вивільнена вода змінює фізичні й хімічні показники Світового океану та піднімає його рівень. Це, відповідно, не може не відобразитись на житті на узбережжях, де сконцентрована більшість населення світу.

Існує думка, що рівень Світового океану не піднімається, оскільки на айсберги, які тануть, діє закон Архімеда: вони витісняють стільки ж води, скільки й вивільняють, тож рівень Світового океану не може підвищуватись або підвищується з інших, наприклад, тектонічних причин. Однак приполярні льоди, які тануть, здебільшого розташовані на суходолі – в Гренландії та Антарктиді, тому не мають стосунку до океану і, відповідно, вивільняють у нього мільярди тонн «незапланованої» води. Саме ця вода й підвищує його рівень.

Гренландський льодовиковий щит має площу 1,8 млн км² (рис. 26) і є другим у світі за розміром після Антарктичного. Зменшення площі гренландських льодів через танення почалося в 1990 р. та пришвидшилося з 2000-го (завдання 1, урок 8). Рекордні обсяги танення льоду було зареєстровано в Гренландії у 2019 р.

Через надзвичайно тепле літо 2020 р. гренландський льодовик продовжив стрімке танення, тому в Гренландії щодня зникало приблизно 8 млрд. т льоду – це вдвічі більше, ніж зазвичай у літній час.

За даними Данської метеорологічної служби, у грудні 2021 р. на півночі Гренландії тримається температура вище +13°C, що більше ніж утричі перевищує середню температуру для цієї пори року, яка становить –5,3°C.

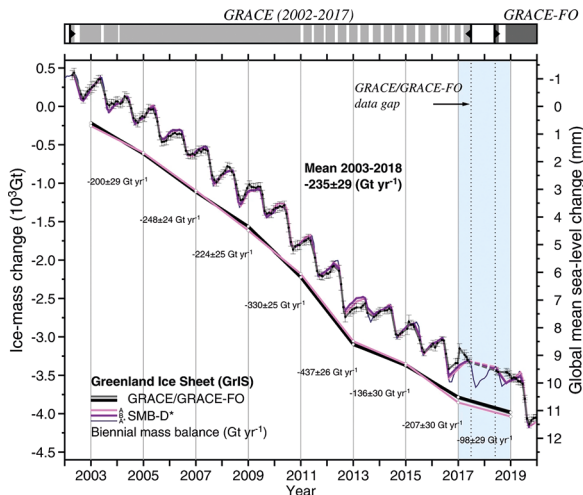


Рис. 26. Площа Гренландського льодовика впродовж 2002–2020 рр.

За останні 30 років (1990–2020) роль Гренландії у підйомі рівня Світового океану значно зросла через збільшення втрат льоду. У VI Звіті МГЕЗК про зміну клімату вказано, що Гренландія втрачає лід у 7 разів швидше, ніж у 1990-ті рр. (рис. 27). Проаналізувавши дані супутників і кліматичні моделі, автори звіту дійшли висновку, що ця втрата еквівалентна додаванню 1,5 мм до глобального середнього рівня моря й становить приблизно 40% середнього підвищення за один рік.

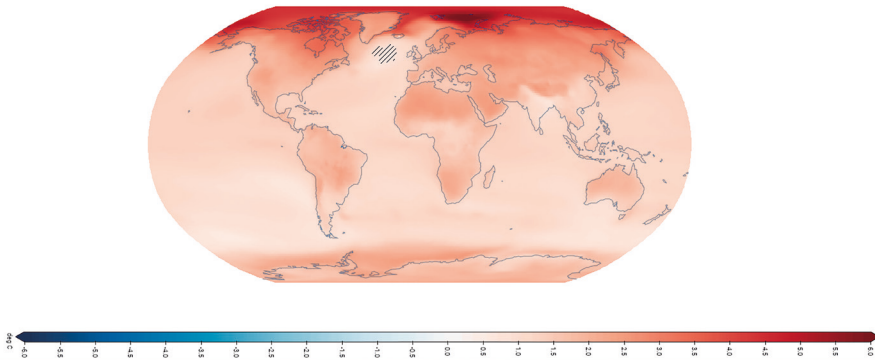


Рис. 27. Інтерфейс сторінки сайту VI Звіту МГЕЗК з інтерактивним атласом.

Використовуючи найсучасніший лазерний інструмент для спостереження за Землею, вчені NASA здійснили детальні вимірювання того, як змінилася висота льодовиків Гренландії та Антарктики за останні 16 років. Вони виявили, що чиста втрата льоду з Антарктиди разом зі зменшенням льодовикового покриву Гренландії є причиною підвищення рівня моря на 14 мм між 2003–2019 рр. (Джерело: NASA)

«Це означає, що ми повинні підготуватися до того, що лише за рахунок танення льоду Гренландії до 2100 р. глобальний рівень моря зросте приблизно на 10 см», – зазначено у звіті.

Величезні маси прісної води, які надходять до північної акваторії Атлантичного океану в результаті танення гренландського льоду, змінюють температуру й густину океанської води та відчутно впливають на Гольфстрім. Ця течія унаслідок певного охолодження починає впливати на теплові баланси клімату Північної Європи, напрямок переважних вітрів та катастрофічність опадів. Усе це не може не позначатись на

господарстві й соціальних аспектах життя всього Європейського континенту.

Актуалізація. Проаналізуйте інформацію даних інтерактивного атласу, створеного науковцями та експертами VI Звіту МГЕЗК (завдання 2, урок 8), і дайте відповіді на запитання:

1. У якому регіоні зафіксовано найбільше зростання температур?
2. До яких наслідків це може призвести?

Танення криги в Арктиці – ще один наслідок глобального потепління. За даними VI Звіту МГЕЗК, підвищення рівня океану нині найбільше за останні 3000 років, а площа льодів Арктики – найменша за 1000 років (рис. 28).



Рис. 28. Сторінка сайту VI Звіту МГЕЗК з інфографікою

Морські льоди захищають нас від потепління, тому що збільшують альбедо – відбивну здатність планети. Їхня площа – важливий фактор. Чим менше льодів, тим сильніше буде зростати температура (завдання 3, урок 8).

Літній морський лід має вирішальне значення для арктичного морського життя, але, за прогнозами, він майже зникне влітку протягом століття (рис. 29). Залежні від льоду види, такі як китоподібні, білі ведмеді та моржі, піддаються зростаючому ризику вимирання через зменшення морського крижаного покриву.

Танення льоду – це петля із зворотним зв'язком. Блискучий лід і сніг відбивають високу частку сонячної енергії назад у космічний простір.

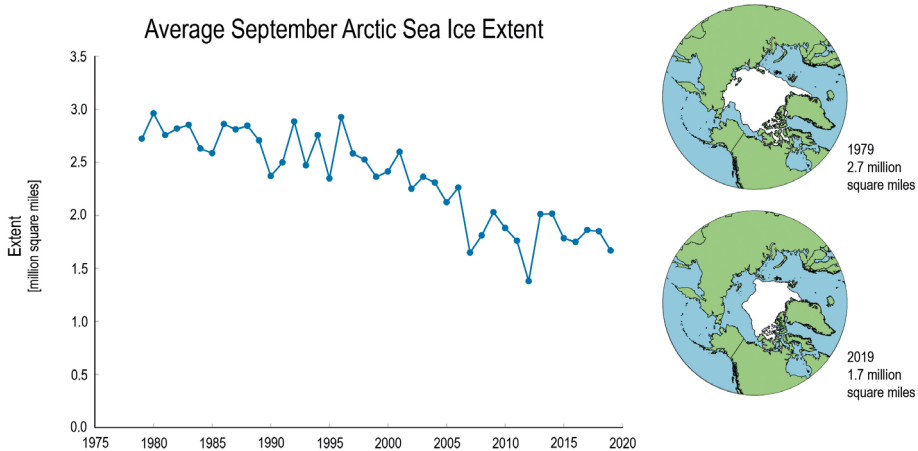


Рис. 29. Показники середньої площі арктичного морського льоду в 1975–2020 рр.

Оскільки Арктика втрачає сніг і лід, кам'яні поверхні та вода поглинають все більше сонячної енергії, роблячи її ще теплішою.

Приблизно 30% сонячної енергії відбивається назад у космос. Майже на 2/3 це відбивання обумовлено хмарами та дрібними частинками в атмосфері – аерозолями. Ділянки Землі світлих кольорів – здебільшого сніг, лід і пустелі – відбивають решту сонячного світла.

Середня температура в Арктиці з 1970-х рр. зросла на 2,3°C. Це майже втричі перевищує середні планетарні показники. Без невідкладних заходів зі скорочення викидів парникових газів світ продовжить відчувати наслідки потепління в Арктиці та Антарктиці: підвищення рівня моря, зміни режиму опадів, зростання повторюваності стихійних гідрометеорологічних явищ, втрату біорізноманіття – планктонної, нектонної, бентосної біоти, риб, птахів, ссавців.

Танення багаторічної мерзлоти

Танення багаторічної мерзлоти через зростання середньорічної температури повітря має як екологічні, так і соціальні наслідки. Екосистеми півночі Євразії, тундри й арктичних пустель, що сформувались на промерзлих породах, надзвичайно вразливі.

Фактично саме мерзлота є системоутворювальним чинником арктичних екосистем і визначає особливості рельєфу, рослинності, тваринного світу й, відповідно, господарювання.

Швидке танення шару льоду під ґрунтом стає не тільки екологічною, а й економічною та соціальною проблемою, адже вся інфраструктура на півночі Євразії побудована на заледенілому ґрунті (пермафрості). Деформації поверхні ґрунту та його материнських порід, їхнє надлишкове обводнення викликають тисячі комунальних аварій на рік і затоплення територій. Крім того, міста, збудовані на мерзлоті, зазвичай підняті над землею, щоб власним теплом, яке виділяється з будинків, не розтоплювати її. Вони стоять на палях, забитих у пермафрост, тому ґрунт, який просідає, деформує і будинки.

Тала мерзлота затоплює рівнинні території.

Наявність на зледенілих територіях запасів нафти й газу, що видобуваються, лише ускладнює проблему, адже мерзлота й відталий ґрунт провалюються в порожнини. Іноді метан, що виділився із мерзлоти й накопився в підземних порожнинах, вибухає, утворюючи величезні провалля.

Через величезні обсяги метану, сконцентровані в пермафрості, танення мерзлоти підсилює парниковий ефект. Метан затримує тепло в атмосфері ефективніше, ніж CO_2 , і нині він стрімко вивільняється [4].

Наслідки танення полярного льоду та багаторічної мерзлоти Поява інвазивних (умовно-патогенних) видів.

Південні види можуть становити ризик для арктичних видів і систем. У тундрі з підвищенням температури з'явився новий, крупніший та активніший, вид песця – червоний песець. Прибулець колонізує чужі лігва та знищує менших за розміром песців.


В океані зростає не тільки кількість косаток, а й тривалість їхнього перебування в Арктиці. Вони полюють на нарвалів і гренландських китів.

Забруднення через навігацію. Танення льоду відкрило раніше недоступні шляхи. Зі збільшенням тривалості навігації виникає ризик розливу палива або втрати вантажу, викиди кіптяви прискорюють швидкість танення льоду в Арктиці, шум кораблів турбує китів, а криголами порушують традиційні маршрути пересування людей і тварин у регіоні.

Освоєння північніших покладів паливних корисних копалин.

Не існує доведеного ефективного методу очищення покритих льодом вод від розливу нафти. Зменшення льодового покриву робить морський видобуток нафти в Арктиці комерційно вигіднішим, але водночас екологічно небезпечнішим. У 2014 р. з арктичних вод Росії було відкачано першу комерційно видобуту морську нафту (нафтове родовище Прирозломне).

Актуалізація. Перегляньте відео «Arctic Report Card 2021» (https://www.youtube.com/watch?v=_WbWjLUTvZM) і подумайте, чи все з переліченого вище згадано в ньому? Позначте в таблиці, які ризики названо, а які не згадано в сюжеті (*завдання 4, урок 8*).

№		Ризики
1.		Зникнення літнього морського льоду
2.		Залежність від льоду видів дикої природи Арктики
3.		Здатність відбивати високу частку сонячної енергії назад у космічний простір
4.		Вторгнення нових видів
5.		Зростання транспортних та вантажних перевезень
6.		Комерційний видобуток нафти
7.		Підвищення середніх температур
8.		Лісові пожежі
9.		Зміна стану атмосферних опадів (дощ замість снігу)
10.		Руйнівні геологічні сили
11.		Шум, який створює вантажний транспорт
12.		Порушення ритму життя корінних народів
13.		Зростання сміттевого забруднення
14.		Танення багаторічної (вічної) мерзлоти
15.		Зростання частки парникових газів

У Спеціальному звіті IPCC (2019) про океан і криосферу в ракурсі зміни клімату оцінено стан фізичних, біологічних і соціальних знань про Північний Льодовитий і Південний океани й криосферу, вплив на них зміни клімату та їхній розвиток у майбутньому. Також оцінено локальні, регіональні та глобальні наслідки, вплив окремих і взаємодіючих змін полярної системи, а також варіанти реагування для зниження ризику та підвищення стійкості в полярних регіонах. Звіт містить такі дані:

1. Полярні регіони втрачають лід, а океани швидко змінюються. Наслідки цього полярного переходу поширюються на всю планету та впливають на людей різними способами.
2. Температура приземного повітря на поверхні Арктики за останні два десятиліття збільшилася вдвічі, а зворотний зв'язок від втрати морського льоду та снігового покриву сприяє посиленню потепління.
3. Північний Льодовитий і Південний океани продовжують видаляти вуглекислий газ з атмосфери та підкислюватися. Швидкість кальцифікації (за допомогою якої морські організми утворюють тверді скелети та мушлі) знизилася в Південному океані на $3,9 \pm 1,3\%$ між 1998 і 2014 рр.
4. Обидва полярні океани продовжували теплішати в останні роки, при цьому Південний океан відіграє непропорційно більшу роль у глобальному підвищенні тепла океану. У 2005–2017 рр. Південний океан був відповідальним за зростання частки глобального збільшення тепла в океані (45–62%).
5. Змінюється сезонна протяжність, товщина морського льоду та стратифікація океану. В Антарктиці такі зміни пов'язані з локально швидкими змінами навколишнього середовища, у тому числі відступом льодовиків і зміною площі морського льоду. В Арктиці зміни в первинному виробництві позначилися на регіональному видовому складі, просторовому поширенні та чисельності багатьох морських видів, а отже – на структурі екосистеми.
6. В обох полярних регіонах зміна клімату разом із підселенням людиною немісцевих видів розширили ареал видів із помірних кліматичних зон і скоротили ареал полярних риб і видів, пов'язаних із льодом.

7. Площа арктичного морського льоду продовжує зменшуватися в усі місяці року, найбільші скорочення кожного вересня є безпрецедентними за щонайменше 1000 років. Товщина арктичного морського льоду зменшилася одночасно з переходом до молодшого льоду.
8. Судноплавна діяльність протягом арктичного літа зросла за останні два десятиліття в регіонах одночасно зі зменшенням площі морського льоду. Відстань, яку подолали судна в Арктичній Канаді, майже втричі збільшилася протягом 1990–2015 рр.
9. Температура вічної мерзлоти сягнула рекордно високих рівнів і призвела до виділення додаткового метану й вуглекислого газу в північних регіонах вічної мерзлоти.
10. Зміни в гідрології Арктики, пов'язані з кліматом, призводять до лісових пожеж та раптових відлиг, впливають на рослинну, водну й продовольчу безпеку. Випалена площа та частота пожеж (у тому числі екстремальних) є безпрецедентними за останні 10 тис. років.
11. Втрата маси арктичних льодовиків упродовж 2006–2015 рр. сприяла підвищенню рівня моря з такою ж швидкістю й може стати незворотною протягом десятиліть або тисячоліть. Важливі відмінності в траєкторіях втрат з'являться з 2050 р. залежно від вжитих заходів.
12. Обидва полярні океани будуть зазнавати впливу поглинання CO_2 і відчуватимуть цілорічно недостатнє насичення поверхневих вод мінеральними формами карбонату кальцію до 2100 р.
13. Зміна клімату, яка в майбутньому торкнеться полярних океанів, морського льоду, снігу та вічної мерзлоти, призведе до змін середовища проживання та біомів. Прогнозовані зрушення охоплюватимуть подальше скорочення середовища проживання та зміну чисельності полярних видів, у тому числі морських ссавців, птахів, риб і антарктичного криля.
14. Прогнозується, що в XXI ст. в результаті потепління повсюдно зникне приповерхнева багаторічна мерзлота в Арктиці, що матиме важливі наслідки для глобального клімату. До 2100 р. площа приповерхневої мерзлоти зменшиться на 2–66% для одних регіонів і на 30–99% – для інших.

Адаптація. Реагування на зміну клімату в полярних регіонах буде ефективнішим, якщо увага до зниження безпосередніх ризиків (короткострокова адаптація) буде поєднуватися з довгостроковим плануванням, яке формує стійкість для подолання очікуваних і несподіваних наслідків. Інституційні механізми, які забезпечують міцні широкомасштабні зв'язки з арктичними місцевими громадами, можуть отримати користь від включення знань корінних народів та місцевих знань у формулювання стратегій адаптації.

У Спеціальному звіті ІРСС (вересень 2019) про підвищення рівня моря та наслідки для низинних островів, узбереж і громад МГЕЗК зазначено: у зв'язку з підвищенням рівня Світового океану насамперед йдеться про загрозу зникнення таких територій: Мальдіви, Фіджі, Сейшельські Острови, Маршаллові острови, Канарські острови, Федеративні Штати Мікронезії, Французька Полінезія, Філіппіни, Тувалу, Соломонові острови (вже втратили 5 островів через підняття рівня океану).

Глобальний рівень моря підвищується, й ця тенденція прискорюється (рис. 30). Сума внесків льодовиків та льодових щитів наразі домінує. На основі низки спостережень оприлюднено такі дані: збільшення на 1,4 мм за рік у період 1901–1990 рр., до 2,1 мм за рік у 1970–2015 рр., до 3,2 мм за рік у 1993–2015 рр., до 3,3 мм за рік за 1993–2020 рр. Домінуючою причиною зростання глобального рівня моря з 1970 р. є антропогенний вплив.

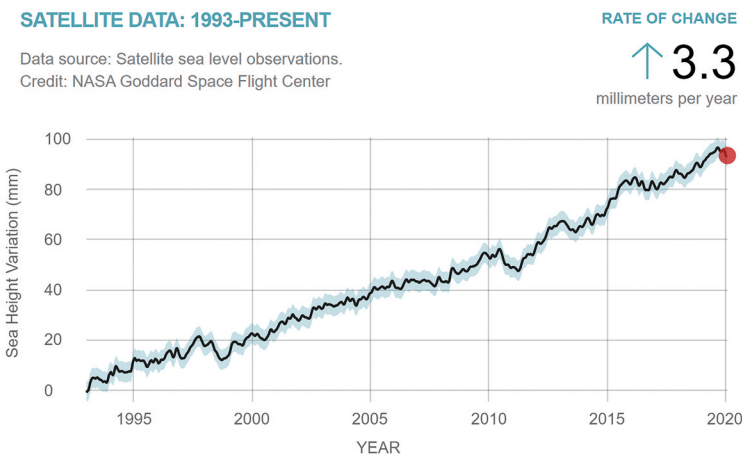


Рис. 30. Підвищення рівня моря упродовж 1993–2020 рр. Джерело: climate.nasa.gov

Більше інформації містять спеціальні доповіді МГЕЗК «Зміна океану, морських екосистем і залежних угруповань»⁴ та «Про стан океану, пілотне видання»⁵.

Загалом процеси й наслідки зміни клімату, пов'язані з кріосферою, зазнають дії ефекту самопідсилення: наслідки зміни клімату підсилюють зміни клімату. Наприклад, зменшення поверхні океанського полярного льоду, як материкового, так і океанічного, руйнує усталені показники альбедо (відбитої назад у космос енергії), адже відбивається вона переважно світлими (білими) поверхнями. Якщо їхня площа зменшується, тепло поглинається темною поверхнею, яка нагрівається і створює додаткове зростання температур, що, у свою чергу, сприяє активнішому таненню льоду. Або: танення багаторічної мерзлоти сприяє виділенню в атмосферу метану та діоксиду вуглецю, що містяться в приповерхневих і глибинних шарах мерзлоти. Метан та вуглекислий газ як парникові гази пришвидшують зростання температури й, відповідно, активізують танення льоду й мерзлоти, яка знову виділяє їх у більшій кількості.

