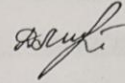


Міністерство освіти та науки України  
Рівненський державний гуманітарний університет  
Психолого-природничий факультет  
Кафедра екології, географії та туризму

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри



(підпис)

Д.В. Лико

(ініціали, прізвище)

“ 22 ” червня 2022 року

**Пояснювальна записка**  
до кваліфікаційної роботи бакалавра

зі спеціальності 014.07 «Середня освіта (Географія)»  
(код і назва)

на тему: «Аналіз географії і хронології кліматичних катастроф,  
можливості використання при вивченні географії»

Виконав (-ла): студент (-ка) IV курсу, групи Г-41  
(шифр групи)

Кириченко Андрій Сергійович  
(прізвище, ім'я, по батькові)



(підпис)

Керівник професор кафедри екології, географії та туризму РДГУ, доктор  
біологічних наук, професор Лисиця А.В.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)



(підпис)

Рецензент в.о. директора ДС епізоотології ІВМ НААН, канд. вет. наук,  
с.н.с. Катюха С.М.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)



(підпис)

Засвідчую, що кваліфікаційна робота містить  
результати власних досліджень. Використання  
ідей, результатів і текстів інших авторів  
мають посилання на відповідне джерело

Студент



(підпис)

Оцінка за результатами захисту:

Національна шкала відмінно

Кількість балів: 90

Оцінка: ЄКТС A

Рівне – 2022 року

Міністерство освіти та науки України  
 Рівненський державний гуманітарний університет  
 Психолого-природничий факультет  
 Кафедра екології, географії та туризму

«До захисту допущено»  
 Завідувач кафедри



(підпис)

Д.В. Лико  
 (ініціали, прізвище)

“ \_\_\_\_\_ ” червня 2022 року

### Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра

зі спеціальності 014.07 «Середня освіта (Географія)  
 (код і назва)

на тему: «Аналіз географії і хронологій кліматичних катастроф, можливості використання при вивченні географії»

Виконав (-ла): студент (-ка) IV курсу, групи Г-41  
 (шифр групи)

Кириченко Андрій Сергійович  
 (прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник доктор біологічних наук, професор, Лисиця А. В.  
 (посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_  
 (посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Засвідчую, що кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Студент \_\_\_\_\_  
 (підпис)

**Оцінка за результатами захисту:**

Національна шкала \_\_\_\_\_

Кількість балів: \_\_\_\_\_

Оцінка: ЄКТС \_\_\_\_\_

Рівне – 2022 року

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	3
<b>РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ЩОДО ВИВЧЕННЯ ГЕОГРАФІЇ ТА ХРОНОЛОГІЇ КЛІМАТИЧНИХ КАТАСТРОФ</b> .....	6
1.1 Дослідження поняття кліматичних катастроф.....	6
1.2 Класифікація кліматичних катастроф та їх характеристика.....	9
1.3 Глобальні причини та наслідки зміни клімату.....	11
<b>РОЗДІЛ 2 ГЕОГРАФІЯ ПОШИРЕННЯ ТА ХРОНОЛОГІЯ ТА ХРОНОЛОГІЯ НАЙБІЛЬШИХ КЛІМАТИЧНИХ КАТАСТРОФ В ІСТОРИЧНОМУ РОЗРІЗІ</b> .....	22
2.1 Ретроспективний аналіз кліматичних катастроф в різні часові епохи, можливість їх передбачення та попередження в майбутньому.....	22
2.2 Антропогенний вплив на частоту проявів кліматичних катастроф.....	31
<b>РОЗДІЛ 3 ІНТЕГРАЦІЯ ПИТАНЬ ХРОНОЛОГІЇ КЛІМАТИЧНИХ КАТАСТРОФ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС ПРИ ВИВЧЕННІ ШКІЛЬНОГО КРУСУ ГЕОГРАФІЇ</b> .....	39
3.1 Теоретичні основи кліматологічної освіти щодо вивчення кліматичних катастроф.....	39
3.2 Дидактичні особливості викладання при вивченні шкільного курсу географії.....	46
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	52
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	54