Танення гірських льодовиків

За оцінками вчених, зміна клімату впливає на основні гірські хребти у два-три рази швидше, ніж на решту світу. Передбачається, що принаймні одна третина гімалайських льодовиків зникне до 2100 р., оскільки температура зростає зі швидкістю, яка втричі перевищує середню світову (відео «Величні льодовики можуть розтанути за 100 років», <https://cutt.ly/QLJjH8E>).

Дослідження Кріосферної комісії Швейцарської академії природничих наук підтвердило, що спека влітку 2019 р. призвела до рекордного танення льодовиків. Найбільш відчутним воно було в східній частині країни й у північній частині Альп.

Льодовики у Швейцарії зменшилися на 10% за п'ять років (2015–2019) через танення внаслідок глобального потепління. За століття спостережень дослідники жодного разу не фіксували таких темпів танення. Почи-

⁴ Changing Ocean, Marine Ecosystems, and Dependent Communities / N. L. Bindoff, W. W. L. Cheung, J. G. Kairo et al. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 2019. URL: <https://www.ipcc.ch/srocc/chapter/chapter-5/>.

⁵ State of the Ocean Report, pilot edition. Paris, IOC-UNESCO, 2022. URL: <https://cutt.ly/SLGg1g4>.

наючи з 1900 р. понад 500 швейцарських льодовиків розтанули. Останній із них – льодовик Пізол – втратив 80–90% свого об'єму з 2006 р.. У Швейцарії навіть влаштували церемонію прощання з ним.

Більшість льодовиків у Центральній Європі, західній Канаді та США можуть зникнути до середини століття, якщо темпи глобального потепління не зупиняться.

2022 – жахливий рік для льодовиків. І раніше вчені фіксували багато несприятливих років, але 2022-й для Альп є показовим із трьох причин: надзвичайно мала кількість снігу взимку, рання та сильна спека й сахарський пил на снігу в березні, що призводить до прискорення танення через поглинання більшої частки радіації.

Система льодовика перебуває в дуже тонкому балансі між накопиченням і таненням. Коли снігу накопичується більше, ніж тоне, маємо льодовик, який наступає, якщо ж снігу тоне більше, ніж накопичується, то льодовик відступає.

Події останніх десятиліть свідчать про те, що ми перебуваємо в негативному балансі: льодовики втрачають масу та «піднімаються» вгору, займаючи зазвичай лише найвищу частину гори.

«Протягом останнього століття температура в європейських Альпах зросла приблизно на 2°C, що вдвічі перевищує середню світову температуру. Цього літа хвилі спеки спричинили рекордні червневі температури на всьому континенті, а в центральних і південних районах Італії температура досягала 40 градусів за Цельсієм!»

(В. Маггі, гляціолог, професор Міланського університету Бікокка, президент Італійського гляціологічного комітету)

На жаль, у дослідників мало інформації про поведінку льодовиків в умовах підвищених температур. І не тому, що гляціологи не вивчають їх. Наука ще ніколи не стикалася з льодовиками, які відступають і зникають, та аномальними температурами, найвищими за останні 100 років. Наразі в арсеналі фахівців є лише кілька моделей і досліджень, проведених на вже зниклих льодовиках, які підтвердили, що кліматичні, топографічні та регіональні чинники дуже важливі.

На території Перу розташовано 70% льодовиків гірської системи Анд, що проходить територіями семи держав Південної Америки. За останні 30 років у результаті потепління льодовики втратили п'яту частину своєї площі. Якщо не вжити термінових заходів, то найближчим часом на континенті можуть зникнути льодовики, розташовані нижче 5,5 тис. м над рівнем моря. Четверо жителів перуанського села вигадали фарбувати гірські вершини Анд у білий колір, що, за їхнім задумом, має уповільнити глобальне потепління й, зокрема, знизити температуру в Андах.

Ідея перефарбувати гори викликала інтерес на конкурсі «100 ідей для порятунку світу» («100 Ideas to Save the Planet»), підтриманому Світовим банком. «Спеціальний склад покриття, яким мають намір пофарбувати гори, має коефіцієнт дифузного відбиття такий же, як у снігу, і 85% сонячних променів повернуться в космос», – стверджують ініціатори проєкту. Вони розраховують, що в такому випадку нагрівання гір має зменшитися й загрозове тання льодовиків в Андах припиниться.

Команда з чотирьох мешканців села Лікапа та їхній ідейний натхненник Едуардо Голд вручну повертають 4756-метровому піку Чалон Сомбреро колишню білизну. І використовують вони для цього екологічно чисте традиційне покриття на основі суміші вапняка, лайма, яєчного білка й води. Воно пройшло екологічний контроль і не зашкодить ні джерелам питної води, ні місцям гніздування андських кондорів.

Років двадцять тому вершина гори була повністю вкрита льодовиком, з якого брали воду жителі навколишніх поселень. За останні 30 років 22% льодовиків Перу розтанули, разом із ними «розтанув» і Чалон Сомбреро. Нині знайти воду в горах Перу – завдання не з легких.

«Ми живемо за рахунок худоби. Немає роботи, немає зернових. За останні 40 років річка дуже обміліла. Чим менше води, тим менше пасовищ, а значить – нічим годувати тварин», – розповідає Пабло Парко, 65-річний житель Лікапа.

Ідея Голда проста: якщо повернути сніг або наростити крижаний щит не вдається, то можна знизити температуру. Для цього необ-

хідно підвищити відбивну здатність гірської поверхні, тоді сонячні промені повертатимуться в космічний простір, не розігріваючи її. Перуанські гори можна змінити, впливаючи на мікроклімат навколишньої території. «Від холоду народиться холод», – упевнений Голд.

Якщо теорія Едуардо буде доведена практично (до речі, нещодавно на схилах уже бачили сніг), то цілком можливо, що інноваційний план буде впроваджуватися й на інших вершинах.

Зробити щось подібне, але з дахами міських будівель, свого часу пропонував міністр енергетики США Стівен Чу, а трохи пізніше навіть було створено спеціальну черепицю, що може змінювати колір.

(«Чотири перуанці почали фарбувати верхівки Анд у білий колір»⁶)

Завдання в активіті

1. Розглянути графік і записати висновок.
2. Проаналізувати інформацію з інтерактивного атласу.
3. Погодитися / не погодитися з твердженням.
4. Переглянути відео і відповісти на запитання.

Використані джерела

1. Губенко Д. У Гренландії стрімко тануть льодовики. DW. 01.08.2021. URL: <https://cutt.ly/LF3VIue>.
2. Дмитрук А. Льодовики у Гренландії за останні 30 років почали танути у 7 разів швидше. The Village Україна. 11.12.2019. URL: <https://cutt.ly/oKdn4AH>.
3. Думанська М. Через зміни клімату у світі зростає кількість стихійних лих – Червоний Хрест. DW. 17.11.2020. URL: <https://cutt.ly/cF3VEzw>.
4. Етика відносин з природою: навч.-метод. посіб. / О. Пруцакова, Н. Пустовіт, А. Логінова, Г. Тарасюк. Кропивницький : Імекс-ЛТД, 2019. URL: <https://cutt.ly/CHzXtaK>.

⁶ Агентство гражданской журналистики. 22.06.2010. URL: <http://titus.kz/?type=nauka&previd=18546>.

5. Катастрофічна ситуація з льодовиками Альп ще більше підвищує ризик сходження на вершини гір. 4sport.ua. 10.07.2022. URL: <https://4sport.ua/articles?id=34969>.
6. Пустовіт Н. А., Колонькова О. О., Пруцакова О. Л. Школа екологічного вчинку : [навч. посіб.]. Кіровоград : Імекс-ЛТД, 2014. 156 с. URL: <http://lib.iitta.gov.ua/7369/>.
7. Який зв'язок між потеплінням в Арктиці і катаклізмами в Україні? : відео. DW. 11.08.2020. URL: <https://cutt.ly/qU7NP7Q>.
8. IPCC WGI Interactive Atlas / IPCC. URL: <https://interactive-atlas.ipcc.ch/>.
9. Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate / IPCC. URL: <https://www.ipcc.ch/srocc/>.
10. State of the ocean report 2022: pilot edition. Paris, IOC-UNESCO, 2022. 72 p. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381921>.

Урок 9. Міграції видів. Інвазивні та місцеві (аборигенні) види. Вирубування лісів як чинник зміни клімату

Значна частина природних систем може виявитися особливо чутливою до зміни клімату, оскільки вони мають обмежену здатність до адаптації, а деяким із цих систем може бути завдано істотний та незворотний збиток. Це стосується й багатьох видів живих організмів, які мешкають у природному середовищі в звичних умовах існування. Окремі види в нових умовах можуть збільшити чисельність або сфери перебування, але зміна клімату підвищить наявні ризики знищення деяких більш уразливих видів і значно посилить загрозу втрати біорізноманіття.

Фахівці WWF визначили 5 груп основних екологічних чинників, які спричиняють глобальне збіднення біорізноманіття:

1. Втрата й деградація середовища існування виду внаслідок повного знищення або фрагментації місцеперебування, а також погіршення його основних характеристик.
2. Надмірна експлуатація видів (нестійкий промисел, видобуток або браконьєрство, ненавмисне знищення особин непромислових видів тощо).
3. Забруднення, що впливає на види безпосередньо, перетворюючи середовище існування в несприятливе для їхнього життя, або опосередковано, спричиняючи зниження чисельності кормових видів, репродуктивної активності та, зрештою, зниження чисельності виду.

4. Чужорідні види, які можуть конкурувати з місцевими за території або акваторії, харчові або інші ресурси, й захворюваність.
5. Зміна клімату, яка може спричиняти прямий вплив (переміщення в райони з більш сприятливими умовами) та опосередкований (вплив на перебіг життєвих циклів видів).

Більшість дослідників вважає, що вплив зміни клімату на зміни біорізноманіття є недооціненим. Прикладами впливу зміни клімату на біорізноманіття можуть бути:

- *фенологічні зміни: підвищення середньої температури до 20°C призводить до початку квітання рослини на 5–30 днів раніше, коли ще існує загроза приморозків та відсутні комахи-запилувачі; разом це обумовлює негативний ефект;*
- *зміни в розселенні видів: зміна ареалу внаслідок зміни умов спричиняє швидку появу та розселення інвазивних видів, серед яких багато небезпечних бур'янів, рослин-алергенів, отруйних тощо.*

Визначають 3 види реакцій біоти на зміну клімату: міграція, адаптація та зникнення.

Міграція у звичайних умовах є екологічно врівноваженим процесом, проте через збільшення темпів змін у навколишньому середовищі та наявність антропогенних перешкод рівновага порушується. Інвазивні види витісняють аборигенів і займають їхні екологічні ніші, у результаті чого розриваються коеволюційні зв'язки і не налагоджуються нові. Відповідно, найчастіше мігрують зовсім не ті види, які б ми хотіли бачити в нашій природі.

Міграція рослин і тварин у зв'язку зі зміною клімату відбувається шляхом отримання можливостей для виживання видів на нових територіях через зростання переважно зимових температур, зміни зволоженості тощо. Так живі організми, які нещодавно вимерзали узимку, з теплішими зимами отримують шанс на життя на територіях, значно північніших, ніж до міграції.

Адаптація – еволюційний тривалий процес, а клімат змінюється швидше за еволюційні можливості. Це зумовлює вразливість видів із

тривалим циклом розвитку (багаторічників) та заміну їх, зокрема, однорічними бур'янами. В глобальному масштабі це призводить до скорочення запасів енергії в біомасі екосистем і в підсумку – до порушення енергетичної піраміди. Для умов України з її аномальною розораністю територій (56%) ризик заселення непродуктивних однорічників дуже високий.

Зникнення видів (вимирання) – є особливо негативним процесом. Адже біорізноманіття забезпечує стабільність екосистеми. Її можна уявити у вигляді величезного мосту з тисячами колон, де кожна колона – це окремих вид. Чим менше колон залишається, тим швидше впаде міст.

Прогнозують, що протягом століття з окремих територій зникнуть 17–35% видів, а в Європі до 2080 р. свій ареал скоротять приблизно 50% видів рослин.

Загалом для умов України вплив факторів зміни клімату може зумовити збіднення чисельності 8% видів рослин та 10% тварин.

(Джерело: НІСД. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації. 2020)

Ще одним чинником впливу на біоту, пов'язаним не лише зі зміною клімату, а й діяльністю людини, є поява інвазивних видів. Звичайно, що види виживають у кліматично близьких їм умовах. Зміна клімату розширює обсяги територій, на яких здатні виживати інвазивні види. Часто бурхливе розмноження інвазивних видів (особливо комах-шкідників лісу) викликає деградацію екосистем. Наприклад, сосновий пильщик у лісах Українського Полісся.

Фундамент екосистеми – насамперед її флора, тому інвазивні види рослин – це удар по її основі. Якщо кліматичні умови чужакам підходять, вони мають величезну перевагу в конкуренції над аборигенними видами, оскільки в місцевій екосистемі відсутні або обмежені їхні природні вороги / споживачі та хвороби, які могли б стримувати їхнє поширення. Тому вони просто витискають місцеві види з оселищ, прирікаючи їх на вимирання.

Зникнення місцевих видів рослин тягне за собою зникнення місцевих видів тварин, грибів та багатьох мікроорганізмів, які будували зв'язки з аборигенною флорою протягом тисяч або мільйонів років, напряду залежать від неї та об'єднані між собою безліччю зв'язків.

Тобто працює ефект доміно. Саме тому інвазія чужорідного виду НЕ збільшує місцеве біорізноманіття, а призводить до загибелі великої кількості видів флори та фауни на користь лише одного або декількох видів чужинців.

Серед тисяч місцевих видів все одно знайдуться такі, що відреагують на зміни клімату й займуть відповідну нішу. В крайньому випадку відбудеться стала природна міграція видів із сусідніх геоботанічних зон з усім комплексом суміжних організмів. Це щось подібне на еволюційний процес, однак, враховуючи антропогенність зміни клімату - радше вимушено-еволюційний, що призводить до знищення чи пригнічення аборигенних видів та розростання вселених. Іншими словами – відбувається заміна одних екосистем іншими, що, враховуючи бурхливі темпи і неможливість так швидко налагодити нові коеволюційні зв'язки, призводить до біологічного збіднення.

У прикладі з інвазивними видами і мостом ми руйнуємо 200–300 колон, щоб замінити їх однією. Тому спроби «збагатити» місцеву екосистему новими видами призводять до протилежного ефекту. Деякі люди, іноді з найшляхетніших міркувань, власноруч перетворюють внесеними видами місцеву екосистему, не розуміючи, на яку небезпеку вони наражають себе й довкілля через зневагу до природної екосистемної мудрості. Людина не має права ігнорувати глобальні екологічні закони й самовільно розривати природні ланцюги, які планета створювала впродовж тривалої еволюції.

За останні 80–100 років рослинний світ змінився докорінно, особливо в лісостеповій та степовій зонах. Нині в цих регіонах значні площі займають рослини з інших континентів, завезені через недбалість або необережність. Це амброзія полинолиста, чорнощир нетреболистий, злинка канадська, щиряца загнута та десятки інших чужорідних видів, що заповнили ріллю та узбіччя, пустища та звалища.

Дуже багато «чужаків» людина понасаджувала свідомо. Клен ясенелистий та робінія (псевдоакація), гледичія колюча та ясен пенсильванський, дуб червоний та маслинка вузьколиста – це далеко не повний перелік видів, що потіснили дуби, верби, в'язи та інші місцеві види дерев.

Багато хто дивується, коли дізнається, що певний вид є чужинцем. Окрім біологічних довідників, допомагає розібратися в цій проблемі й

народна пам'ять – фольклор. Можна назвати багато пісень, казок та інших письмових пам'яток, де зустрічаються дуб, осика або зозуля. Але спробуйте згадати хоча б одну казку, де фігурують акація, маслинка або фазан. Не зможете, бо у часи складання казок / пісень, цих видів просто не було в даній місцевості.

Поширення чужорідних видів призводить до біологічного засмічення, а його набагато складніше подолати, ніж хімічне. Звісно, не всі чужинці становлять небезпеку для природних екосистем: 95% сільськогосподарських культур – це чужорідні види. Однак це культурні рослини, які потребують догляду й не здатні виживати в природі, тому не загрожують місцевому біорізноманіттю. Кукурудза самостійно не поширюється в степах, а картопля в лісах. Тому, коли мова йде про небезпечні чужорідні види, треба визначитися з термінологією.

Існує багато термінів, що позначають небезпечні чужорідні види: інтродуценти, інвазивні, адвентивні, алохтонні. Всі вони пов'язані з інтродукцією.

***Інтродукція** – штучне переселення видів з однієї місцевості в іншу та їхня акліматизація в нових умовах. Більшість сільгоспкультур є інтродуцентами. Проте загрозу становлять лише ті види, які здатні самостійно переселятися з одного середовища в інше, тобто здійснювати інвазії.*

*Термін «**інвазія**» в широкому плані означає будь-яке масове вселення або розселення видів. Його інколи використовують і для місцевих організмів, коли їхні популяції сильно розмножуються й поширюються, або для видів, що здійснюють природну міграцію в новий ареал. Така міграція не становить загрози, оскільки відбувається відносно повільно й дає час локальній екосистемі «прийняти» нового мешканця. Тому у вузькому сенсі «**інвазіями**» називають поширення штучно інтродукованих чужорідних видів, які здатні масово розповсюджуватися в місцевій природній екосистемі й витіснити аборигенні види.*

Отже, найбільш точна назва небезпечних чужинців – це «інвазивні інтродуценти», «інвазивні» або «інвазійні» види. Синонімом є термін «адвентивні види», що означає – ті, хто подорожує в пошуках пригод.

Інвазивні види належать до найбільших екологічних проблем у світі. Це науково доведений факт, який відображено юридично як у міжнародних конвенціях, так і в законодавстві окремих країн.

Британський науковець та кінодокументаліст Девід Аттенборо у своєму фільмі «Стан планети» зараховує інвазії чужорідних видів до однієї з п'яти найбільших глобальних екологічних загроз поряд зі знищенням природних екосистем, фрагментацією ландшафтів, винищенням видів та забрудненням.

За даними Шостого національного звіту про виконання Україною Конвенції ООН про охорону біологічного різноманіття (грудень 2018 р.), у 2015 р. у флорі України було відомо понад 900 адвентивних видів (15% флори країни). Загрозу біологічному різноманіттю та природним екосистемам України становлять інвазивні види, яких нараховується приблизно 90, серед них – понад 40 трансформерів.

В Азовському та Чорному морях розселились молюски. Серед наземних молюсків відомо приблизно 20 інвазивних видів.

Найбільше занепокоєння щодо загрози для біорізноманіття країни викликають слимаки, особливо *Arion lusitanicus* (рис. 31), який стрімко поширюється в Україні. У 2015 р. в Україні зафіксовано новий інвазивний вид жука-зернівки та його паразита. Знайдено інвазивний вид мурашок *Tapinoma melanoscephalum* (рис. 32).



Рис. 31. *Arion lusitanicus*

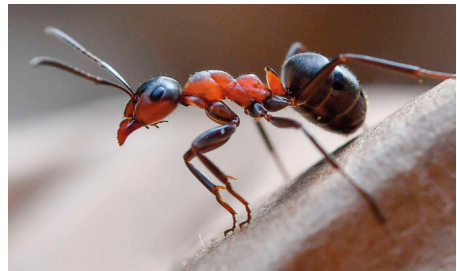


Рис. 32. *Tapinoma melanoscephalum*

У 2015 р. виявлено інвазивного шкідника липи серцелистої – міль-строкатку *Phyllonorycter issikii*. Ступінь пошкодження липи в місті Києві з роками посилюється, а агресивність виду зростає – деякі листки на 70% уражені мінами молі-строкатки.

Серед прісноводних риб приблизно 10 інтродукованих видів є акліматизованими. Найвідоміший наразі – чебачок амурський, що пов'язано з його поширенням мережею рибогосподарських водойм. Ротань-головешка стрімко розширює набутий ареал в Україні. Небезпечними є сонячний окунь звичайний, сомики коричневий і чорний. Поширені чужорідні ссавці – ондатра, американська норка, енотовидний собака.

Спрощена процедура скидання баластних вод призвела до появи нових видів та відіграє значну негативну роль в зменшенні чисельності риб у Чорному й Азовському морях. Ці інвазивні види стали або харчовими конкурентами пелагічних риб, або зруйнували важливі біоценози моря (рис. 33, 34).



Рис. 33. *Rapana venosa*



Рис. 34. *Mnemiopsis leidyi*

У внутрішніх водоймах України приблизно 10 чужорідних видів сформували самовідтворювальні популяції. На їхню частку припадає до 15% молоді риб на мілководдях дніпровських водосховищ, здійснюється цілеспрямоване зариблення водосховищ низкою чужорідних видів. Важливим заходом подолання цієї проблеми стало посилення контролю за діяльністю підприємств аквакультури, які займаються вирощуванням чужорідних видів.

Законом України «Про аквакультуру» (2013 р.) визначено поняття «чужорідні» та «немісцеві» види для гідробіонтів і поняття «закриті умови аквакультури». Встановлено вимоги до вирощування чужорідних видів із метою недопущення їхнього проникнення в природне середовище.

Здійснено початкове оцінювання екологічного стану морських вод та впливу на них людської діяльності в межах проєктів «Emblas I» та «Emblas II».

Що робити з інвазивними видами? Питання не просте, в тому числі в етичному аспекті. За «Переліком регульованих шкідливих організмів» слід регулярно оголошувати карантини певних територій і заходи щодо обмеження кількості інвазивних чужорідних видів. Реалізовувати заходи щодо поводження з видами-вселенцями у внутрішніх водоймах.

Пряме знищення – це вкрай вартісний та складний процес, який стикається з самовідновленням дерев і тому є тривалим і часто неефективним. Тому існують триваліші, але м'якіші засоби. Наприклад, в масиви робінії підсаджують дуб, який через десятки років має витіснити її з деревостану, а в масиви маслинки – дику грушу. При цьому важливо не провокувати чужинців вирубками й штучними пожежами.

Те саме стосується амброзії і чорнощиру. Вони є елементом піонерної сукцесії, тобто захоплюють «свіже» порушене середовище: ріллю, сміттєзвалище, будмайданчик тощо. В сталому природному травостої амброзія зустрічається рідко або не зустрічається взагалі. Тобто якщо не знищувати вітчизняні степи та луки, то амброзія не домінуватиме.

Проте, якщо загроза надзвичайна, оминати етап безпосереднього знищення популяцій інвазивних організмів неможливо. Наприклад, у випадку загрози існуванню рідкісних видів або здоров'ю людей (борщівник Соновського).

Інколи заходи можуть бути радикальними. Нова Зеландія прийняла рішення повністю знищити всі чужорідні види хижаків, завезені європейцями в цю країну: тхорів, горностаїв, здичавілих котів та ін., щоб урятувати унікальні види місцевих птахів. Програму просуває Міністерство охорони довкілля цієї країни. Вона розрахована на період до 2050 р., на I етап виділено 28 млн доларів.

Не вирішено питання з давно завезеними інвазивними видами. Наприклад, ситуація з павловнією (країна походження – Китай), яку комерційні розплідники рекламують як дерево з енергетичною та діловою деревиною і швидко нарощуваною листяною масою. При цьому ніхто не згадує, що павловнію визнано в країнах ЄС і США інвазивним видом.

Отже, першим етапом у боротьбі з інвазивними видами має бути заборона на їх насадження, розведення та поширення. Кожен вид слід розглядати індивідуально, залежно від його інвазивних якостей / характеристик.

Можливо, деякі види будуть використані лише для озеленення житлових кварталів, а якісь – взагалі заборонені.

Вирубування лісів як чинник зміни клімату.

Ліси є водночас і чинником впливу на клімат, і жертвою зміни клімату. Завдяки фотосинтезу дерева нейтралізують вуглекислий газ, однак, через зростання температури потерпають від інвазивних шкідників та посух у районах, раніше для них не характерних чи лісових пожеж, спровокованих зміною клімату. Крім того – ліси вирубують з господарською метою.

Проблема вирубки дерев актуальна для всіх континентів (рис. 35-36), однак найбільш гостро вона стоїть у країнах Західної Європи, Південної Америки та Азії. Інтенсивне знищення лісів призводить до знеліснення: ландшафт спочатку бідніє, а потім стає непридатним для життя.

Причини вирубування лісів:

- висока цінність деревини як будівельного матеріалу, сировини для виробництва паперу, картону, побутових предметів;
- розширення нових сільськогосподарських угідь;
- прокладання шляхів сполучення й доріг.

Наразі потрібно звернути увагу на такі факти:

- понад половина тропічних лісів світу вже знищена, для їх відновлення потрібні сотні років;
- зараз лише 30% суші зайнято лісами;
- регулярна вирубка дерев призводить до підвищення вмісту в атмосфері окису вуглецю на 6–12%;
- щохвилини зникає територія лісу, яка за розмірами дорівнює кільком футбольним полям.

Ліси й дерева, з яких вони складаються, неоціненні для життя на нашій планеті. У зв'язку з цим часто виникає питання, скільки кисню виробляє одне дерево. Це залежить від кількох факторів: виду, віку, стану рослини та оточення. Деревина виробляє різну кількість кисню влітку і взимку.



Рис. 35. Глобальні втрати лісу за десятиліття. Джерело: FAO

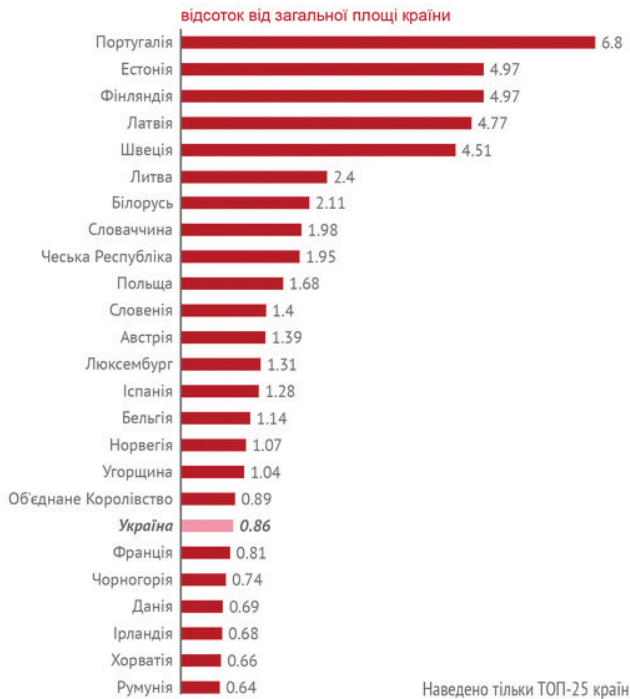


Рис. 36. Втрата лісів у Європі впродовж 2011–2018 рр. Топ-25 країн

Існують 3 підходи до розрахунку кількості виробленого деревом кисню:

- 1) розглядають середню кількість кисню, що утворюється внаслідок фотосинтезу;
- 2) оцінюють чисте виробництво кисню – кількість, виділена під час фотосинтезу, мінус кількість дерев;
- 3) обчислюють виробництво кисню як газу, доступного людям для дихання.

Дерева не тільки виділяють кисень, здійснюючи фотосинтез у світлий час доби, а й споживають його для дихання, виділяючи CO_2 вночі.

Ось кілька фактів із джерел в інтернеті:

- 1) *«Доросле листяне дерево за сезон виробляє стільки кисню, скільки вдихає 10 людей за рік»;*
- 2) *«Одне дерево може поглинати CO_2 із швидкістю 31 кг/рік і продукувати кисень для дихання 2 людей»;*
- 3) *«Дерева, які займають площу 1,6 га, щорічно споживають стільки ж CO_2 , скільки виробляє автомобіль, долаючи відстань у 42 тис. км. Ця ж кількість дерев виробляє кисень впродовж року для 18 людей»;*
- 4) *«Два дорослих дерева забезпечують киснем сім'ю з 4 людей»;*
- 5) *«Середнє річне виробництво кисню з гектара дерев (100% крони) компенсує споживання кисню 19 людьми в рік (8 людей на 1 га покриву дерев)».*

Площі лісів, відведені під збереження, значно різняться по країнах. Наприклад, в Канаді їхня частка становить 9,8% лісових земель, в Китаї – 15%, в Україні – 5,4%.

Економічна цінність, яка визначає пріоритети збереження лісового різноманіття, лісових ресурсів й управління ними, у більшості країн світу стосується понад 2/3 видів деревних рослин, внесених до загального переліку. Збереження лісового генетичного різноманіття (ЛГР) відбувається через розроблення та реалізацію національних стратегій збереження, невиснажливого використання, посилення ролі пралісів та захисних територій, визначення першочергових заходів щодо видів на основі використання нових технологій та методичних підходів для підтримки збереження, розвитку й сталого використання.

В Україні система збереження генофонду охоплює 30 видів деревних порід. Більшість об'єктів перебувають у доброму та задовільному стані, але приблизно 5–15% об'єктів мають незадовільний стан і втрачають свої функції. 16 видів лісових дерев перебувають під загрозою зникнення.

Майбутні пріоритети для України охоплюватимуть: визначення стратегії збереження й відтворення генофонду лісових деревних порід для пом'якшення наслідків зміни клімату; визначення на державному та регіональному рівнях пріоритетності видів, у тому числі некомерційних; вибір оптимальної стратегії підтримання біорізноманіття обраних видів на основі досліджень їхньої біології та екологічних особливостей; раціональне використання, розвиток і управління ЛГР; створення та перегляд відповідної політики та нормативно-правової бази, пов'язаних зі стійким управлінням.

Слід зазначити, що не лише ліси є перетворювачами вуглекислого газу. Таку ж планетарно важливу функцію здійснюють ділянки природного степу, лісостепу, океану, водно-болотні угіддя та інші природні біотопи. Проте, збереження ЛГР й інших природних ділянок суходолу та зменшення забруднення океану є одним із суттєвих чинників запобігання зміні клімату.

Для України існує ризик негативного впливу зміни клімату на рівні екосистем, зокрема, на болотні екосистеми, які депонують вуглець і відіграють особливу роль у кругообігу й балансі CO₂. Відбуватиметься заростання боліт лісом та зникнення болотних видів. Зони Полісся загрожують опустелюванню та збідненню екосистем унаслідок посушливості, що стимулюватиме поширення посухостійких видів. Посушливість сприятиме збільшенню кількості та частоти пожеж у хвойних лісах від Полісся до гірського Криму. У степовій зоні, значно порушеній у результаті антропогенної діяльності, відбудеться не передбачене теоретично заміщення лучними та лісовими угрупованнями (ці процеси спостерігаються лише в степових заповідниках), а виникнення малопродуктивних угруповань, утворених інвазивними видами.

Завдання в активіті

1. *Визначити вид-переселенець і знайти інформацію щодо «шляху» його потрапляння в нашу країну.*
2. *Ознайомитися з переліком інвазивних видів і з'ясувати, чи зустрічаються ці види в місцевості проживання.*
3. *Ознайомитися з відео у джерелі [4] та зробити короткий допис / повідомлення.*
4. *Ознайомитися з інформацією у джерелах [10, 11] та статті «Скільки кисню виробляють дерева?» (<https://cutt.ly/JKdVaLB>) і створити таблицю.*
5. *Ознайомитися з інфографікою (<https://cutt.ly/CFBAKfH>) й дати відповіді на запитання.*
6. *Обрати правильну відповідь.*

Використані джерела

1. Бурковський О. Навала чужинців... або інвазивні види як удар по біорізноманіттю. Ресурс. 02.07.2020. URL: <https://cutt.ly/wFCny7P>.
2. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації : аналіт. доповідь / за ред. С. П. Іванюти. Київ : НІСД, 2020. URL: <https://cutt.ly/nFCQX1H>.
3. Зміни клімату в 11 графіках / Дж.-К. Грюн, Р. Менегат-Шуїнські, М. Пенке, Д. Каневський. DW. 03.11.2021. URL: <https://cutt.ly/NF3Voil>.
4. Кучеряві пелікани. Як їм живеться в Україні : відео. BBC News Україна. 16.06.2021. URL: <https://cutt.ly/BLJ11T0>.
5. Санковська І. М. Лісовий екощоденник. Київ : Видавнича група «Шкільний світ», 2019. 135 с. URL: <https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/31301/>.
6. Стан лісових генетичних ресурсів у світі й Україні / В. П. Ткач, С. А. Лось, Н. Ю. Висоцька та ін. Генетичні ресурси рослин. 2019. № 25. С. 26–40. URL: <https://cutt.ly/FFCEO54>.
7. Хорошак К. 4 речі, які може зробити кожен, щоб допомогти зберегти ліс. Українська правда. 21.04.2021. URL: <https://cutt.ly/CFBUVjB>.
8. Шауенберг Т. Земля у вогні: зміна клімату і вирубка лісів підвищують ризик пожеж у світі. DW. 10.01.2020. URL: <https://cutt.ly/IPjv1Av>.
9. Шостий національний звіт про виконання Україною Конвенції ООН про охорону біологічного різноманіття. Українська версія. 12.2018. URL: <https://cutt.ly/tFCEj0d>.
10. The Power of One Tree – The Very Air We Breathe / U. S. Department of Agriculture. 03.06.2019. URL: <https://cutt.ly/kPhttMC>.

11. Villazon L. How many trees does it take to produce oxygen for one person? Science Focus. URL: <https://cutt.ly/3PhyoHS>.

Урок 10. Кліматичні мігранти. Міграція населення як адаптація до кліматичної зміни

Глобальний аналіз підтвердив, що кількість надзвичайно спекотних днів у році, коли температура досягає 50°C, з 1980-х рр. подвоїлася.

Висока температура може бути смертельною для людей і природи, викликати серйозні руйнування будівель, доріг та енергосистем.

Згідно з дослідженням Університету Рутгерса (США), до 1,2 млрд людей у всьому світі можуть зіткнутися з тепловим стресом до 2100 р., якщо нинішні рівні глобального потепління збережуться. Це як мінімум у чотири рази більше, ніж постраждалих на сьогодні.

Підвищення рівня Світового океану, посухи та наступ пустель, дефіцит питної води та інші негативні наслідки глобального потепління змушують людей залишати місця постійного проживання. Масові переміщення створюють додаткові екологічні загрози в місцях перебування мігрантів. Однак сучасна екологічна реальність часто робить міграцію єдиною можливим варіантом поведінки, наприклад, для окремих острівних спільнот та населення, що проживає в дельтах великих річок чи зазнає наступу пустелі.

Міграція населення – це переміщення населення через кордон певних територій у межах однієї країни (внутрішня міграція) або з однієї країни в іншу (зовнішня міграція) зі зміною назавжди чи на тривалий час постійного місця проживання або з регулярним поверненням до нього.

За даними різних джерел, кількість осіб, які до 2050 р. будуть змушені залишити місця попереднього проживання внаслідок зміни клімату, варіюється від 25 млн до 1 млрд. За даними Агентства ООН із питань біженців, із 2008 р. в середньому 26,4 млн людей на рік змушені покидати свої постійні місця проживання, що еквівалентно переміщенню 1 людини кожної секунди.

Кліматичні міграції – явище, характерне для сьогодення. Це можуть бути і внутрішні, і зовнішні міграції, якщо життя в країні через зміну клімату стає неможливим. Це може відбутись як унаслідок зростання температури (що стає несприятливою для людського життя), так і внаслідок опустелювання та втрати водних ресурсів країни, деградації її ґрунтів, неврожаїв, частих стихійних лих, затоплення територій (островів), штормових нагонів, знищення історичних місцевостей проживання, агресії, спричиненої зміною клімату, і порушення прав людини через комплексні зміни (відео «Ураган на Гаїті: зйомки руйнувань дроном», <https://cutt.ly/tLGxJ68>).

Осередки кліматичних міграцій можуть з'явитись у 2030 р. й поширюватись та посилюватись до 2050 р. За прогнозами Світового банку, зміна клімату може змусити щонайменше 216 млн осіб у шести регіонах світу мігрувати в межах своїх країн у найближчі 30 років. Особливо критичними за зростанням кількості кліматичних мігрантів стануть найближчі 9 років (2022–2030), якщо не буде вжито термінових заходів.

Кількість кліматичних біженців щороку зростає й становить нині 10–12 млн осіб на рік (рис. 37). На жаль, найбільш незахищені перед кліматичними загрозами країни – одночасно й найбідніші у світі. Велику їхню частину становлять держави Азії та Африки, серед них – Афганістан, В'єтнам, Індонезія, Непал, Кенія, Ефіопія та ін. Збільшення числа біженців у 20 разів порівняно із сьогоднішнім днем може створити економічну світову кризу.

«До 2050 р. в країнах Африки на південь від Сахари може з'явитися до 86 млн внутрішніх кліматичних мігрантів, у Східній Азії і Тихоокеанському регіоні – 49 млн, Південній Азії – 40 млн, Північній Африці – 19 млн, Латинській Америці – 17 млн, Східній Європі та Центральній Азії – 5 млн», – наголошується в доповіді «Вплив на внутрішню кліматичну міграцію. Groundswell. Part 2» Світового банку.

Кліматичні міграції призводять до зменшення кількості населення в одних країнах і різкого збільшення чисельності громадян в інших. Оскільки кількість і масштаб стихійних лих та екологічних катастроф постійно зростають, актуалізується проблема визначення правового статусу осіб, які вимушені мігрувати через екологічні фактори. Подальші питання, порушені

New displacements due to conflict and weather-related disasters, 2008-2019

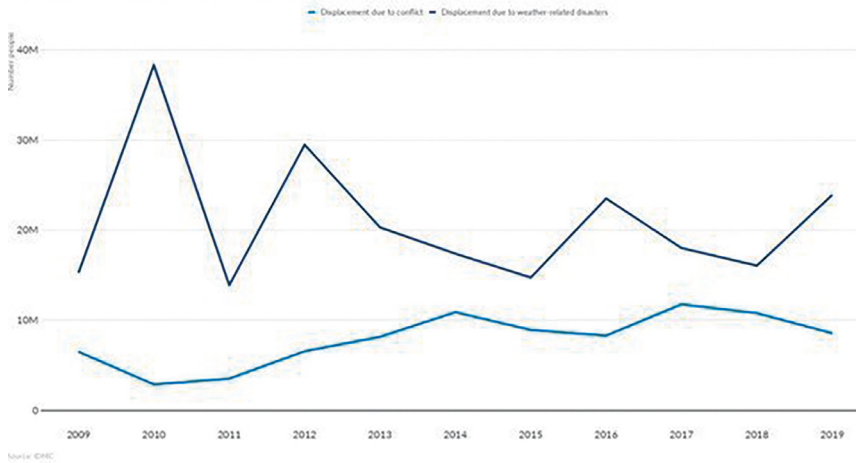


Рис. 37. Нові переміщення через конфлікти та погодні лиха, 2008–2019.
Джерело: news.un.org

появою кліматичних мігрантів, перебувають у площині гуманітарних та безпекових взаємодій – передусім в контексті захисту прав людини (обумовлені зміною клімату мігранти сприймаються як біженці, які потребують міжнародного захисту), загрози неврегульованої міграції та підтримки безпеки кордонів.

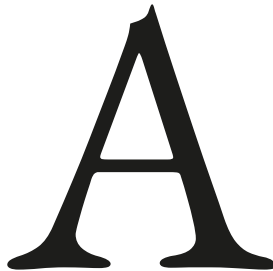
Феномен екологічних біженців увійшов у публічну дискусію в 1985 р., коли експерт ООН з навколишнього середовища Есамм Ель-Хіннаві визначив і вжив відповідний термін. Сучасний стан справ наочно демонструє вразливість екологічних біженців, які наражаються на ризики політичного характеру та можуть бути повернуті на непридатну для життя батьківщину.

Наразі терміни «екологічні біженці» та «екологічні мігранти» відсутні в міжнародному праві. Женевська конвенція про статус біженців 1951 р. не передбачає такої підстави для надання притулку, як зміна клімату.

Протягом останнього десятиліття дедалі більшого поширення набуває трактування міграції як одного з варіантів управління кліматичними ризиками, як форми адаптації до неї.