ДОДАТКИ.....	60
--------------	----

## ВСТУП

**Актуальність теми дослідження.** Кліматичні зміни, які відбуваються протягом багатьох століть, стають однією із найважливіших проблем, що постають перед людством. Внаслідок постійної зміни клімату, антропогенного впливу на нього, у світі все частіше проявляються глобальні кліматичні катастрофи, які завдають великих збитків на території усєї планети. До цієї проблеми звернута увага абсолютно усього людства, адже немає такого народу чи місцевості, котрого б не торкнулася проблема кліматичних катастроф та їх наслідків.

Як стверджують у Всесвітній метеорологічній організації, останні п'ять років характеризувалися істотним підвищенням температури повітря. Окрім цього, спровокувати кліматичні катастрофи можуть різноманітні антропогенні чинники, які особливо стали проявлятися на початку ХХ століття. Прикладом таких чинників слугує висока концентрація парникових газів у атмосфері, кліматична зброя, видобування сланцевого газу тощо.

Кліматичні катастрофи негативно впливають на усі території планети Земля, в тому числі і на території України. Внаслідок їх прояву підвищується ризики для погіршення стану здоров'я людей, погіршення стану екосистеми, лісового господарства, агропромислового комплексу, функціоналу енергетичної інфраструктури. Усі вище перелічені чинники завдають значних збитків населенню, промисловості, економіці.

Отже, питання аналізу географії та хронологій кліматичних катастроф, можливості вивчення цих питань на уроках географії залишаються важливими у вирішенні питань запобігання кліматичним катастрофам та їх наслідкам.

**Ступінь розробки теми у науковій літературі.** Проблема зміни клімату, яка призводить до різноманітних негативних наслідків, в тому числі до кліматичних катастроф, була та залишається об'єктом вивчення багатьох науковців. Багато досліджень присвячено і питанням кліматологічної освіти,

в тому числі і вивченні питань кліматичних катастроф на уроках географії у закладах загальної середньої освіти. Наприклад, аналізу природних катастроф та їх впливу присвятили свої дослідження С. Азаров, О. Задунай, Н. Удод та інші. Проблемам міжнародно-правового регулювання по запобіганню кліматичним катастрофам присвячені наукові роботи О. Жовнірчика, Є. Копиці, О. Орлова тощо. Окремі аспекти, що стосуються інтеграції питань аналізу та географії кліматичних катастроф у освітній процес під час вивчення шкільного курсу географії, висвітлені у роботах І. Герц, Н. Дерев'янка, Ю. Мосаєв, Н. Шум'як.

Оскільки зазначена проблема залишається актуальною і у наш час та потребує постійного вивчення, це і зумовило вибір теми нашого наукового дослідження: «Аналіз географії та хронологій кліматичних катастроф, можливості використання при вивченні географії».

**Мета дослідження** — проаналізувати географію та хронологію кліматичних катастроф та з'ясувати можливості використання при вивченні шкільного курсу географії.

Поставлена мета вимагає розв'язання певних **завдань дослідження**, серед яких:

1. Дослідити поняття кліматичних катастроф, класифікувати та охарактеризувати їх.
2. З'ясувати глобальні причини та наслідки кліматичних змін.
3. Здійснити ретроспективний аналіз кліматичних катастроф в історичному розрізі.
4. Дослідити можливості використання питань географії та хронології кліматичних катастроф при вивченні шкільного курсу географії.

**Об'єкт дослідження** — процеси утворення та поширення кліматичних катастроф.

**Предмет дослідження** — географія та хронологія кліматичних катастроф, можливості використання інформації під час вивчення географії.