Міжнародна організація з міграції у своїй діяльності
виступає за реалізацію семи напрямів діяльності – «7 A's»:

- визнання позитивного потенціалу міграції як стратегії адаптації до зміни клімату;
- привернення уваги громад із метою реагування на проблеми, пов'язані з територіальною мобільністю в умовах зміни клімату та деградації навколишнього середовища;
- заохочення партнерських відносин та співпраці між країнами з метою розроблення широкого спектру варіантів дій;
- поширення інформації про вжиті заходи та передовий досвід із метою заохочення розроблення нових заходів;
- оцінювання даних, необхідних для формування обґрунтованої політики;
- залучення фінансових активів для розвитку політики міграції та адаптації, використання активів, пов'язаних із міграцією, зокрема, переказів мігрантів;
- надання можливості для висловлення своєї позиції екологічним мігрантам.



adaptation
bilities
liances
ction
ssessments
ssets
dvocacy

Масштабні повені в Китаї та Пакистані у 2010 р. спричинили переміщення приблизно 10 млн людей, а загалом у тому ж році, за даними Міжнародної організації Червоного Хреста і Червоного Півмісяця, у світі більше 320 млн осіб зазнали шкоди через екстремальні погодні явища⁷.

⁷ World Disasters Report 2013 – Focus on technology and the future of humanitarian action [EN/AR] / OCHA. 17.10.2013. URL: <https://cutt.ly/LKfqiU8>.

2015 р. став одним із найспекотніших за весь період спостережень, спричинивши 32 великі посухи. У 2016 р. рівень вимушеної міграції, у тому числі внаслідок екологічних негараздів, став найвищим із часів Другої світової війни⁸.

У 2015 р. Верховний суд Нової Зеландії завершив провадження в справі про надання статусу біженця у зв'язку з наслідками зміни клімату в острівній тихоокеанській країні Кірібаті та виніс рішення проти заявника.

Заявник у справі Пан Йоан Тейтійота з дружиною у 2007 р. переїхали з Кірібаті до Нової Зеландії, де в них народилося троє дітей, які не мали права на громадянство відповідно до новозеландського законодавства. Родина залишилася в країні незаконно після закінчення терміну дії віз у 2010 р. Аби уникнути депортації, пан Тейтійота подав клопотання про надання статусу біженця, тому що його острівне житло, як і вся територія поблизу, були поглинуті океаном. Така ж доля, очевидно, спіткає й інші частини країни. Отже, він має право бути визнаним біженцем через зміни в довкіллі Кірібаті, викликані кліматичними факторами.

Адміністрація у справах біженців відмовила в наданні такого статусу. Її рішення було підтримано Трибуналом із питань міграції, а також низкою інших судових інстанцій Нової Зеландії. Таке рішення є правомірним, проте демонструє повну непридатність сучасного міжнародного права для забезпечення належного захисту екологічних біженців.

Стурбованість суддів у цій справі обумовлена тим, що визнання статусу екологічних біженців створить серйозні проблеми для держав, які будуть вимушені приймати багатотисячні чи навіть мільйонні потоки мігрантів і брати на себе відповідальність за їхнє облаштування.

Державами-донорами кліматичних міграцій часто виступають острівні країни, територія яких має незначну висоту над рівнем моря, адже саме вони, з огляду на специфічний тип ведення господарства, першими страждають від зростання рівня Світового океану, кількості штормів, цунамі

⁸ Unlocking the inclusive growth story of the 21st century: accelerating climate action in urgent times / The Global Commission on the Economy and Climate. 2018. URL: <https://cutt.ly/QKd60jK>.

тощо. До таких країн належать Тувалу, Кірібаті, Мальдівські та Маршаллові Острови та ін. Відповідно, країнами, які приймають жителів тихоокеанських островів, стали Австралія, Нова Зеландія та інші острівні країни, що останнім часом унаслідок значної кількості кліматичних мігрантів змушені регулювати власну міграційну політику, враховуючи інтереси національної безпеки.

Середня висота над рівнем моря островів Тувалу менше 2 м, найвища точка – Ніулакита – має абсолютну висоту 4,6 м. Дані припливоміру у Фунафуті свідчать про підвищення рівня моря на 4 мм за рік, що приблизно вдвічі перевищує загальносвітовий показник. Унаслідок цього не лише зменшується розмір острова, а й знищуються мангри та глибоко вкорінені продовольчі культури, такі як кокосовий горіх, пулака, таро. Прем'єр-міністр Тувалу Енеле Сопоага попередив, що зміни клімату погіршать наявну несправедливість у світі, який і без того розколотий нерівністю, бідністю та конфліктами, а Тувалу не має ані ресурсів, ані потужностей, щоб упоратися з такими сильними впливами.

Президент Кірібаті Аноте Тонг нагадав Раді ООН із прав людини, що, незважаючи на всі зусилля його уряду, зміна клімату залишається реальною загрозою для його народу. «До кого ми маємо звернутися, щоб наш народ зберіг право на виживання? – запитав Раду президент Тонг. – Якщо існує основний виклик правам людини, який заслуговує всесвітнього зацікавлення, лідерства та співпраці, – то ось він: моральна відповідальність діяти проти зміни клімату саме зараз».

Адаптація. Конкретні рекомендації для країн полягають у необхідності розроблення законів та стратегій запобігання вимушеним переміщенням, мінімізації та подолання їх.

Завдяки географічному розташуванню та природним характеристикам Україна належить до країн, де кліматична міграція наразі є малоймовірною (відео «Чи з'являться в Україні кліматичні мігранти?», <https://cutt.ly/qLKMhc2>). Однак вона може стати одним із кінцевих пунктів для екологічних біженців, яких, попри економічні негаразди, приваблюватиме помірний клімат. Крім того, територія нашої країни може використовуватися для транзиту в напрямку ЄС переважно каналами нелегальної міграції.

З огляду на перспективи наростання екологічної міграції у світі Україні варто врахувати:

- ймовірність активізації міграції через українську територію, що потребуватиме додаткових зусиль у сфері прикордонного та внутрішнього міграційного контролю;
- проблему запобігання діяльності злочинних мереж незаконного транспортування людей;
- необхідність розроблення схем термінового реагування на можливе раптове прибуття екологічних біженців;
- потребу в перегляді законодавства України про притулок і внесення до нього норм регулювання правового становища іноземців, життю яких на батьківщині загрожують природні катаклізми внаслідок зміни клімату.

Завдання в активіті

1. *Розгадати кросенс, записати слово-відгадку. Пояснити, що сприяло вашим роздумам.*
2. *Пригадати вивчене про причини та наслідки зміни клімату й заповнити таблицю-кросворд.*
3. *Медіавправа: прочитати інтерв'ю з вітчизняною кліматологинєю С. Краковською [6]. Сформулювати й записати запитання у форматі 2 + 1.*
4. *Скористатися інфографікою [1] та відео для відповідей на запитання.*
5. *Виконати вправу «Шифрувальник».*

Використані джерела

1. 15 травня – Міжнародний день захисту клімату / Зелений фонд. 15.05.2018. URL: <https://cutt.ly/1FBMHZ7>.
2. Дюк С. Зміна клімату загрожує правам людини – звернення президента Кірібаті до ООН. УкрІнформ. 03.26.2015. URL: <https://cutt.ly/yHnT75H>.
3. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь / за ред. С. П. Іванюти. Київ : НІСД, 2020. URL: <https://cutt.ly/vFBNDT1>.

4. Мурашко А. Всесвітній банк прогнозує понад 200 мільйонів «кліматичних» мігрантів. Українські національні новини. 14.09.2021. URL: <https://cutt.ly/6FBBwnE>.
5. Проблеми визначення правового статусу екологічних біженців. URL: <https://cutt.ly/НО3nb0z>.
6. Світлана Краковська, кліматолог: Є нові свідчення того, що кліматична криза посилюється. Українформ. 22.04.2021. URL: <https://cutt.ly/iF3NpZE>.
7. Climate change link to displacement of most vulnerable is clear: UNHCR / United Nations. URL: <https://news.un.org/en/story/2021/04/1090432>.

Урок 11. Наслідки зміни клімату в Україні

Зростання температури. Останні два десятиріччя в Україні (та й у світі) виявились найтеплішими за весь період спостережень. За цей час літня температура на території нашої країни зросла в межах від 0,8 до 1,5°C. Впродовж останніх 50 років середні температури за десятиріччя підвищувались на 0,3°C.

Для України відчутною ознакою зміни клімату є збільшення тривалості теплого періоду на всій території. За останні 20 років кожен рік в Україні був теплішим за кліматичну норму, а 2020-й став найспекотнішим роком у Європі та Україні (рис. 38).

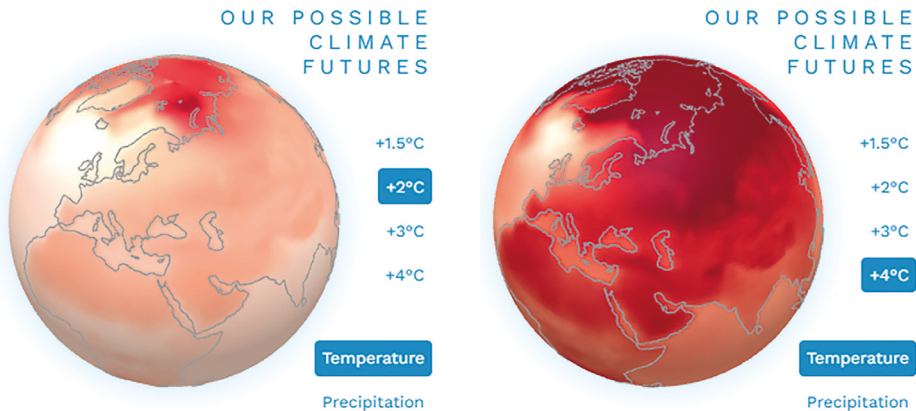


Рис. 38. Прояви глобального потепління на 2 та 4°C. Джерело: IPCC AR6

Швидкість зміни середньої, а також максимальної та мінімальної температур за період 1961-2013 рр. становить 0,3°C кожні 10 років. На сході Центральної Європи, у тому числі на території України, середньорічна

температура повітря за останні 30 років зросла майже на $1,5^{\circ}\text{C}$. Однак темпи підвищення температур у різних регіонах Європи – різні, потепління розподіляється нерівномірно (рис. 39).

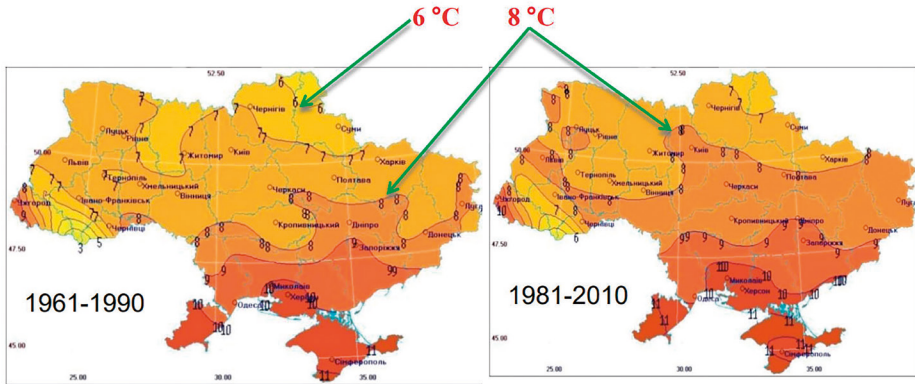


Рис. 39. Середня за рік приземна температура повітря у базовий (1961–1990) та сучасний (1981–2010) кліматичні періоди.
Джерело: В. О. Балабух, 2010

Усі сезони в Україні стали теплішими. Найсуттєвіше зростання середньомісячної температури спостерігається у січні (на $2,3^{\circ}\text{C}$) та липні (на $1,4^{\circ}\text{C}$). Причому влітку збільшується частота прояву хвиль тепла та інших температурних аномалій з переважанням у «теплий» бік. Багаторічні відмінності в середніх сезонних температурах найвідчутніші впродовж зим (відео «Чому в Україні пересихають річки, горять ліси та дмуть пилові бурі», <https://cutt.ly/eLGbcGU>).

Оскільки в Україні темпи потепління доволі високі (рис. 40), як наслідок – посилилися посухи, змінилася водність річок, озер, водно-болотних угідь, зросла кількість і масштабність пожеж в екосистемах, з'явилися не характерні для України екстремальні погодні явища.

Хвилі тепла. За даними Центральної геофізичної обсерваторії у Києві, серед 25 зафіксованих у 2021 р. температурних рекордів у січні було 9, а в червні – 10. Червень 2021 р. виявився найтеплішим за всі 140 років спостережень. Найхолодніше в столиці у 2021 р. було 20 січня, $-20,2^{\circ}\text{C}$, найспекотніше – 24 червня, коли температура в заганку була $+35,5^{\circ}\text{C}$ (рис. 41, 42, табл. 1, 2 [9]).

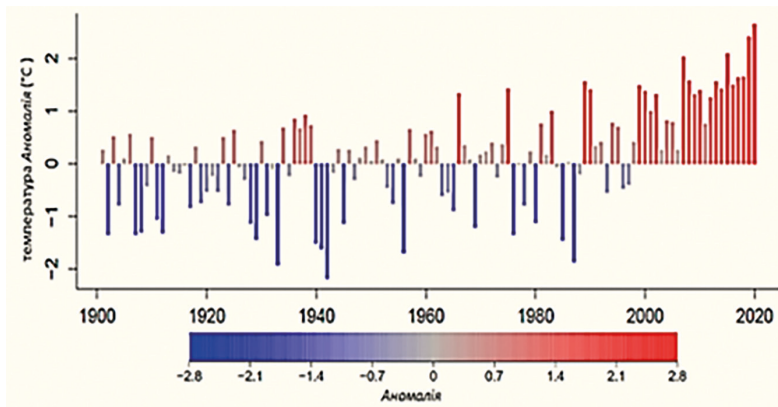


Рис. 40. Зміна річної температури в Україні впродовж 1900–2020 рр.
Джерело: <http://berkeleyearth.lbl.gov/regions/ukraine>

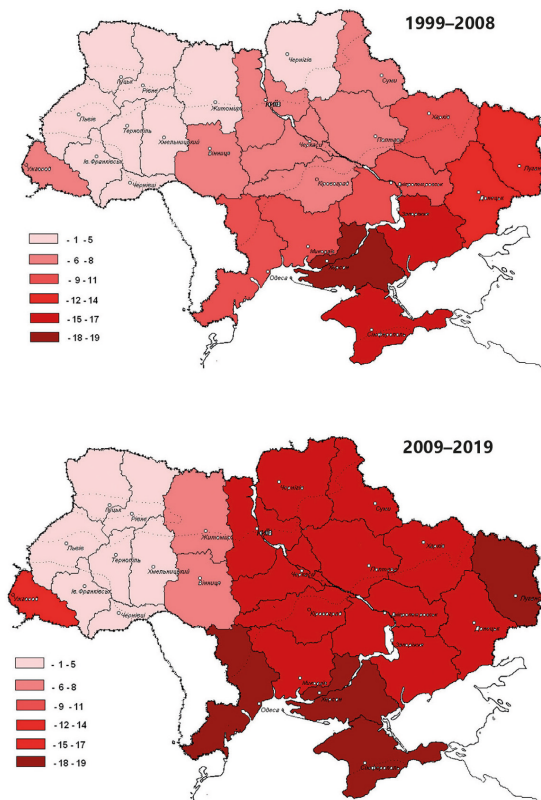


Рис. 41. Кількість днів із температурою повітря вище +35°C в Україні

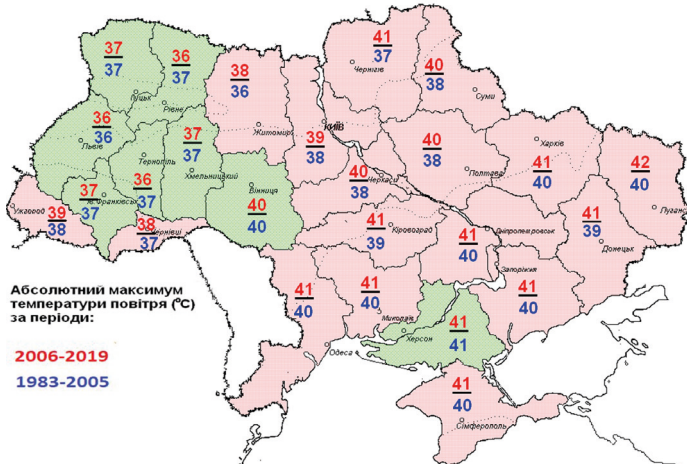


Рис. 42. Абсолютний максимум температури повітря (°C) за періоди: 2006–2019, 1983–2005

Таблиця 1

Повторюваність випадків ХТ у літні місяці за базовий період для визначення кліматичної норми (1961-1990) та за сучасний період (1991–2015) [9]

Станція	Кількість випадків хвиль тепла	
	1961–1990	1991–2015
Вінниця	7	13
Гадяч	5	20
Дніпро	14	22
Кривий Ріг	4	20
Кропивницький	8	22
Лубни	5	11
Могилів-Подільський	8	18
Полтава	7	15
Умань	6	15
Черкаси	6	18

Хвилі тепла центральних областей [9]

Станція	Кількість випадків ХТ	Середня тривалість (дні)	Максимальна тривалість ХТ (дні)	Середня інтенсивність (°С)	Макси мальна інтенсивність (°С)
Вінниця	20	6,8	13	2,7	33,6
Гадяч	25	8,4	19	3,2	111,0
Дніпро	36	8,8	24	3,1	122,6
Кривий Ріг	24	7,4	19	2,7	82,8
Кропивницький	30	7,8	18	2,9	97,8
Лубни	16	7,9	18	2,9	103,2
Могилів-Подільський	26	7,6	12	3,1	49,8
Полтава	22	8,1	19	3,0	108,4
Умань	21	7,6	18	3,0	72,7
Черкаси	24	7,4	18	2,8	85,1

Опади. Кількість опадів змінилась несуттєво, однак іншою стала їхня сезонність: восени їх стало більше, взимку – менше. Зменшилась також кількість днів із дощами, проте збільшилась інтенсивність опадів, коли за декілька годин може випасти половина чи місячна норма. Зливовий характер опадів не сприяє накопиченню вологи у ґрунті. Порівняно з базовим періодом (1961–1990) відбувся перерозподіл кількості опадів по регіонах України та по сезонах.

Теплими зимами частіше йде сніг і дощ із мокрим снігом, який налипає. Це ускладнює роботу транспорту. Також стає більше сильних сніго-

падів (понад 20 мм опадів упродовж максимум 12 годин) і самі снігопади частіше набувають катастрофічного характеру – до 30 мм опадів. Катастрофічність опадів зростає в будь-які сезони року, як і тривалість посушливих періодів між ними.

У період із вересня 2019 р. вищі за середні температури й тривалий дефіцит опадів на південному заході та в центрі України спричинили посуху з відповідним зменшенням врожайності. Також до втрат у виробництві зерна призвели посухи у 2003 та 2007 рр.

Хоча зменшення снігового покриву та танення снігу навесні внаслідок тепліших зим сприяли зменшенню екстремальних повеней, у червні 2020 р. паводки на заході України призвели до пошкодження понад 14 тис. будинків, а також завдали значної шкоди інфраструктурі: приблизно 500 км доріг було виведено за ладу, а деякі магістралі – зруйновано.

Втрата водності. Загалом в Україні приблизно 70% населення можуть зазнати впливу бодай одного з наслідків зміни клімату в майбутньому. За даними видання «The New York Times», у нашій країні у 2040 р. головною небезпекою може стати дефіцит води.

Довготривалі посухи, нерівномірні опади та активніше випаровування вологи в результаті потепління призводять до постійного зменшення водності річок і, відповідно, водозабезпечення окремих регіонів. У ХХІ ст. в більшості адміністративних областей України буде спостерігатися зменшення поверхневого водного стоку, що пов'язано не лише зі зменшенням кількості атмосферних опадів, а й із зростаючим водозабором для сільськогосподарських і комунальних потреб.

Очікується, що, наприклад, в Одеській області зменшення поверхневого водного стоку становитиме до 50% у період до 2030 р. і до 70% – до 2050 р.

Як наслідок посух та скорочення опадів у літній період упродовж останніх років рівень води в річках України протягом літнього періоду є нижчим за норму.

За оцінками українських учених, в річці Дніпро на період 2030–2040 рр. буде менше води на 29%, а в річці Дністер – на 37%. Це

приведе до зменшення врожайності, втрати водних та водно-болотних екосистем, збідніння біо- та ландшафтного різноманіття.

Також на багатьох територіях існує загроза зменшення обсягів підземних вод та деградації водно-болотних угідь. Крім створення ризиків для поселень, така ситуація, що є найхарактернішою насамперед для зони Полісся, матиме негативні наслідки для живлення певної кількості українських річок та озер, адже саме цей регіон, враховуючи багаторічний режим опадів, є свого роду накопичувачем ресурсу для живлення та підтримки поверхневого стоку й рівня підземних вод. Відповідно, висихання боліт сприяє зростанню кількості пожеж.

Більшість українців споживають питну воду саме з поверхневих джерел, тож, окрім зазначених викликів, гостро стоятиме питання дефіциту чистої води. Інститут водних проблем і меліорації прогнозує, що вже до 2050 р. Україні доведеться імпортувати питну воду.

Україна є однією з найменш забезпечених питною водою європейських країн. На кожного українця припадає 1217 м³ прісної води, тоді як, наприклад, в Ефіопії та Нігерії цей показник – 1243 та 1252 м³ відповідно.

Посухи. У період 2007–2012 рр. посухи почастішали в будь-які сезони. До цього, у тому числі наприкінці ХХ ст., Україні були притаманні відносно сприятливі умови зі слабкими посухами та вищою атмосферною вологістю.

На кількість посух суттєво впливає зростання середньорічної температури: за прогнозами, впродовж 2020–2050 рр. кожен другий сезон може бути посушливим.

Посухи захоплюють не лише теплі південні й південно-східні райони України, а й поширюються на північні й північно-східні, викликаючи втрату підземних і поверхневих вод та виснаження водно-болотних угідь, змінюючи структуру екосистем, господарства й спосіб життя мешканців, загрожуючи лісовими пожежами. Крім того, посуха спричиняє значну ерозію ґрунту та погіршення його стану, створює ризики для здоров'я.

Пожежі в екосистемах. Зростання температур і тривалості пов'язаних із ними посух в Україні підвищує ризики виникнення пожеж в екосистемах.

Якщо в десятиліття 1997–2006 рр. середня площа територій в Україні, на яких було зафіксовано пожежі, становила 4,4 тис. га, то за 2007–2016 рр. вона збільшилася до 5,9 тис. га.

Аномально тепла зима 2019–2020 рр. в Україні призвела до дефіциту водних ресурсів навесні 2020 р. та зростання кількості природних пожеж до вдвічі вищого рівня, ніж в аналогічний період попереднього року.

Наприклад, пожежі в Зоні відчуження сягнули найбільших масштабів в її історії (згоріло майже 11,5 тис. га). Так, 17–18 квітня 2020 року рівень забруднення повітря в місті Києві, за індексом якості повітря «IQAir», був найвищим серед найбільших міст світу. У столиці в цей період спостерігався значний рівень задимленості, у повітрі було зафіксовано продукти горіння. Причиною цього стали пожежі в Житомирській області.

Зростання температур та тривалі посухи призводять не тільки до посилення ризиків пожеж у лісах, а й до деградації водно-болотних угідь, висушування торф'яників і ділянок, де необережне поводження з вогнем, блискавка й самозаймання спричиняють масштабні тривалі пожежі зі знищенням біоти та загрозами для поселень.

Суттєвим фактором ризику появи та поширення пожеж в екосистемах є війна.

У 2020 р. в зоні збройного конфлікту пожежники намагалися стримати поширення лісових пожеж, які знищили майно та спричинили евакуацію багатьох сіл у районі Луганська.

Війна додатково зменшує доступні ресурси для реагування на небезпечні погодні явища та їхні наслідки, тим самим знижуючи адаптаційні можливості та підриваючи сталість території.

Підняття рівня Чорного та Азовського морів. Результати дослідження «Вода близько», проведеного ГО «Екодія» у співпраці з науковцями, демонструють ризики й наслідки підвищення рівня моря для прибережних територій південних областей України.

Згідно з проведеними розрахунками, у 2100 р. слід очікувати на затоплення території площею майже 650 тис. га, а з урахуванням

нагонів моря – до 1 млн га. Найбільшого впливу зазнають Крим, Херсонська та Одеська області.

Підняття рівня Чорного моря (рис. 43а, 43б) означає загрозу затоплення важливих об'єктів інфраструктури, промисловості, цілих житлових кварталів, об'єктів культурної спадщини, а також великі зміни чи навіть загибель деяких екосистем прибережних регіонів. У зоні прогнозованого затоплення перебувають Одеський, Маріупольський, Керченський, Ялтинський морські торговельні порти. Відповідно зміняться й екосистеми прибережних територій, від затоплення постраждають Чорноморські острови, що є місцем гніздування тисяч птахів, та екосистеми природно-заповідного фонду, що мають біосферне значення.



Рис. 43а. Території, що можуть бути затоплені з підняттям рівня океану до 2100 р.



Рис. 43б. Території України, що можуть бути затоплені з підняттям рівня океану до 2100 р.

Розширення ареалів або зникнення видів тварин і рослин. Зміна й розширення ареалів існування багатьох видів тварин та рослин теж є наслідками кліматичної зміни. На територіях з'являються види, раніше для них не характерні. Особливо це помітно по комахах та павукоподібних, адже доволі часто ареали їхнього поширення залежать від глибини промерзання ґрунту та загалом зимових температур. Іншими словами, ті комахи, що влітку відклали личинки, а самі зимують північніше, ніж звичайно, ризикують загинути впродовж зими. Однак якщо зимові температури плюсові, ці ризики зменшуються, й тварини отримують для існування нові території. Тож обмежувальні чинники поширення видів – літні й зимові температури, кількість опадів, глибина промерзання ґрунту тощо – в період кліматичних змін теж змінюються і, зазвичай, сприяють розширенню ареалів на північ та схід (у Північній півкулі) та південь (у Південній).

Особливо відчутним для соціуму є розширення ареалів небезпечних тварин, що завдають шкоди лісу та сільському господарству, які внаслідок переважного пом'якшення зим отримали можливості виживати на територіях, віддалених від звичних ареалів. Види, що з певних причин не змогли адаптуватись у періоди зміни клімату, вимирають.

На території південних областей України з'явився каракурт, а в Поліссі – розмножується й не вимерзає сосновий пильщик. Самшиту активно загрожує інвазивна самшитова вогнівка, а каштанам – каштанова міль.

Зміна клімату в Україні та здоров'я населення. Зміна клімату призводить до збільшення кількості днів, коли спостерігаються екстремально високі температури. Це має негативні наслідки для здоров'я населення, що виражається в зростанні ризиків раптової смерті, спричиненої перегрівом. Особливо це стосується дітей, літніх осіб, осіб із хронічними захворюваннями та робітників, які працюють на відкритому повітрі. У цьому контексті прояви зміни клімату поглиблюватимуть негативні тенденції у формуванні вікового профілю смертності.

Подовження періоду цвітіння рослин-алергенів негативно впливає на якість життя алергіків та астматиків. В Україні на бронхіальну астму страждають приблизно 5–6% населення, а кожен третій-четвертий

періодично має прояви алергії. Посилюються ці захворювання ще й через вдихання продуктів горіння від пожеж в екосистемах. Часто зростання кількості алергій пов'язане із захопленням територій новими інвазивними видами, раніше для них не характерними (амброзія, ваточник сирійський тощо).

Адаптація та протидія зміні клімату. Що робить Україна? Усі ключові соціально-економічні галузі України нині зазнають впливу екстремальних погодних явищ, пов'язаних зі зміною клімату, таких як екстремальна спека, пожежі та повені. Багато громад є вразливими до очікуваних упродовж найближчих десятиліть наслідків кліматичних змін.

Україна також дуже вразлива до таких явищ, як дощові паводки, повені та прибережні затоплення, у тому числі затоплення сільськогосподарських і міських територій, селі та грязьові потоки, а також зсуви ґрунту. Водночас підвищення температур зменшує кількість весняних заморозків, що позитивно позначається на врожайності зернових культур, наприклад, озимої пшениці.

Розширення зон опустелювання та поширення посух має переконати українських аграріїв у потребі інвестувати в кліматично сумісні практики.

Посухи все більше стають нормою для аграрних регіонів на півночі й північному сході України, де раніше такі явища майже не спостерігались. Пом'якшення наслідків кліматичних змін та адаптація до них критично важливі для збереження української позиції серед головних виробників аграрної продукції світу.

Нестача дощів – лише один із багатьох негативних наслідків зміни клімату в Україні. Серед них – ерозія ґрунтів, зміна рослинності, порушення циклу сівозмін, а також поширення нових хвороб, шкідників та бур'янів. Вирішення цих проблем вимагає впровадження нових практик і технологій.

Соціальні наслідки підняття рівня моря в Україні насамперед виявлятимуться у вимушених внутрішніх кліматичних міграціях, адаптації до втрати суші й об'єктів транспорту та енергетики, перелаштуванні сільськогосподарського виробництва і, відповідно, вимагатимуть комплексу заходів з облаштування нової інфраструктури й угідь.

Уряд України одним із перших ратифікував Паризьку угоду. Для реалізації цієї амбітної мети наша країна має обмежити, а в перспективі – відмовитися від видобутку та використання викопного палива, підвищити енергоефективність та побудувати нові потужності, які виробляють енергію з відновлюваних джерел.

Підписавши РКЗК ООН, Україна зобов'язалась адаптуватися до зміни клімату, тому національна стратегія та програма розвитку економіки держави мають враховувати та містити питання адаптації. Держава повинна підтримувати постійне оновлення оцінки фактичних та моделювання майбутніх змін клімату та проводити адаптацію до наслідків для територіальних громад, природних екосистем, секторів економіки.

У співпраці з німецько-українським агрополітичним діалогом у сфері адаптації до зміни клімату було розроблено проєкт Стратегії адаптації до зміни клімату сільського, лісового та рибного господарств України до 2030 р.

Метою Стратегії є створення умов для підвищення продуктивності сільського, лісового та рибного господарств водночас зі скороченням викидів парникових газів та адаптацією до зміни клімату в контексті забезпечення їх СР, а також використання природних ресурсів із дотриманням вимог міжнародних договорів у сфері зміни клімату.

Проведено аналіз кліматичних змін та вразливості до них басейну Дністра, визначено основні стратегічні напрями адаптації до зміни клімату й план їх реалізації в басейні Дністра.

Україна не існує окремо від усієї планети, тому вирішальне значення матиме спрямованість власних і міжнародних зусиль щодо подолання наслідків зміни клімату. В останньому звіті МГЕЗК зазначено, що хоча скорочення глобальних викидів для обмеження глобального потепління до 1,5°C все ще в межах досяжності, не можна виключати потепління на 4°C або більше. Країни повинні впевнитись, що адаптаційне планування враховує ці вищі рівні потепління як частину своєї оцінки ризику та реагування на зміну клімату. Натомість чим раніше буде вжито заходів, тим суттєвіше зменшиться такий ризик.

Дослідження в Україні засвідчують, що слід розширювати залучення політиків на місцевому рівні до вирішення наявних загроз, а також координувати послідовні національні заходи, спрямовані на протидію зміні клімату.

Для пом'якшення наслідків кліматичних змін потрібно зменшувати викиди парникових газів і паралельно впроваджувати заходи з адаптації. Вони дуже різні й залежать від проблем і ресурсів громади. Заходи з адаптації допомагають не тільки пристосуватись до зміни клімату, а й створюють можливості для населення.

У 2017 р. в село Орлівка Одеської області було перевезено буйволів із Закарпаття з метою зменшення водяної рослинності та розчищення замулених ділянок. Окрім того, що буйволи покращують стан місцевої екосистеми, для місцевого населення утворилися нові робочі місця. Щонайменше 5 людей отримали роботу. Також в Орлівці планують виробляти моцарелу з молока буйволів.

Західна Україна є регіоном, вразливим до паводків. Так, у 2020 р., за даними ДСНС, було підтоплено приблизно 6000 домівок, майже 600 людей евакуйовано, троє – загинули. При цьому в деякі місяці відсутня достатня кількість питної води. У селі Богдан було встановлено резервуари для збирання дощової води, яку потім використовують повторно для технічних потреб у школі та пожежній службі. Також у селі розміщено інформаційні стенди з планом дій при надзвичайних ситуаціях та розчищено русло річки.

Для Бужанської ОТГ в Черкаській області актуальними заходами є вдосконалення способів ведення сільського господарства з урахуванням кліматичних ризиків, вирощування більш теплолюбних та посухостійких культур, покращення інфраструктури та умов життя для домогосподарств.

Для запобігання спеці в містах створюють «зелені» чи «блакитні» зони, в яких висаджують дерева, кущі, газони, відновлюють річки, закладають озера, фонтани.

У Львові ГО «Плато» створила дощовий садок, щоб зменшити застій води на дорозі біля будинку. Також на стіні будинку ак-

тивісти висадили саджанці плюща та винограду, які з часом сприятимуть вертикальному озелененню стіни та захищать її від перегрівання.

Підвищення поінформованості про зміну клімату та її наслідки (соціальні, економічні, екологічні) надає можливість розрахувати перспективи й відповідно скоригувати власну діяльність, що також є одним із способів адаптації громадян і господарства країни.

Державі необхідно не втратити продуктивність сільського господарства, провести заміни культур на ті, що відповідають перспективам зміни клімату, впровадити водо- й енергозберігаючі технології в помешканнях і господарстві тощо. Загалом держава має трансформувати енергетичний сектор і покращити результати для довкілля, здоров'я й добробуту людей.

Енергоефективність. Енергоефективність – це забезпечення своїх потреб із використанням меншої кількості енергії.

Найбільший потенціал щодо економії енергії мають заходи з термомодернізації – скорочення споживання ресурсів за допомогою встановлення енергоефективного та регулюючого обладнання, утеплення зовнішніх стін будівель тощо.

Приклад реалізації Урядової програми з термомодернізації – Луцька організація співвласників багатоквартирних будинків «Явір-2011», яка облаштувала індивідуальний тепловий пункт та утеплена фасади будинку, залучивши 2 млн грн. З них 40% відшкодувала держава, а відсотки за кредитом – Луцька міська рада. У результаті витрати на опалення для мешканців будинку зменшилися в 2,2 рази.

Розвиток відновлюваної енергетики. ВДЕ – це джерела енергії, що походять із природних джерел або процесів і постійно поповнюються. Наприклад, сонячна енергія продовжує надходити, а вітер – віяти, хоча кількість цих ресурсів розподіляється по планеті нерівномірно, а також залежить від часу доби та погоди.

Викопні ресурси, такі як вугілля, нафта, природний газ та уранова руда, до ВДЕ не належать, бо вони відновлюються протягом сотень тисяч років.

Частка ВДЕ в енергосистемі України станом на початок 2022 р. – 8,9% (рис. 44). Показник продовжує зростати, але не достатньо швидко, щоб досягти 100% ВДЕ до 2050 р. та виконати цілі Паризької угоди. Цьому є декілька причин.



Рис. 44. Структура виробництва електроенергії в ОЕС України у 2021 році

Наразі відновлювані джерела потребують підтримки держави для розвитку та гарантованого викупу державою. Однак така модель забирає більшість ризиків в операторів станцій ВДЕ, не стимулюючи їх до більш якісної інтеграції в систему.

Податок на викиди CO₂ в Україні – один із найнижчих у світі. У січні 2022 р. він становив 30 грн за 1 т, що у 129 разів нижче, ніж, наприклад, у Швеції. Комісія високого рівня з питань встановлення ціни на викиди CO₂ дійшла висновку, що «ціна на викиди CO₂, яка відповідає досягненню цілей Паризької угоди, має становити щонайменше 40–80 доларів США за 1 т з перспективою збільшення до 50–100 доларів США за 1 т до 2030 р., щоб досягти цілей Паризької угоди та не допустити зростання глобальної температури на понад +1,5°C».

Однак немає жодного виду енергії, який би не впливав на навколишнє середовище в процесі виробництва чи використання: кожний спосіб виробництва енергії певним чином шкодить довкіллю. Різниця – лише в обсягах і способах впливу, видах забруднення чи пріоритетності завдань з

нейтралізації видів забруднень. Навіть «екологічно безпечні» види енергії створюють шум, сприяють деградації земель, затопленню територій, впливають на міграційні шляхи тварин і зменшують біорізноманіття, викликають сейсмічні явища або ін. Отже, запобігання зміні клімату полягає в максимальній економії енергії будь-якого походження.

Відмова від викопного палива. Перед вугільними містами України стоять однакові виклики. Собівартість видобутку вугілля в нашій країні значно перевищує ринкову ціну. Держава щорічно покриває різницю, але мільярдні дотації на видобувну промисловість виснажують бюджет. Через це Україна має відмовитися від видобутку та спалювання вугілля. Щоб люди не залишилися без засобів для існування через закриття шахт, місцева влада має запровадити справедливий перехід на нову модель економічного розвитку, піклуватися про те, щоб робітники галузі пройшли додаткове навчання й перекваліфікацію.

Монопрофільні (шахтарські) міста Донеччини об'єдналися та створили Платформу СР. Документ підписали керівники місцевої влади та ГО Добропілля, Мирнограда, Новогродівки, Покровська, а також Торгово-промислової палати Донецької області. Таке об'єднання сприятиме спільній боротьбі задля реалізації принципів СР; зміцненню партнерства в межах соціально-економічного розвитку населених пунктів; трансформації іміджу територій; скороченню викидів парникових газів та підвищенню рівня добробуту населення.

Розширення мережі об'єктів природно-заповідного фонду. Оскільки антропогенний тиск знижує стійкість екосистем та робить їх вразливими до кліматичної зміни, головним шляхом збереження вразливих екосистем є розширення природних територій з наступним створенням на них природно-заповідного фонду. Це унеможливує їх господарське використання та зберігає ресурс для регулювання балансу екосистеми. Також важливим кроком є виведення територій деградованих екосистем з активного господарського використання з їх наступною рекультивацією.

Серед найбільш вразливих екосистем – центри ендемізму, зокрема, в каньйонах річок Дністер та Південний Буг, які можуть бути втрачені через створення гідроелектростанції або підняття рівня води у водосховищах.

На думку експертів, антропогенний тиск загрожує збереженню вразливих морських та прибережних екосистем: не виконуються норми щодо заборони будівництва в прибережній смузі, не регулюється рекреаційне навантаження; не створюються нові об'єкти природно-заповідного фонду в приморській зоні.

Згідно з даними Держгеокадастру, станом на 1 січня 2016 року сільськогосподарські землі займали 70,8% території країни, а забудовані – 4,2%. Природні трав'янисті та водно-болотні екосистеми (степи, луки, болота, прибережні оселища) збереглися на крутих схилах, заболочених або засолених ділянках. Цілинних степів залишилося приблизно 3% від площі їхнього первинного поширення, й вони зазнають впливу кліматичних змін (на півночі – мезофітизації, на півдні – опустелювання). Збережені ділянки продовжують деградувати через фрагментацію та антропогенний вплив.

Зростання кліматичної сталості міст. Понад 100 міст України підписали міжнародну Угоду мерів і взяли на себе зобов'язання зменшувати викиди парникових газів до 2020/2030 рр. Наразі угода об'єднує 303 населених пункти країни.

Угода мерів – найбільший у світі рух за збереження клімату й енергії на місцевому рівні. Ця європейська ініціатива об'єднує тисячі місцевих органів влади, які добровільно взяли на себе зобов'язання досягнути кліматичних та енергетичних цілей ЄС. Підписанти Угоди мерів зобов'язуються вжити заходів для скорочення викидів парникових газів в ЄС мінімум на 40% до 2030 р. й виробити спільний підхід до вирішення проблеми пом'якшення наслідків зміни клімату та адаптації до них.

Міста особливо вразливі до екстремальних погодних явищ, зокрема, до сильних повеней, хвиль тепла та сильних пилових бурь.