Щоб досягнути поставлених завдань у науковій роботі ми використовували різноманітні **методи** наукового дослідження, серед яких:

- теоретичні: синтез, аналіз, узагальнення та систематизація інформації з історичної та наукової літератури, метод теоретичного прогнозування, порівняння різних поглядів учених на окреслену проблему;
- емпіричні: спостереження, метод експертних оцінок, моделювання педагогічної ситуації, вивчення педагогічного досвіду.

**Практичне значення** бакалаврської роботи полягає в аналізі географії та хронології кліматичних катастроф, розробленні методики використання даного питання при вивченні шкільного курсу географії.

**Структура роботи.** Бакалаврська робота складається зі вступу, трьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Основний зміст дипломної роботи викладено на 52 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 70 сторінок.

# РОЗДІЛ 1

## ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ЩОДО ВИВЧЕННЯ ГЕОГРАФІЇ ТА ХРОНОЛОГІЇ КЛІМАТИЧНИХ КАТАСТРОФ

### 1.1 Дослідження поняття кліматичних катастроф

Процес зміни клімату, його вплив на природу та суспільство, збільшення випадків прояву глобальних чи локальних кліматичних катастроф спричиняє постійний пошук нових шляхів вирішення цієї проблеми. Ризик прояву природних катастроф, в тому числі і кліматичних, привертає увагу багатьох дослідників, науковців, політичних літерів, екологів, географів та усього населення в цілому. Щоб охарактеризувати поняття «кліматичні катастрофи», необхідно дослідити основні поняття теми.

Поняття «клімат» походить з грецької мови «klīma», що означає «область» і пов'язане із погодними умовами регіону, які фіксують протягом певного часу. Основними складовими клімату вважають середню кількість річних опадів (дощ, сніг, град тощо), максимальну та мінімальну температуру повітря протягом певного сезону, кількість сонячних годин, вологість повітря та інше. Іншими словами, клімат — це статистика погодних умов протягом десяти років або більше [49, с.31].

Клімат впливає на кліматичні зміни, які досить часто і стають причинами кліматичних катастроф.

Кліматичні зміни — це глобальні зміни погодних умов Землі або середніх температур, які відбуваються протягом тривалого часу [49, с.32]. Зазвичай, цей термін вживають для того, щоб охарактеризувати масштабні зміни клімату, довготермінові зміни планетарної температури або щоб продемонструвати зміни у погодних умовах, які відбуваються як на місцевому, так і регіональному рівнях.

Варто зазначити, що кліматичні зміни є так чи інакше антропогенними за своєю сутністю, адже саме діяльність людини призводить до зміни складу

атмосфери, збільшує рівень природної несталості клімату. Внаслідок антропогенного впливу та господарської діяльності людей виникають забруднення, які провокують збільшення парникових газів (діоксиду вуглецю), що у свою чергу поглинають спектр інфрачервоного випромінювання. Це сприяє потеплінню глобальної атмосфери, і, як наслідок, провокує збільшення кліматичних катастроф [16, с. 6].

Окремі дослідники загрозу кліматичних катастроф ставлять на один рівень із загрозою тероризму, адже вони завдають негативних наслідків життю та здоров'ю населенню планети.

Кліматичні катастрофи слід сприймати як надзвичайні ситуації, а терміни, які позначають її сутність, повинні якнайповніше розкривати увесь ступінь важливості і нагальності. Протягом останніх років науковці у сфері географії та екології закликають до доцільності говорити про ризики безпеки та кліматичних змін. Розуміння цих явищ зможе відобразити причинно-наслідкові зв'язки, які допоможуть адекватно та швидко реагувати на багатоаспектну характеристику кліматичних катастроф, які є нерозривними із безпечним життям суспільства та їх діяльністю.

Кліматичні катастрофи викликані зміною клімату. Вони пливають на життя та здоров'я людей, їх майно, знижують продовольчу безпеку, здійснюють негативний вплив на економічний розвиток країни. Адаптуватися до кліматичних змін означає підвищити здатність відновлення після наслідків катастроф, тобто знизити вразливість та підвищити фінансову та фізичну стійкість до кліматичних катастроф [12, с.203].