Кілька населених пунктів України (Житомир, Львів, Чортків, Кам'янець-Подільський, Баранівська ОТГ, Гростянець та Полтава) оголосили про рішення перейти на 100% відновлюваної енергетики до середини століття. Голови міст та громад публічно підписали меморандум із міжнародною неурядовою організацією 350.org, оголосивши про плани повного переходу до 2050 р. на використання ВДЕ.

Загалом адаптація до зміни клімату – це пристосування природних та соціальних систем до фактичних або очікуваних кліматичних впливів чи їхніх наслідків. Вона дає змогу знизити шкоду та скористатися можливостями, такими як створення нових робочих місць або економія коштів на ліквідацію наслідків надзвичайних ситуацій.

Адаптація до зміни клімату може відбуватися на будь-якому рівні суспільства – від особистого до національного та міжнародного.

Заходи з адаптації мають різні форми й формати та залежать від унікального контексту громади, країни чи регіону. Не існує універсального рішення – адаптація може варіюватися від побудови засобів захисту від повені до створення систем раннього попередження про циклони й переходу на посухостійкі культури.

Завдання в активіті

1. Виконати вправу «Кореспондент» (придумати запитання й взяти інтерв'ю за темою «Транспорт»).
2. Розглянути фото та написати, цвітіння яких рослин на них зображено.
3. Розглянути інфографіку й відповісти на запитання.
4. У який спосіб громадська організація «Плато» (Львів) запропонувала зменшити застій води після дощових опадів?
5. Скласти словник наукових термінів за вивченими темами (уроки 3–11).

Використані джерела

1. Адаменко Т. Зміна клімату та сільське господарство в Україні: що варто знати фермерам? 2019. URL: <https://cutt.ly/IO3D0HW>.
2. Білозерова Л. «Зрадоперемоги» – 2021 та невизначене майбутнє української ВДЕ-генерації. Українська енергетика. 28.01.2022. URL: <https://cutt.ly/mFNb0qt>.
3. Вода близько: підвищення рівня моря в Україні внаслідок зміни клімату / Екодія. 13.11.2018. URL: <https://cutt.ly/uFNEqC8>.
4. Звіт про результати стимулювання та використання енергії, виробленої з відновлюваних джерел, в Україні за 2019–2020 рр. URL: <https://cutt.ly/WFNHejO>.
5. Зміна клімату в Україні та світі: причини, наслідки та рішення для протидії / Екодія. 02.11.2020. URL: <https://cutt.ly/zFNWRnM>.

6. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь / за ред. С. П. Іванюги. Київ : НІСД, 2020. URL: <https://cutt.ly/JFNWQF4>.
7. Набір даних Берклі про температуру Землі. URL: <https://cutt.ly/2FNWxCH>.
8. Національний план дій з енергоефективності на період до 2030 року : проект від 29.12.2021. URL: <https://cutt.ly/OFNH9TQ>.
9. Угода мерів / EU4Energy. 10.07.2022. URL: <https://www.com-east.eu/uk/pro-nas/ugoda-meriv/>.
10. Шевченко О. Оцінка вразливості до зміни клімату: Україна. URL: <https://cutt.ly/LKf8rhz>.
11. Climate Change Impacts for Ukraine / L. Wilson, S. New, J. Daron, N. Golding. Met Office, 2021. URL: <https://cutt.ly/mFNWvBu>.

Блок III. Прийняття рішень із протидії зміні клімату

Урок 12. Які можливі прояви кліматичної зміни очікують землян. Міжнародні рухи з протидії зміні клімату

Для зупинки глобального потепління потрібно припинити утворення викидів CO₂ внаслідок діяльності людства. Як альтернативний варіант можна розглядати знешкодження новоутворених викидів парникових газів за рахунок різних заходів. Залежно від можливої реакції людства на зміну клімату ці сценарії ведуть до різного майбутнього.

Існує кілька міжнародних організацій, на сценарії яких спирається світова спільнота та експерти. Одна з них – це МГЕЗК, звіт якої публікується раз на 5–7 років.

МГЕЗК – група, створена в 1988 р. спільно ВМО та ЮНЕП для оцінювання наукової інформації, що стосується зміни клімату й формулювання реальних стратегій реагування на них.

Кожний звіт зазвичай складається з трьох частин. У першій йдеться про те, що відбувається з кліматом зараз і що станеться невдовзі, у другій розглядаються наслідки зміни клімату для людства й світу, у третій описано заходи з адаптації. (відео «Міжурядова група експертів зі зміни клімату», <https://www.un.org/ru/climatechange>).

9 серпня 2021 року МГЕЗК опублікувала першу частину VI Звіту про зміну клімату Землі. У ній вчені описали, як змінюється клімат на Землі – причини та можливі наслідки. У другій частині (березень-травень 2022) йдеться про шляхи адаптації людства до нового клімату. Третя частина (осінь 2022) розкаже про найголовніше: як і на скільки потрібно скорочувати викиди парникових газів. Поки що цієї інструкції немає.

Перша частина звіту прогнозує, що за найпесимістичнішого розвитку подій людство до кінця XXI ст. житиме в екстремальних умовах на дуже спекотній планеті:

1. Планета розігрівається швидше, ніж раніше. Ця теза має три рівні: 1) температура останніх п'яти років – найвища із середини ХІХ ст. з моменту початку спостережень; 2) за останні півстоліття температура зростала швидше, ніж за будь-які інші 50 років двох останніх тисячоліть; 3) десятиліття 2010–2019 може бути найспекотнішим за останні 12 тис. років – із початку сучасного міжльодовикового періоду.
2. Коливання глобальної середньорічної температури не перевищували 0,5°C аж до різкого стрибка в середині ХІХ ст. – з початком індустріальної ери. Цей висновок отримали з реконструкції температури за останні 2000 років за різними джерелами: осадом в океанах, болотах і річках, льодовиковими кернами з полюса, з історичних записів і спостережень.

У звіті є 9 сценаріїв кліматичних змін до 2100 р. (рис. 45) – від найоптимістичнішого до «справжнісінького пекла». Який із цих сценаріїв реалізується, залежить від скорочення викидів парникових газів.

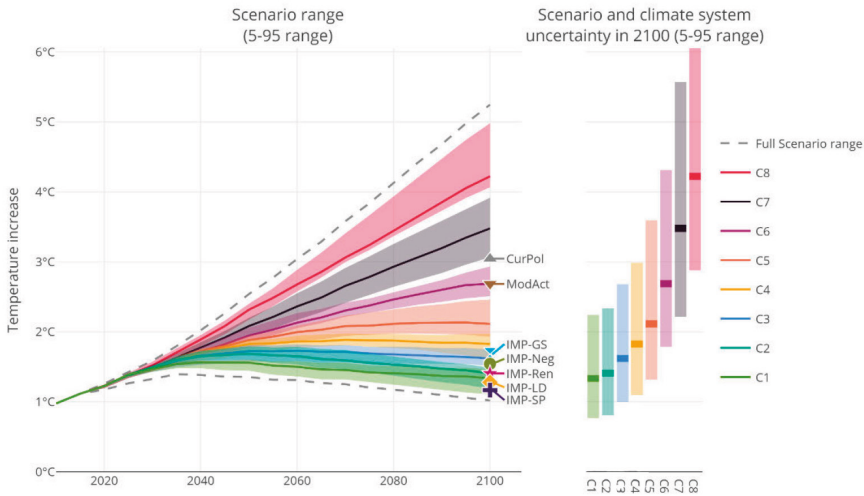


Рис. 45. Глобальна середня температура до 2100 р.: сценарії.
Джерело: <https://report.ipcc.ch/>

Однак навіть за найоптимістичнішим сценарієм, якщо ми зупинимо антропогенні викиди, температура все одно зростатиме (рис. 46). У кліматичній системі висока інерційність – океани нагрілися дуже сильно, і вони будуть довго віддавати тепло, їхній рівень буде зростати, крига буде

танути. Якщо викиди зупинити, поступово ситуація буде вирівнюватися. Як саме це можна зробити, вчені розкажуть у третій частині звіту

C1 [371]	Below 1.5°C with no or limited overshoot
C2 [1331]	Below 1.5°C with high overshoot
C3 [311]	Likely below 2°C
C3a [204]	Immediate action
C3b [197]	NDCs
C4 [159]	Below 2°C
C5 [212]	Below 2.5°C
C6 [37]	Below 3°C
C7 [164]	Below 4°C
C8 [29]	Above 4°C

Рис. 46. Сценарії та температура

Микола Шлапак, український автор третього розділу звіту, пояснив, що в ньому буде повідомлено про вплив викидів парникових газів на клімат. У кожній із секторальних частин буде розглянуто окремо вплив транспорту, будівництва, енергетики, промисловості, міст і сільського господарства. І в кожному розділі буде подано пояснення про рівень викидів, від чого вони залежать, як їх скоротити, які є технології і яка їхня вартість. Окрема тема звіту – зв'язок між скороченням викидів і адаптацією до тих кліматичних змін, які вже є.

«Буде і глава, якої в попередніх звітах не було, – про соціально-поведінкові фактори. Як зміни в попиті на продукти та послуги, поведінці споживачів, їхніх побутових звичках можуть вплинути на скорочення викидів», – зазначає Микола Шлапак.

Думки фахівців з інших установ або організацій не надто відрізняються від думки експертів МГЕЗК, варіюються лише кількість сценаріїв та показники температур.

Найближче десятиріччя. За найгіршим сценарієм, потепління стабільно відбуватиметься, але найекстремальніші події будуть розгортатися в менш населених регіонах і не викликать занепокоєння в усьому світі; кілька міст будуть накривати часті теплові хвилі, менше снігу випадатиме на гірських курортах в Альпах, Скелястих горах та Андах.

За середнім сценарієм, внутрішня природна мінливість клімату призведе до більшого потепління, ніж прогнозувалося, температура регулярно зростатиме більше ніж на 1,5°C; посилюватимуться громадські заворушення через смертельні теплові хвилі в Чикаго, Калькутті, Пекіні, Карачі та Сан-Паулу; надзвичайний глобальний саміт 2025 р. раптово перейде до реалізації більш амбітних кліматичних цілей.

За найкращим сценарієм, будуть посилені кліматичні дії в усіх основних регіонах світу на національному, державному та місцевому рівнях; транспорт буде декарбонізовано, і до 2025 р. продано більше автомобілів з електричним двигуном, ніж із двигунами внутрішнього згорання; буде встановлено та апробовано декілька установок для захоплення та зберігання вуглецю промислових розмірів (рис. 47).



Рис. 47. Інфографіка із Спеціального звіту про глобальне потепління на 1,5°C (2018)

Хронологія міжнародних подій зі зміни клімату. Переговори. У 1992 р. під час міжнародного Саміту Землі в Ріо-де-Жанейро 154 країни визнали існування зміни клімату в результаті людської діяльності та

прийняли рішення вести спільну роботу для обмеження глобального потепління. У цьому ж році було прийнято РКЗК ООН (рис. 48).

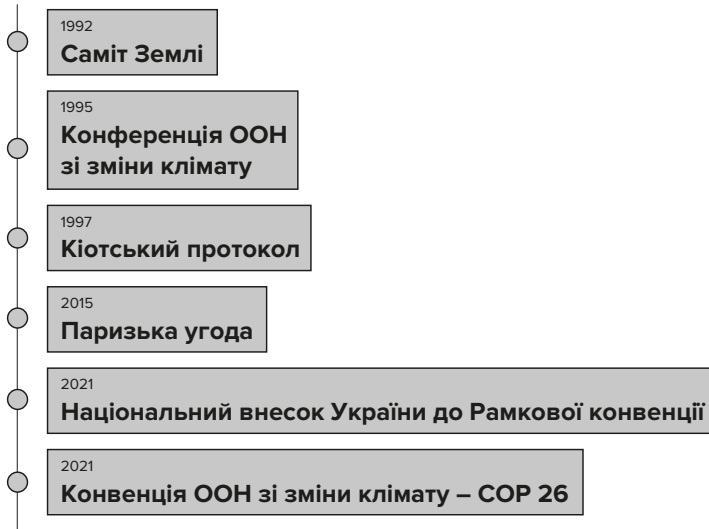


Рис. 48. Таймлайн «Хронологія міжнародних подій зі зміни клімату»

З 1995 р. сторони конвенції почали щорічно збиратися для прийняття спільних рішень на Конференції сторін (англ. Conference of Parties, або COP). Перша зустріч відбулася в Берліні.

На Конференції сторін збираються представники кожної країни – підписанта РКЗК ООН: 196 країн світу, а також ЄС, який бере участь як окремий член конвенції. Окрім того, до конференції залучаються представники неурядових організацій, місцевих органів влади, наукової спільноти, молоді, бізнесу, профспілок та інших зацікавлених сторін.

Кіотський протокол – міжнародна угода про обмеження викидів в атмосферу парникових газів. Її головна мета – стабілізувати рівень концентрації парникових газів в атмосфері у 2008–2012 рр. до рівня 1990 р. й не допустити небезпечний антропогенний вплив на кліматичну систему планети. Протокол прийнято в Кіото 11 грудня 1997 року, і він почав діяти з 16 лютого 2005 року. Станом на 2022 р. його підписала та ратифікувала 191 країна, в тому числі більшість промислово розвинутих країн, крім США, які підписали, але не ратифікували угоду.

Паризьку угоду було підписано на Міжнародних кліматичних переговорах ООН (COP21) у 2015 р. Вже через рік угода набула чинності після схвалення 55 країнами, відповідальними за понад 55% світових викидів парникових газів. Станом на 2019 р. 184 країни (із 197 країн-учасниць) ратифікували Паризьку угоду.

Головною метою цієї угоди є утримання глобального потепління на Землі в межах до 2°C та докладання максимальних зусиль, аби зупинити потепління на 1,5°C. Це означає, що людство повинне обмежити викиди парникових газів, що утворюються від спалювання викопного палива й спричиняють глобальне потепління.

Участь кожної окремої країни в досягненні світової мети визначається нею індивідуально, є добровільною та має назву «національно визначений внесок». Угода вимагає, щоб такі внески були «амбітними» та встановленими «...з метою досягнення цілей Угоди». Однак останні дані свідчать, що цілі зі скорочення викидів не допоможуть утримати потепління в межах 2°C, і до 2020 р. очікувалось, що країни переглянуть свої цілі зі скорочення викидів парникових газів.

Що потрібно зробити, щоб обмежити глобальне потепління, та як діяти в разі надзвичайної кліматичної ситуації? Щоб запобігти потеплінню понад 1,5°C, нам потрібно знижувати викиди на 7,6% щороку з 2019 до 2030-го.

Якби країни почали діяти на основі цих даних 10 років тому, то урядам потрібно було б скорочувати викиди лише на 3,3% щороку. З кожним наступним роком, якщо ми не вживатимемо заходів, рівень складності та витрат на скорочення викидів зростатиме.

За даними МГЕЗК, необхідне значне скорочення викидів метану, щоб стримати глобальне потепління в межах 1,5–2°C. За даними Міжнародного енергетичного агентства, понад 75% викидів метану можна скоротити за допомогою сучасних технологій, причому 40% із них – практично без додаткових витрат.

Збереження та відновлення природних ландшафтів має важливе значення для обмеження викидів вуглецю, крім того, забезпечується третина зусиль з пом'якшення наслідків у наступному десятилітті.

Оскільки понад половина світового ВВП має високу або помірно високу залежність від природи, інвестування в природні рішення не тільки обмежить глобальне потепління, а й приведе до приблизно 4 трлн доларів США доходу для бізнесу та появи понад 100 млн нових робочих місць щороку до 2030-го.

Урядам «зелене» відновлення після COVID-19 дало б змогу скоротити викиди до 2030 р. на 25%, наблизивши світ до 2°C.

Країни в Парижі погодилися на зобов'язання стримати підвищення глобальної температури в межах 2°C та зробити амбіційнішими національно визначені внески у 2021 р., а також скоротити / обмежити викиди парникових газів до 2030 р. Оновлені зобов'язання Паризької угоди розглянуто на конференції зі зміни клімату в Глазго в листопаді 2021 р.

COP26 мала важливе значення для світу. Але країни, на жаль, дуже повільно рухаються шляхом декарбонізації.

Встановлення цілей щодо нульових викидів вуглецю та термінів їх досягнення сприяє прискоренню виробництва енергії з відновлюваних джерел та уповільненню залежності від викопного палива. Якщо ж країни не будуть дотримуватися оголошених зобов'язань, то через 5 років необхідне скорочення викидів зросте до практично недосяжного рівня – 15,5% щороку.

Перехід на 100% відновлюваної енергетики. Інвестиції та фінанси в електроенергетиці переходять від викопного палива та великої централізованої інфраструктури до розподілених енергетичних ресурсів – відновлюваних джерел і систем накопичення та зберігання енергії. У світі, де вирує кліматична криза, вирок вугільній енергетиці вже винесено самою економікою.

За 2019 р. вартість будівництва ВДЕ впала до рівня, коли нові ВЕС та СЕС успішно конкурують за ціною кВт/год із вугільними ТЕС. Це підтвердили Міжнародне агентство з ВДЕ, аналітичні фірми «Lazarus» та «Bloomberg New Energy Finance» (рис. 49).

Водночас низька ефективність, високий питомий рівень споживання палива, застаріле обладнання та необхідність частого ремонту збільшують операційні витрати для ТЕС.

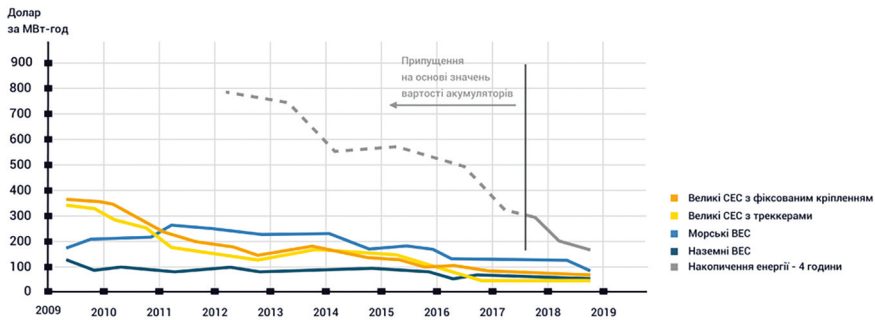


Рис. 49. Середня приведена вартість джерел ВДЕ. Джерело: «Bloomberg NEF»

З огляду на низьку собівартість енергії з відновлюваних джерел та їхній малий вуглецевий слід перехід на ВДЕ є найбільш економічно й екологічно доцільним варіантом розвитку.

Міжнародна політика у сфері адаптації. У 2010 р. на Конференції сторін (COP16) було створено Комітет з адаптації. Його мета – сприяти здійсненню послідовних та активних заходів з адаптації.

Також було прийнято Канкунську рамкову програму, яка має посилити дії з адаптації в країнах, що розвиваються, шляхом міжнародного співробітництва. У межах програми було почато процес створення національних планів з адаптації.

У ст. 7 Паризької угоди теж передбачено зобов'язання країн щодо адаптації до зміни клімату. В ній сказано, що адаптація до зміни клімату є ключовим компонентом реагування з метою захисту людей та екосистем. При адаптації мають враховуватися потреби країн, особливо вразливих до наслідків зміни клімату.

Для кожної країни важливо створювати свої політики з адаптації. Оскільки прояви зміни клімату дуже різні, то й заходи, й політики з адаптації слід розробляти з урахуванням особливостей конкретної країни й галузі.

Приклади заходів з адаптації до зміни клімату:

- адаптація будівельних норм до майбутніх кліматичних умов та екстремальних погодних явищ;
- побудова та підвищення рівня дамб для захисту від повеней;

- розвиток посухостійких сільськогосподарських культур;
- створення систем раннього попередження циклонів.

Ще одним інструментом адаптації до зміни клімату є системи попередження, які ґрунтуються на даних прогнозу погоди, теплових показників, мінімальної температури вночі та ін. Вони можуть сповіщати про майбутні хвилі тепла або надзвичайні ситуації, даючи час владі й населенню підготуватися до них.

Системи попередження можна використовувати в різних сферах.

Для обміну знаннями й кращими практиками з адаптації ЄС створив платформу «Climate Adapt».

Приклади адаптації. Місто Арнем (Нідерланди) поставило собі за мету протягом наступних 10 років зняти 10% асфальтового покриття та замінити його газонами, кущами та деревами. Це дасть змогу 90% дощової води вільно потрапляти в ґрунт, що буде запобігати затопленню доріг і тротуарів під час сильних злив. Також «зелені» зони сприятимуть зменшенню температури довкола.

У Данії з 2010 р. на плоских дахах новобудов та модернізованих будинків влаштовують газони, саджають дерева й кущі.

У 2019 р. Німецька служба погоди оголосила про запуск нового інструменту прогнозування, який формує довгострокові прогнози (на 6 тижнів) вмісту вологи в ґрунті та інформує про потенційну небезпеку посух. Запуск моделі став відповіддю на надзвичайні ситуації, пов'язані з посухою, у 2018 р., які призвели до скорочення врожаю зернових культур, польових пожеж та економічних втрат. Також система може повідомляти, де спостерігається дефіцит вологи ґрунтів, де можна очікувати втрату врожаю, а які райони навпаки мають надмірний рівень вологи в ґрунті.

Одним із найважливіших наслідків зміни клімату є підняття рівня моря. Острівні держави, такі як Кірібаті, Фіджі, Маршаллові Острови, вже зазнають значного впливу від збільшення рівня моря. Європейські країни – Нідерланди, Велика Британія, Греція – також перебувають у зоні ризику. Влада Фіджі для захисту населення використовує мангрові ліси, які за рахунок потужної кореневої системи ефективно зменшують енергію хвиль та захищають ґрунт від ерозії. Інший спосіб – будівництво

морських стін, що також забезпечують місцевих жителів під час надзвичайних ситуацій.

Завдання в активіті

1. *Ознайомитися з «Хронологією міжнародних подій зі зміни клімату» та з'єднати їх із відповідними лого або інфографікою.*
2. *Чиї думка й досвід будуть враховані під час складання чергового звіту МГЕЗК?*
3. *На COP26 було прийнято низку рішень. Подумати, як на них відповісти з точки зору різних мешканців планети.*
4. *Пригадати інформацію про адаптацію до наслідків зміни клімату й скласти ментальну карту або таблицю-кросворд.*

Використані джерела

1. Адаптація до зміни клімату : навч. посіб. / Карпатський інститут розвитку ; Агентство сприяння сталому розвитку Карпатського регіону «ФОРЗА». 2015. URL: <https://cutt.ly/tF0yEH5>.
2. Любите мандрувати? Помандруймо зеленими рішеннями навколо світу! / ПРООН в Україні. URL: <https://cutt.ly/7F0ueFG>.
3. Майбутнє Землі: три сценарії глобального потепління / UABIO. 11.01.2021. URL: <https://uabio.org/materials/9544/>.
4. Міндовкілля представляє проєкт Другого національно визначеного внеску України до Паризької угоди. 05.04.2021. URL: <https://cutt.ly/8F0t6DQ>.
5. Санковська І. М. Завдання на формування екологічної компетентності. Початкова освіта. 2019. № 17 (857). URL: <https://cutt.ly/DZTenAz>.
6. Уряд схвалив цілі кліматичної політики України до 2030 року / Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. 30.07.2021. URL: <https://mepr.gov.ua/news/37842.html>.
7. Хронологія міжнародних подій зі зміни клімату. Timetoast timelines. URL: <https://www.timetoast.com/timelines/ceef99ae-abebe-4cc1-8eb7-521b72cb1ac0>.
8. Як зробити українські міста чистими, комфортними та зеленими? | Готові рішення : відео / Bilyy VLOG. 19.12.2021. URL: <https://cutt.ly/pF0uhL6>.
9. State of Climate Action 2021: Systems Transformations Required to Limit Global Warming to 1.5°C / S. Boehm, K. Lebling, K. Levin et al. Washington, DC : World Resources Institute, 2021. URL: <https://cutt.ly/PF0yzcg>.
10. WG III contribution to the Sixth Assessment Report : List of corrigenda to be implemented. URL: https://report.ipcc.ch/ar6wg3/pdf/IPCC_AR6_WGIII_FinalDraft_Chapter03.pdf.

Урок 13. Рішення з протидії зміні клімату в Україні. Мої щоденні дії з енерго- та ресурсозбереження

Рішення, які впливають на клімат, можуть бути прийняті на різних рівнях та різними організаціями та спільнотами. Учасниками протидії кліматичній зміні виступають міжнародні організації, об'єднання (як міжурядові, так і неурядові, як екологічного спрямування, так і економічного, соціального, безпекового тощо), урядові й владні структури різних країн та рівнів, локальні громади й суспільні об'єднання, громадські організації (ГО), наукові й освітні заклади, заклади освіти, родини та окремі громадяни. Відповідно, й рішення можуть бути різного рангу: такі, що мають глобальне, регіональне та локальне поле впливу, регулюють виробництво чи споживання так, щоб запобігти кліматичним змінам. Зазвичай це відбувається або прямо – внаслідок прийняття і впровадження нормативних актів та юридичних чи економічних процедур, або опосередковано – через регуляцію споживання самими громадянами. Кліматично ефективними є насамперед рішення, що лежать у площині економії електроенергії та її використання з відновлюваних джерел, економії води, надання переваги в споживанні продукції з меншим екологічним слідом, використання громадського, а не індивідуального транспорту тощо.

Важливо усвідомити, що кліматично безпечні рішення кожен може приймати на будь-якому рівні, виконуючи будь-яку соціальну роль. Дорослі, маючи кілька ролей, у кожній можуть здійснювати дії та вчинки, які або шкодять довкіллю і сприяють зміні клімату, або запобігають зміні клімату й пом'якшують наслідки цього глобального виклику.

Вправа «Піраміда рішень»

Перед початком вправи наголосіть, що в демократичних країнах влада ухвалює закони, які допомагають зберігати довкілля й запобігати зміні клімату. І та сама влада вимагає дотримання цих законів підприємцями й звичайними людьми. Кожен громадянин може впливати на закони, але водночас повинен дотримуватись їх. Кожен несе відповідальність за свої дії у довкіллі.

А яким чином ми діємо в довкіллі? Наголосіть, що під такою діяльністю розуміють не тільки безпосередні дії в природі на пікніку чи риболовлі (яка відбувається загалом не часто і в якій не всі беруть участь), а

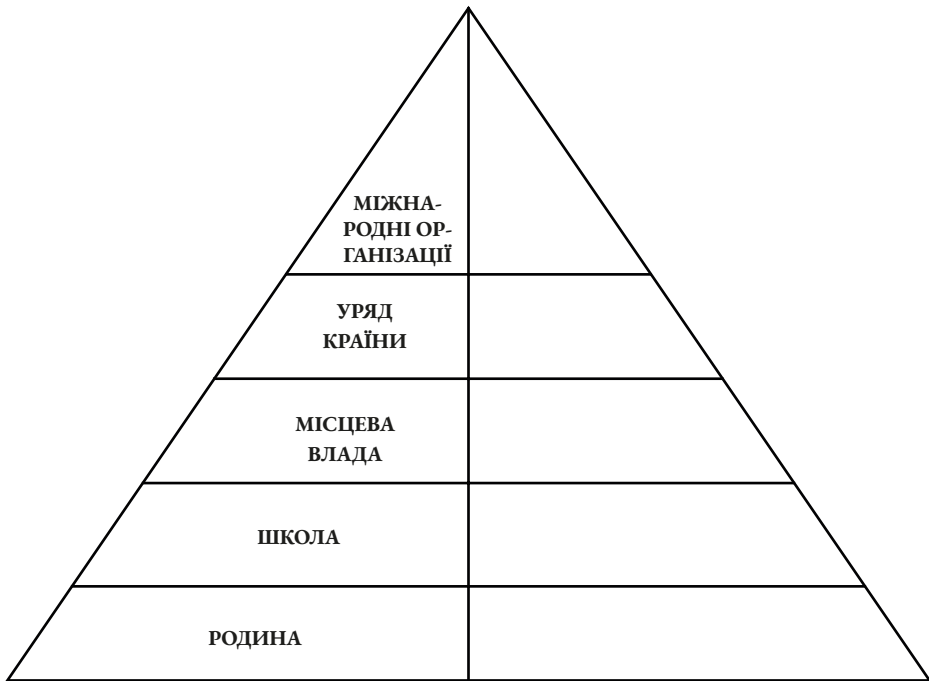


Рис. 50. Вигляд основи до вправи «Піраміда рішень»

й опосередковані – щоденне споживання товарів, енергії, води та інших природних ресурсів, яке здійснюють повсякчас усі люди. Той, хто економить природні ресурси в побуті, діє на користь природі й запобігає зміні клімату, а той, хто своїми діями перевитрачає ресурси й не обмежує їхнє використання, їй шкодить.

Необхідні матеріали: 1 аркуш паперу формату А1 або фліпчарт, ножиці, фломастери, скотч.

Хід завдання. Утворити 5 груп. Попередньо підготувати піраміду (рис. 50).

Розділити поле піраміди спочатку на дві частини по вертикалі, а потім – на 5 частин по горизонталі. Ліворуч записати рівні відповідальності (знизу вгору): «Родина» (в основі піраміди), «Школа», «Місцева влада», «Уряд країни», «Міжнародні організації». Частини праворуч залишити вільними для відповідей груп. Розрізати піраміду по горизонтальних лініях і роздати в групи для роботи в обумовлений проміжок часу.

Завдання: уявити, що можуть на визначеному для групи рівні робити школярі, члени їхньої родини, інші громадяни, організації, службовці для пом'якшення чи вирішення проблеми зміни клімату, запобігання її наслідкам; визначити спектр повсякденних дій із запобігання кліматичній зміні.

Надайте можливість групам презентувати результати, розмістивши свої рівні на дошці (стенді), починаючи з рівня «Родина».

Обговоріть тезу про значущість кожного рівня для вирішення кліматичних проблем та їхніх наслідків. Наголосіть, що зараз учні приймають рішення й можуть діяти лише на початкових рівнях, але з дорослішанням, реалізуючи себе в професійній сфері, вони будуть спроможні долучитися й до наступних рівнів. Особливо акцентуйте, що, попри можливе прийняття професійних рішень на вищих щаблях піраміди, кожен громадянин продовжує діяти на нижчих: має приймати повсякденні побутові рішення та практикувати виважені дії, що не шкодять довкіллю й запобігають кліматичним змінам та їхнім наслідкам.

Як кожна людина може протидіяти зміні клімату?

Зберігайте енергію та природні ресурси, а водночас – кошти.

Зменште користування автомобілем до мінімуму. Надавайте перевагу прогулянкам пішки, велосипедам / самокатам, громадському електротранспорту.

Зменште кількість відходів, використовуйте знову та переробляйте вживані речі.

Споживайте локальні (місцевого виробництва) продукти, бажано рослинного походження.

Надавайте перевагу речам та виробам із низьким вуглецевим слідом.

Робіть вибір у споживанні товарів і послуг на користь якості, довговічності та захисту довкілля.

Споживайте «зелену» енергію – енергію з відновлюваних джерел та продукцію, вироблену за її допомогою.

Дбайте про природні екосистеми – це системи вашого життєзабезпечення.

Люди не виживуть, якщо будуть зруйновані природні зв'язки та системи.

Голосуйте й спонукайте політиків діяти «за клімат» та приймати рішення, що зменшують кількість викидів в атмосферу парникових газів.

Об'єднуйтеся з іншими в досягненні кліматичних цілей, адже протидія зміні клімату – це безпека для всіх і спільно з усіма.

Зберігайте природні екосистеми – вони найкраще нейтралізують парникові гази.

Екокроки:

рятую рибку;	годюю пташку;
зберігаю воду;	здаю папір у макулатуру;
маю пляшечку для води;	ділюся книжкою;
вирощую віртуальне дерево;	кую лише потрібне;
маю екоторбу;	прибираю галявини;
змінив / змінила лампочку;	сортую і навчаю цього інших;
зберігаю світло;	саджая своє дерево.

Завдання в активіті

1. Розглянути фото лічильників і відповісти на запитання.
2. Виконати завдання «Що робити з пластиком?» на платформі *learningapps.org*.
3. Полічити, скільки «віртуальних» літрів води коштує сніданок, використовуючи інформацію з інфографіки.
4. Переглянути відео (<https://cutt.ly/QZR3xG4>), підготувати коротку розповідь про компостування й поділитися інформацією з іншими.
5. Використовуючи інформацію з таблиці, підготувати рекламне повідомлення про поводження з одним із видів відходів.
6. Які з екокроків можна застосовувати в повсякденному житті?
7. Виконати завдання «Сортувальний практикум» на платформі *learningapps.org*.

8. Провести самоопитування.

Використані джерела

1. 9 ідей для зменшення власного «Водного сліду» / WWF. 18.09.2019. URL: <https://cutt.ly/PKjttMA>.
2. Екологічний слід. Вікіпедія. URL: <https://cutt.ly/WKjrXq7>.
3. Моїсеєва М. 7 простих порад, які допоможуть зберегти довкілля та ще й зекономити. Голос Америки. 19.10.2018. URL: <https://cutt.ly/TKjrPy2>.
4. Поскребок Ю. Вуглецевий слід: як ми його створюємо, чому цим шкодимо довкіллю і що з цим можна вдіяти. Українська правда. 29.01.2019. URL: <https://cutt.ly/nKjrFgn>.
5. Санковська І. М. Зошит до курсу за вибором «Кліматична абетка» для учнів 3–4 класів закладів загальної середньої освіти «Кліматична абетка». Київ: Інтерсервіс, 2021. URL: <https://cutt.ly/ZKjeraY.6>.
6. Санковська І. М. Навчальна програма і методичний посібник до курсу за вибором для учнів 3–4 класів закладів загальної середньої освіти «Кліматична абетка». Київ: Інтерсервіс, 2021. URL: <https://cutt.ly/9KjeRbx>. С. 82–105.
7. Шапіро С., Флаєрти-Зоніс К. Людина і довкілля. Київ: Абрис, 1997. 301 с.
8. Country Overshoot Days / Earth Overshoot Day. URL: <https://cutt.ly/kLV6itG>.

Урок 14. Кліматичний активізм у світі та в Україні. Еко-та кліматичні професії майбутнього

Кліматичний активізм та загалом кліматичний рух є частиною загального екологічного активізму й, відповідно, екологічного руху. Екологічні рухи та активізм існують практично всюди, однак мають регіональні відмінності в способах і рівнях організації. У розвинутих країнах діють як міжнародні екологічні організації, так і сформовані власні, національні екоактивістські та клімато-активістські мережі організацій.

Екологічно та кліматично активними можуть виступати сотні й тисячі окремих громадян різних політичних уподобань (причому вияв політичних симпатій в екоактивістському русі не є пріоритетним, оскільки збереження довкілля стосується глибших цінностей та переконань).

Усі громадяни, які беруть участь в екоактивістському русі та його кліматозбережних різновидах, реалізують через власну діяльність своє право на чисте довкілля не тільки на планеті загалом, а й в окремих локаціях чи населених пунктах. Це так зване право на місто чи право на планету.

Як правило, вони діють на засадах екологічного волонтерства.

Екологічне волонтерство – це добровільна діяльність, спрямована на збереження навколишнього середовища та вирішення екологічних проблем. Таке волонтерство зазвичай створюється за ініціативи самих громадян.

Волонтери беруть участь у різних акціях, громадському інспектуванні, допомагають на природоохоронних територіях.

Нині екологічне волонтерство в Україні не дуже поширене. Одна з найдавніших і найвідоміших організацій у світі, що займається екологічним волонтерством, – WWF. Основні напрями, за якими працює WWF, такі: охорона лісів, прісноводних водойм, морів та океанів, збереження видів флори та фауни, мінімізація використання токсичних речовин, зміна клімату тощо.

Природоохоронний рух ґрунтується на засадах, що природне середовище, як спадок, важливіше за рукотворні речі. Збереження, відтворення, вдосконалення натурального середовища – поле діяльності природоохоронців. Природоохоронні організації вимагають законодавчих змін, які приведуть до захисту здоров'я всіх людей перед забрудненням або зниження кількості відходів. Вони піклуються про найцінніші ділянки природи. Захищають інтереси місцевих жителів та природи при прийнятті рішень про початок великого будівництва або про операції із «зеленими» зонами й іншими ділянками місцевості. Готують та проводять наукові експедиції, облаштовують екостежки. Здійснюють екологічну освіту та займаються просвітництвом. Співпрацюють із населеними пунктами під час впровадження екологічно ощадних проєктів тощо. Особливу увагу приділяють запобіганню індустріальному забрудненню, як і будь-якому забрудненню взагалі. Також турбуються про збереження природного біорізноманіття, озонового шару, контроль витрат, вторинну переробку, глобальні зміни клімату, питання екологічної етики та генної інженерії тощо.

Важливою складовою екологічного руху є екологічні організації.

Екологічна організація – це організація, спрямована захищати, аналізувати та контролювати стан довкілля й виступати проти надмірного антропогенного впливу, неправильного використання або деградації довкілля. Така організація займається збереженням при-

роди, дослідженнями природного середовища; аналізує та контролює стан довкілля, сприяє екологічному відродженню та поверненню уваги людей та влади до збереження природи. Природоохоронна організація може бути міжнародною (іноді – глобальною), регіональною, національною або місцевою, приватною чи державною.

Міжнародні організації поділяють на міжурядові та неурядові. Міжурядові – це об'єднання держав із метою співробітництва заради вирішення проблем, а неурядові – громадські об'єднання.

Принципи діяльності всіх міжнародних екологічних організацій майже однакові: збереження біорізноманіття планети, раціональне використання природних ресурсів та зменшення забруднення й марнотратного використання.

До міжурядових організацій належать:

1. ЮНЕСКО – спеціалізована установа ООН з питань освіти, науки і культури.
2. ЮНЕП – Програма ООН із довкілля.
3. ФАО – Продовольча та сільськогосподарська установа ООН.
4. ВМО – Всесвітня метеорологічна організація.

Неурядові організації:

1. WWF (Всесвітній фонд дикої природи) – міжнародна неурядова організація, що займається збереженням природи, дослідженнями та відновленням природного середовища.
2. IUCN – Міжнародний союз охорони природи (МСОП), створений з ініціативи ЮНЕСКО. Сприяє реалізації Конвенції про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори.
3. «Bellona» – неурядова організація, створена 16 червня 1986 року в Осло (Норвегія). Основна діяльність – захист довкілля.
4. «Greenpeace» – міжнародна неурядова природоохоронна організація, заснована в 1971 р. у Ванкувері (Канада). Основні завдання – сприяти екологічному відродженню та привертати увагу людей та влади до збереження природи.

5. Глобальна мережа екологічного маркування – міжнародна некомерційна асоціація. На початку 2015 р. об'єднувала 27 програм екологічного маркування I типу згідно з ISO 14024:1999, що діють у 60 країнах світу.
6. GEF (Глобальний екологічний фонд) – незалежний міжнародний фінансовий суб'єкт, чия діяльність реалізується через ПРООН, Програму охорони навколишнього середовища ООН і Світового банку. Заснований у жовтні 1991 р.
7. Укрприрода (Українське товариство охорони природи) – громадська екологічна організація, заснована 26 липня 1946 року.
8. Європейська агенція довкілля – агенція ЄС для забезпечення незалежною інформацією про стан довкілля, розвиток, прийняття, проведення й оцінку екологічної політики.

В Україні можна виокремити такі найвпливовіші екологічні організації:

- Національний екологічний центр;
- «Екологія. Право. Людина»;
- Всеукраїнська екологічна ліга;
- мережа ГО «Українська кліматична мережа» (УКМ);
- ГО «Екодія»;
- ГО УЕК «Зелена хвиля»;
- ГО «Суспільний проєкт «Еколтава»»;
- Агентство сприяння сталому розвитку Карпатського регіону «ФОРЗА»;
- ГО «Екопарк «Осокорки»»;
- ГО «Екоклуб» (Рівне).

Кліматичний активізм. Захист довкілля, як і кліматичний активізм – сфера впливу не лише урядових організацій, а й окремих небайдужих людей. Дівчинка-підліток зі Швеції Грета Тунберг – не перша, хто голосно заявляє про екологічні проблеми.

Хто ж вони, лідери громадської думки та захисники природи в нещодавньому минулому й нині? Розповідь про когорту активістів міститься в

статті ««Коли мені буде 60, рівень моря в моєму рідному штаті Флорида сягне моєї талії»: Грета Тунберг не перша, хто вимагає дій проти зміни клімату» [7]:

1. Северн Кулліс-Сузукі.
2. Делані Рейнольдс – представниця молодіжного екологічного руху в США.
3. Фелікс Фінкбайнер (рис. 51, 52).