Термін «кліматичні катастрофи» є багатограним, адже включає в себе декілька понять. Для найповнішого розкриття даного терміну необхідно в першу чергу звернути увагу на поняття «катастрофи», «природні катастрофи».

Енциклопедія сучасної України поняття «катастрофа» трактується як «несподіване лихо; подія, яка спричиняє людські жертви, руйнування або знищення різних об'єктів і матеріальних цінностей, масштабне погіршення



стану довкілля та інші трагічні наслідки» [18]. Тобто це велика глобальна аварія чи інша подія, яка призводить до складних, часто невідворотних наслідків.

Щодо поняття «природні катастрофи», існують безліч трактувань. Ми виокремили ті, які на нашу думку, найбільш повніше розкривають сутність терміну. Природними катастрофами вважають природні зміни, що відбуваються на поверхні планети Земля або у її атмосфері, що мають глобальні негативні наслідки для усього живого, в тому числі і людини [50, с. 107].

У енциклопедії сучасної України вказано, що «катастрофа природна — це великомасштабна подія, спричинена проявом природних (геологічних, геоморфологічних, гідрологічних, метеорологічних, біологічних) процесів та явищ у довкіллі» [18].

Нерозривним із поняттям «кліматичні катастрофи» є термін «метеорологічні катастрофи», що означає швидкісне та сильне переміщення повітря, що призводить до катастроф, в тому числі гибелі живих істот, знищення інфраструктури, нерідко і населених пунктів [2, с. 79].

Щоб запобігти та попередити кліматичні катастрофи, які можуть призвести до жахливих наслідків, багато країн розробляють концепції, додатки, підписують угоди, розробляють закони. Уся ця діяльність має лиш одну мету — максимально зменшити кількість можливих кліматичних катастроф, зберегти життя та здоров'я людей, тварин, запобігти руйнуванню фізичних об'єктів, економіки тощо.

У світі існує безліч нормативно-правових документів, угод та концепцій, які передбачають спільне врегулювання питань попередження кліматичних катастроф на планеті. До низки таких приєднана і Україна. Прикладом може слугувати приєднання нашої країни до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату («Конвенція Ріо»), яка укладалася 9 травня 1992 року у місті Нью Йорк [46]. Країни, що приєдналися до неї, зобов'язались не

допускати небезпечний антропогенний вплив на клімат Землі, зберігати біологічне різноманіття та раціонально використовувати його компоненти.

Дещо пізніше, а саме 11 грудня 1997 року у місті Кіото до «Конвенції Ріо» додали окрему частину — Кіотський протокол. Держави, які його прийняли, в тому числі і Україна, домовились, що протягом чотирьох років скоротять та стабілізують рівень викидів парникових газів до того рівня, який було зафіксовано у 1990 році.

Також Україна прийняла Паризьку угоду, що була укладена 12 грудня 2015 року у місті Париж [3, с. 36]. Держави, незалежно від рівня економічного розвитку, зобов'язались зменшити викиди парникових газів [35]. Нині Україна також активно займається нормуванням у сфері правового забезпечення боротьби зі змінами клімату, веде переговори з державами-лідерами з питань екологічного збереження довкілля тощо.

## **1.2 Класифікація кліматичних катастроф та їх характеристика**

Збільшення кількості кліматичних катастроф стало однією із найнагальніших проблем, до яких звернута увага усього суспільства. Наслідками кліматичних змін стають погодні катаклізми, різка зміна погодних умов, паводки, повені, посухи, сильний вітер тощо, які призводять до невідворотних екологічних та економічних збитків. За даними Організації Об'єднаних Націй, якщо не попередити збільшення кліматичних катастроф, це призведе до руйнівних наслідків, адже мільйони людей можуть залишитися із загрозою харчової безпеки, вимушено мігрувати, збільшиться кількість хвороб, смертей.

Кліматичні катастрофи — явище широкомасштабне, глобальне. У більшості випадків вони призводять до невідворотних наслідків як для людей, так і тварин, тягнуть за собою зміну умов середовища існування.

Кліматичні катастрофи можуть бути спричиненими або природними явищами, або антропогенними (див. Додаток А).

Окремі дослідники у відповідності до причин виникнення катастрофи поділяють їх на:

- тектонічні (пов'язують з процесами, що відбуваються у земних надрах, наприклад, виверження вулкану, землетрус);
- топологічні (пов'язують із процесами, які відбуваються на поверхні землі, наприклад, селі, зсуви, повені тощо);
- метеорологічні (ті, що пов'язують з процесами в атмосфері, наприклад, посуха, ураган, спека тощо);
- антропогенні (пов'язані із безпосередньою діяльністю людей на планеті) [29, с. 16].

За масштабом поширення катастрофи класифікують на: локальні (об'єктні), місцеві, регіональні, національні та глобальні.

Поняття масштабу поширення включає не лише розміри території, на якій виникла кліматична катастрофа, а також її непрямі наслідки (порушення зв'язку, систем водопостачання та водовідведення, необхідність ремонту або розбирання пошкоджених будівель та споруд та ін.), а також тяжкість цих наслідків, яку оцінюють за витратами сил та ресурсів, залучених для ліквідації кліматичних катастроф [24].

Локальні кліматичні катастрофи виникають на окремих об'єктах. Їхні наслідки на цих об'єктах усуваються власними силами та за рахунок своїх ресурсів.

До місцевих катастроф відносять такі, що виникли в населеному пункті, місті, в одному або кількох районах, а також у межах області. Усунення їх наслідків проводиться з залученням ресурсів області.

Регіональні кліматичні катастрофи займають територію кількох областей або економічного району; національні - охоплюють територію кількох економічних районів, але не виходять за межі держави; глобальні катастрофи поширюються та інші держави. Відповідно усунення

перерахованих наслідків здійснюється за рахунок суб'єктів держави, держави в цілому або міжнародного співтовариства (при глобальних катастрофах).

Локальна кліматична катастрофа за відомих умов цілком може перерости в регіональну, національну чи глобальну. При цьому важливо встановити конкретний тип критерію або параметр, згідно якому обстановка, що виникла, відноситься до того чи іншого типу катастроф.

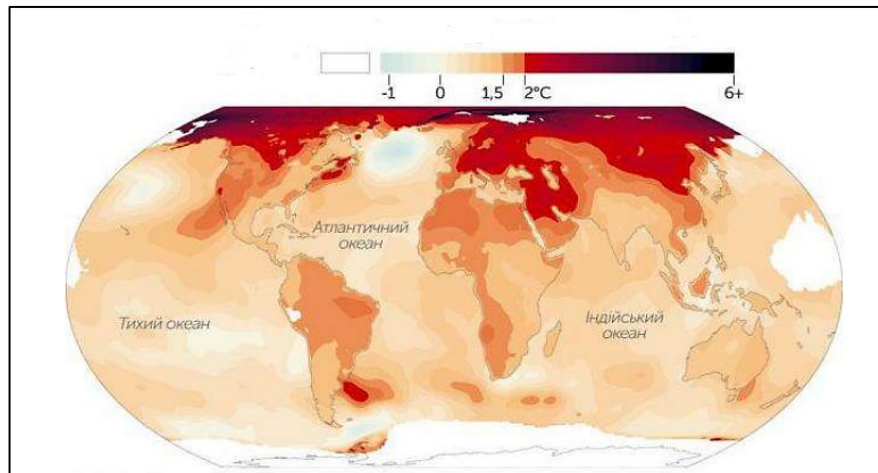
У разі виникнення глобальних катастроф суттєво змінюються умови проживання всіх видів. Кожен вид потрапляє у несприятливі собі умови і змушений виборювати існування. При цьому різко зростає внутрішньовидова та міжвидова конкуренція; численні форми життя втрачають свої природні переваги перед нечисленними та слабкими. У цій боротьбі виживають і набувають статусу домінуючих ті види, що володіють найбільш розвиненими здібностями до адаптації та здатні швидше за інших пристосуватися до нових умов. Чим більші масштаби кліматичної катастрофи — тим суттєвіше вона впливає на еволюцію.