Рис. 51. Ф. Фінкбайнер в ООН у 2011 р.



Рис. 52. Модель Ж. Бюндхен та принц Монако Альберт II представляють кампанію «Припиніть говорити, почніть садити». Фото: «Plant-for-the-Planet»

4. Джером Фостер II. Наразі завдяки своїй діяльності є радником Консультативної ради Білого дому з питань екологічної справедливості та надає поради й рекомендації щодо екологічної несправедливості.
5. Розі Міллс – 18-річна англійка, яка вступила до Партії зелених та активно займається питаннями екології у своєму рідному окрузі Ланкастер.
6. Кекашан Басу – 19-річна мешканка канадського Торонто, членкиня «National Geographic Young Explorer». Заснувала фонд «Зелена надія», який допомагає дітям садити мангрові ліси в безлісних районах у Бенгальській затоці та в таборах біженців у Бангладеш.
7. Рабіб Алі – 11-річна дівчинка, яка з допомогою батька подала позов до суду на уряд Пакистану. Уряду інкримінується екологічна шкода від видобутку корисних копалин та спалювання викопного палива (вугілля).
8. Гіслен Іракозе – 20-річний мешканець Руанди. У студентські роки заснував компанію «Wastezon», яка використовує мобільний телефон для пошуку місця безпечної переробки електроніки.
9. Маюмі Сато – 25-річна уродженка Токіо, яка вивчала соціальні наслідки вирубки лісів у країнах Азії, методи відновлення ландшафту та пом'якшення наслідків зміни клімату.

Після 2010 р. до кліматичного руху приєдналося більше активних громадян і підлітків. Грета Тунберг у 2018 р. заснувала рух «П'ятниці заради майбутнього», який поширився всією Європою. Розуміючи, що потрібно захищати природне середовище, зберігаючи його таким, яким воно було тисячі років тому, екоактивістка Грета та письменник Джордж Монбіо свого часу сформулювали гасло: «Protect, Restore, Fund» («Захищай, відновлюй, фінансуй»).

Якщо людина бажає зробити свій внесок у захист довкілля, перед нею є безліч можливостей. Для цього бажано, але не обов'язково вступати в організації або саджати дерева. В умовах сучасного цифрового світу значний вплив може мати навіть репост у соціальних мережах.

Звісно, лайками та репостами проблему не вирішити, але інформування насправді відіграє чималу роль у підвищенні обізнаності населення.

Ось кілька простих кроків для екоактивіста-новачка:

1. Відмова від пластикових пакетів. Багато хто знає про їхню шкоду, але продовжує купувати в супермаркетах. Достатньо мати багаторазову торбинку.
2. Утилізація батарейок («Батарейки, здавайтеся!»). Наразі в Україні збирається приблизно 1% батарейок, а 99% безконтрольно потрапляють у ґрунт і забруднюють його важкими металами, які потім просочуються в підземні води.
3. Сортування сміття на 4–5 фракцій (за різними оцінками, в Україні 4–7% території завалено сміттям).
4. Увага до розвитку громадського транспорту у своєму місті. Використання велосипеда чи тролейбуса також має суттєві позитивні наслідки для довкілля.
5. Краудфандинг (фінансова підтримка діяльності) невеликих українських екогруп, які займаються різними аспектами захисту довкілля.
6. Допомога екоklubам. Ви завжди можете їм допомогти, наприклад, якщо ви бухгалтер або вмієте малювати.
7. Сортування сміття шляхом збирання відходів, їх класифікації, переробки і безпечної утилізації.
8. Допомога в поширенні екоінформації інтернетом. Це відіграє чималу роль, адже збільшується обізнаність інших людей.
9. Споживання екологічно чистих товарів, у тому числі органічних продуктів.

Останніми роками в Україні «підросла» нова плеяда екоактивістів, серед яких:

1. Валентин Фречка.
2. Владислав Рибка – студент КНЕУ. Його проєкт – блокнот багаторазового використання в жорстких умовах експлуатації в комплекті з лініями та транспортиром, створений за стандартами НАТО.
3. Софія-Христина Борисюк і Нікіта Шульга. Їхній проєкт – «Компола – компостування відходів зі шкільної їдальні».

4. Олена Клімова, призерка Олімпіади геніїв (GENIUS Olympiad) 2021 р. Розробила проект, завдяки якому можна виробляти бактеріальну целюлозу з рослинних відходів. Винахід дівчини може зменшити динаміку накопичення поліетиленових відходів у всьому світі.
5. Андрій Веліховський та Олег Іванків на Олімпіаді геніїв 2021 р. презентували систему «SmartWay». Їхня розробка допомагає швидко, безпечно та екологічно заряджати електрокари на дорогах, що зменшить забруднення атмосфери внаслідок викидів CO₂.
6. Вікторія Панченко – школярка з Херсону, яка винайшла спеціальне біоплато, що очищає водойму без механічного втручання в екосистему. Конструкцію понтонного типу встановлюють на мілинах, де росте рогоз, і біоплато площею в 10 м² очищує 1 м³ забрудненої води на день.
7. Владислав Петров – вихованець Славутського ліцею. Створив скімер – пристрій, що очищає водну поверхню від сміття за допомогою сонячної енергії.

Еко- та кліматичні професії майбутнього. Саме час замислитися про майбутнє. За прогнозами фахівців, до 2030 р. перестануть існувати 57 професій, у тому числі лектор, кондуктор, вахтер, телефоніст, листоноша тощо, зате з'явиться 186 нових. Сьогоднішнім школярам слід робити вибір із прицілом на майбутнє.

Міркуємо разом. Нещодавно такі назви, як проектувальник доступного середовища, розробник кіберпротезів, архітектор «розумного» будинку, дистанційний координатор безпеки та ін. траплялися хіба що у фантастичних романах. А нині цим займаються тисячі людей по всьому світу, і їхня кількість збільшується. Спеціально з метою наближення майбутнього створено «Атлас нових професій» – альманах перспективних галузей і актуальних робіт на найближчі 15–20 років (табл. 3). У пригоді також стануть видання «Ловець пластику», «Як стати кимось?» та ін.

Таблиця 3

Екопрофесії майбутнього (завдання 2, урок 14)

№	Екопрофесія майбутнього
1	Дослідник (науковець) полярних місцевостей
2	Архітектор неможливих місць
3	Садівник, який розмовляє з рослинами
4	Фермер з вирощування їжі без води
5	Майстер полярних бурульок
6	Персональний консультант з екоспоживання
7	Мореходець під сонячними вітрилами
8	Спеціаліст із подолання системних екокатастроф
9	Рециклер електронного сміття
10	Спеціаліст із рециклінгу одягу
11	Спеціаліст із будівництва будинків «0 енергії»
12	Спеціаліст із вуглецевих ринків та ризиків
13	Аудитор із «зеленого» фінансування
14	Сільськогосподарський еколог
15	Архітектор відновлення екосистем
16	Розробник природоохоронного ПЗ
17	Проектувальник екотранспорту
18	Спеціаліст зі страхування кліматичних ризиків
19	Архітектор освітніх екосистем
20	Спеціаліст з адаптації кліматичних мігрантів
21	Технолог рециклінгу літальних апаратів
22	Спеціаліст із рециклінгу харчових відходів

23	Проектувальник енергоефективних кораблів
24	Проектувальник водневої енергетики
25	Проектувальник підводної енергетики
26	Розробник біосумісних та біорозкладних матеріалів
27	Розробник системи енергоспоживання
28	Екоаналітик видобувних галузей
29	Консультант з екологічної відповідальності виробника
30	Космічний сміттеприбиральник
31	SEO-фахівець з екосайтів
32	Кліматолог
33	Фармакологічний еколог
34	Прибиральник повітря
35	Сміттедетектив
36	Ловець пластику
37	Прибиральник повітря
38	Аудитор екосистемних послуг
39	Еколог-логіст
40	Екоаналітик у будівництві
41	Інформаційний еколог
42	Менеджер zero waste («нуль відходів»)
43	Парковий еколог
44	Урбаніст-еколог
45	Екопродюсер
46	Доглядач островів

47	Ековожатий
48	Екодієтолог
49	Космоенергетик
50	Портовий еколог
51	Рециклінг-технолог
52	Глибоководний екогеолог
53	Екорециклер у металургії
54	Еколог-океанолог
55	Еколог-гляціолог
56	Фешн-експерт з екобезпеки
57	ІТ-графік
58	Біоетик
59	Екоблогер
60	Системний екоаналітик

Завдання в активіті

1. Відповісти на запитання.
2. Записати імена екоактивістів / екоактивісток, вчинки яких надихнули або запам'ятались.
3. Ознайомитися з екопрофесіями майбутнього. Зазначити, яка сподобалася.
4. Скористатися книгою А. Троян-Яскот «Як стати кимось?» або інформацією з інтернету й написати про професію за планом.
5. Скласти словник наукових термінів за вивченими темами (уроки 12–14).
6. Навести приклади звичок.

Використані джерела

1. 21-летний парень посадил 1 миллион деревьев. Теперь хочет триллион. Nastroynet. 07.08.2019. URL: <https://cutt.ly/uKzH4gR>.
2. Атлас 100 професій майбутнього. Атлас нових професій – у життя / Business Marketing. URL: <https://cutt.ly/0Kkj2xA>.
3. Атлас нових професій 2020–2030 років. Свіжі актуальні новини з усього світу. URL: <https://cutt.ly/uKkknOM>.
4. Валентин Фречка точно знає, як врятувати планету від пластику / Телеканал Київ. 08.07.2020. URL: <https://cutt.ly/6Kkjsi4>.
5. Девочка Северн Куллис-Сузуки застала мир замолчать : видео / Андрей Шорстов. 07.03.2013. URL: <https://cutt.ly/vKkhKHi>.
6. Екологічні організації / Київський національний торговельно-економічний університет. 27.02.2014. URL: <https://knute.edu.ua/blog/read/?pid=5104&uk>.
7. «Когда мне будет 60, уровень моря в моем родном штате Флорида достигнет моей талии»: Грета Тунберг не первая, кто требует действий по изменению климата. Navolne.life. 01.04.2020. URL: <https://cutt.ly/oPoZnXl>.
8. Правда чи ні? / LearningApps. 12.08.2021. URL: <https://cutt.ly/aLBqMgQ>.
9. Савчук Т. Екоактивізм в Україні: почати з себе, щоб врятувати планету. Радіо Свобода. 10.05.2018. URL: <https://cutt.ly/gKkhInq>.
10. Українська кліматична мережа : офіц. сайт. URL: <https://ucn.org.ua/>.
11. Чорноморченко Е. Можливість для юних екоактивістів: 7 причин узяти участь в Олімпіаді геніїв. Нова українська школа. URL: <https://cutt.ly/PKkjiou>.
12. Що таке екологічна організація? / Явір. URL: <https://cutt.ly/YKkahva>.
13. DREAMactions 2.0: проект Компола : відео. URL: <https://cutt.ly/wKkjL3>.
14. Griffith J. Meet Teen Climate Hero: Jerome Foster II. YR Media. 24.01.2022. URL: <https://cutt.ly/qKkhSUQ>.
15. Inez de Oliveira. Felix Finkbeiner: Planting trees and ideas. Believe.Earth. 12.06.2018. URL: <https://cutt.ly/nKzA6P8>.

Урок 15. Презентація та захист учнівських проєктів

Мета:

1. Сприяти розумінню важливості проблеми зміни клімату; необхідності запобігати наслідкам зміни клімату.
2. Закріпити навички практичних вправ із ресурсозбереження в побуті.

3. Практикуватися в умінні презентувати свою роботу; закріплювати вміння працювати в парах, групах та колективно; закріпити вивчене про взаємозв'язок між щоденними діями людини, економією ресурсів та пом'якшенням наслідків зміни клімату.
4. Сприяти розумінню важливості щоденних побутових дій, дружніх до довкілля.
5. Спонукаати до щоденного застосування вивчених вправ та бажання поділитися досвідом з їх використання з іншими.

Обладнання: презентації, плакати, наочність, надана учнями.

Виступи учнів під час «Фестивалю ідей»: обмін досвідом щодо результатів виконання вправ із практики курсу, презентація та обговорення запропонованих ідей, можливих івентів для популяризації курсу.

Головна умова – добровільність і бажання виступити.

Обов'язкова умова – тісний зв'язок презентованого матеріалу з темою зміни клімату або практикою курсу.

Схвалюється – розповідь про тих, із ким поділилися отриманими знаннями та кого залучили до спільної кліматичної діяльності.

Час виступу – до 3 хв, групового виступу – до 6 хв.

Формат виступу:

1. Презентація «PowerPoint».
2. Колаж або повідомлення (оголошення).
3. Інфографіка.
4. Мінімультфільм або рекламний ролик.
5. Макет.
6. Онлайн-вікторина.
7. Аудіо- / відеозвернення до...
8. Флешмоб.
9. Челендж.
10. Комікс.
11. Гра (рухлива, настільна, онлайн тощо)

Завдання в активіті

1. Описати коротко свою ідею або етапи здійснення проекту для «Бокс-ідей».
2. Запросити учнів до створення в групах власних історій про професії, представники яких рятують планету, у форматі коміксу (платформа для онлайн-коміксів: <https://www.storyboardthat.com/>).

Використані джерела

1. Михальчук З. Учнівський проект як підсумкова активність «Клімат-бокс». Формати і рекомендації. URL: <https://cutt.ly/UZR6E4n>.
2. Михальчук З. Учнівські проекти для натхнення. URL: <https://cutt.ly/bZTqugT>.

Урок-підсумок 16. Екологічна гра-квест «Клімат-бокс»

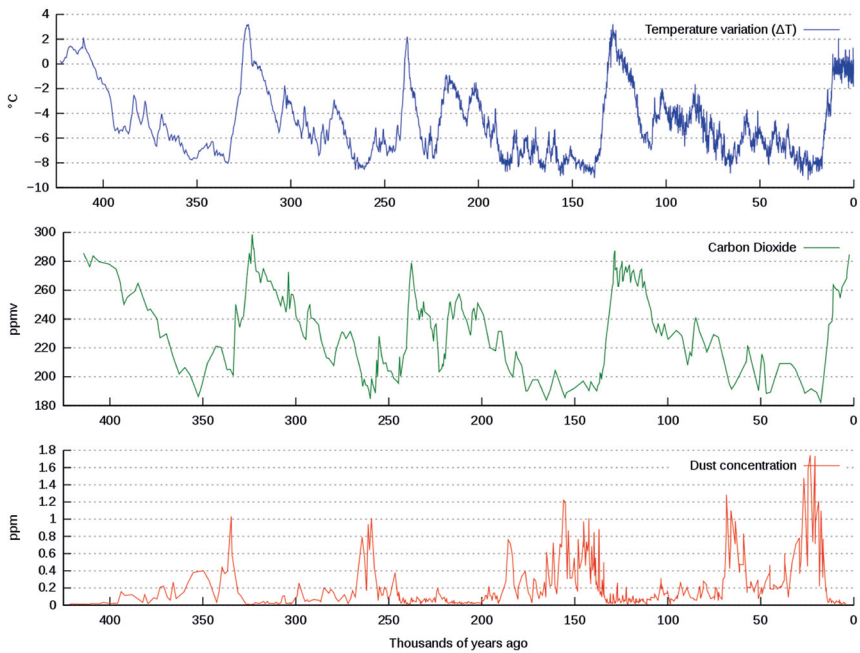
Гру-квест проводять зі слухачами, які опанували курс за вибором «Клімат-бокс». Активність може бути організована для учасників однієї або кількох груп. Упродовж квесту учасники мають впоратися із 6 завданнями та отримати частинку пазлу за правильні відповіді (рис. 53).

Наприкінці гравці спільно складають пазл. Якщо учасникам не вистає частин, вони можуть об'єднуватися для цього з іншими групами.

1. Розглянь графік на рис. 54. Який графік / графіки спростовують чи підтверджують тезу: «Перше потепління в історії планети сталося саме в наші часи»?
2. Вибери найточніше висловлювання:
 - Кількість CO₂ в атмосфері, посилення парникового ефекту та зростання середньомісячних температур пов'язані.
 - Парниковий ефект – це цілковите зло, від якого нині найбільше страждають планета й людство.
 - Парниковий ефект посилюється внаслідок використання людством такого виду викопного палива, як кам'яне вугілля.



Рис. 53. Пазл для гри

Рис. 54. Зміни температури, вмісту CO_2 та пилу в льодовиках Антарктики за останні 450 тис. років (за даними зі станції «Восток»)

3. Оберіть висловлювання, яке підтверджується рис. 55.

- Зміни відчують лише узбережжя біля Чорного та Азовського морів.
- Через кліматичну кризу може постраждати майже вся країна: десь будуть повені, десь посухи, а десь з'являться вимушені кліматичні мігранти.
- Хвилювання зайві, у нас немає океану, то й переживати немає за що.

4.1. Виконайте вправу «Чемпіон з енергозбереження»¹⁰ та наберіть максимальну кількість балів. АБО

4.2. Виконайте вправу «Віртуальна вода»¹¹ і дайте максимальну кількість правильних відповідей.

5. Чи вистачить чотирьох основних контейнерів для сортування сміття із «хмари» слів (рис. 56). Якщо ні, то які написи мали б міститися на контейнерах?



Рис. 55. Хроніка українських негод, спричинених зміною клімату (2020)

¹⁰ Чемпіон з енергозбереження / LearningApps. 20.02.2022. URL: <https://learningapps.org/display?v=p5dbbqkxt22>.

¹¹ Віртуальна вода / LearningApps. 11.12.2022. URL: <https://learningapps.org/display?v=p8fdu497n20>.



Рис 56. Сміття для сортування

6. Хто зображений на рис. 57-60? Що здійснили або чого досягли ці молоді екоактивісти (Елла Макеван, Вікторія Панченко, Фелікс Фінкбайнер, Нікіта Шульга, Софія-Христина Борисюк, Кейтлін Макеван)?



Рис. 57–60. Екоактивісти

7. Гравці спільно складають пазл (рис. 61).

Підведення підсумків, нагородження переможців та учасників.



Рис. 61. Зібраний пазл для гри

Завдання в активіті

1. *Виконати творче завдання спільно з однолітками або дорослими.*

Умовні скорочення

ВДЕ – відновлювані джерела енергії

ВЕС – вітрова електростанція

ВМО – Всесвітня метеорологічна організація

ГО – громадська організація

ГО УЕК «Зелена хвиля» – Громадська організація «Український екологічний клуб "Зелена хвиля"»

ЄС – Європейський Союз

ЛГР – лісові генетичні ресурси

МГЕЗК (англ. Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) – Міжнародна група експертів із питань зміни клімату

ООН – Організація Об'єднаних Націй

ОТГ – об'єднана територіальна громада

ПРООН – Програма розвитку ООН

РКЗК ООН – Рамкова конвенція ООН зі зміни клімату

СЕС – сонячна електростанція

СР – сталий розвиток

ТЕС – теплоелектростанція

УКМ – Українська кліматична мережа

УкрГМІ – Український гідрометеорологічний інститут

УкрГМЦ – Український гідрометеорологічний центр

ЦСР – Цілі сталого розвитку

ЮНЕСКО – спеціалізована установа ООН із питань освіти, науки і культури

ЮНЕП – Програма ООН із довкілля

СОР – щорічна міжнародна конференція ООН з питань зміни клімату

ЕЕА – Європейське агентство з навколишнього середовища

FAO – Продовольча та сільськогосподарська установа ООН

NOAA – Національне управління океанічних і атмосферних досліджень США

WWF – Всесвітній фонд дикої природи

Навчальне видання

ПРУЦАКОВА Ольга Леонідівна
САНКОВСЬКА Ірина Мечиславівна

КЛІМАТ-БОКС

Програма і методичний посібник
до курсу за вибором
для учнів 5-6 класів ЗЗСО

Формат 32x45/4
Умов. друк. арк. 8
Наклад 300 прим.
Зам. №ПП-0000969

Замовлення № 29/08/2022
Видавець: «Планета Прінт»
м. Київ, Шахтарська, 5
Свідоцтво № 6825 від 01.07.2019 р.