### **1.3 Глобальні причини та наслідки зміни клімату**

Однією із найбільших загроз людства вважають зміну клімату. Такі зміни далекосяжно впливають на суспільство, оточуюче середовище, економіку та завдають різноманітних збитків і у інших сферах життя та діяльності людей. Протягом останніх років визначається значне підвищення температури повітря (див. рис. 1.1).

Відповідно за даними досліджень, без проведення заходів з адаптації зміна клімату призведе до зниження на 35% глобального зростання сільського господарства до 2050 року [52, с. 3]. Найбільших збитків зазнають невеликі за масштабами фермерські господарства. Збільшиться кількість людей, яким не вистачатиме потрібної кількості води принаймні один місяць

на рік, приблизно з 3,5 мільярдів осіб сьогодні до більше 5 мільярдів уже до 2050 року [21, с. 7].

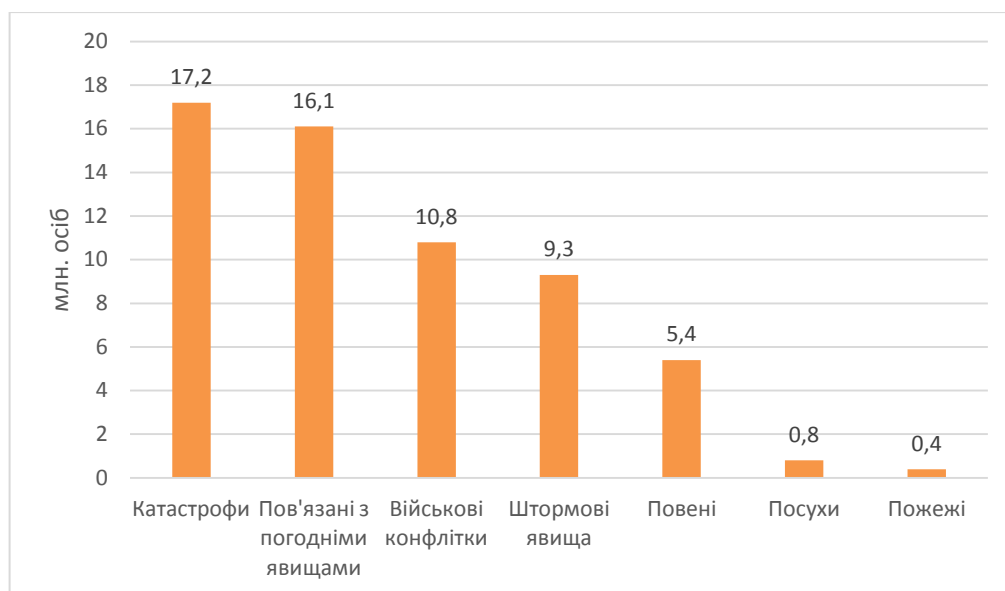


*Рис. 1.1. Зміна температури повітря за 2015-2019 рр.  
у порівнянні з 1880-1899 рр.*

У зв'язку з тим, що підвищується рівень моря та збільшуються шторми, мільйони людей, що проживають у прибережних містах, змушені будуть покидати своє місце проживання, а збитки сягатимуть близько 1 трлн у.о. кожного року. У країнах, що розвиваються, зменшиться кількість людей, інша значна частина перебуватиме за межею бідності.

За даними Організації Об'єднаних Націй, найбільш руйнівних наслідків зміна клімату завдасть людям, які перебувають у бідності. Також багато людей перебуватимуть із загрозою харчової безпеки, з'являтимуться нові хвороби, збільшиться смертність. У близькому майбутньому загроза клімату загрожуватиме правам людини та тому прогресу, який уже досягнуто у галузях розвитку, здоров'я, подолання бідності за останні сорок років. Зміна клімату буде згубною для світової економіки та приведе до поширення бідності на території усіх материків [19].

Велика кількість людей потерпає від зміни клімату уже сьогодні, і це становить загрозу їх безпеці. Наприклад, розпочинаючи з 2009 до 2019 року майже 90% усіх переміщень по всьому світу були спричинені саме погодними катастрофами, а не військовими конфліктами чи іншими чинниками (див. рис. 1.2).



*Рис. 1.2. Кількість біженців у 2019 році з різних причин, млн. осіб*

Постійне підвищення температури повітря тільки збільшить інтенсивність та частоту проявів назначених процесів, що несуть небезпеку для усього людства. До 2050 року кількість внутрішньо переміщених осіб становитиме більше 130 мільйонів.

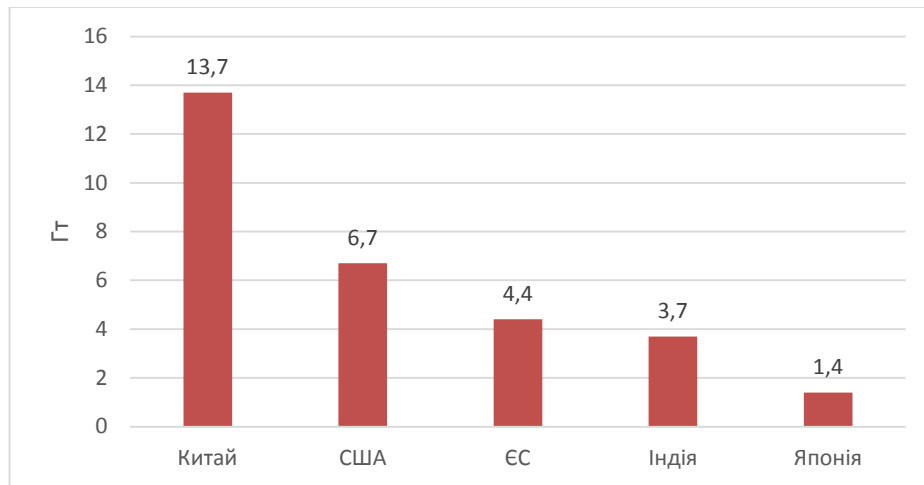
Дві третіх найслабших держав світу сильно піддаються зміні клімату. Одночасно з тим найменш розвинені країни одержують тільки незначну частку глобальної допомоги в галузі клімату.

Досить часто кліматичний вплив можливий за умови недостатньої ефективності або легітимності країни, де значно зростає ризик появи внутрішніх конфліктів. Нині вплив кліматичних змін на частоту проявів збройних конфліктів у країнах незначний, одна, передбачають зростання такого впливу одночасно із глобальним підвищенням температури. Це стосується і конфліктів між державами, оскільки зміна клімату призводить до появи дефіциту життєво необхідних природних ресурсів [7, с. 74].

В окремих частинах світу глобальне потепління уже перевищило показник у  $1,5^{\circ}\text{C}$ . Це спричиняє ризик появи кліматичних точок неповернення. Якщо ці точки будуть досягнуті, зміни навколишньому середовищі будуть незворотними, внаслідок чого відбудеться ще більша зміна кліматичних умов. Учені зазначають, що арктичний регіон, де вічна мерзлота, містить в десять разів більше вуглецю, ніж Амазонія. Внаслідок зміни клімату виникає танення замерзлих ґрунтів і викидання вуглекислих газів у атмосферу, що спричиняє додатковий парниковий ефект [4, с. 86].

Останнє десятиліття характеризується значним обсягом викидання парникових газів, показник якого збільшився на  $1,5\%$  в рік. Рекордним за обсягом щорічного викиду парникових газів став 2018 рік [39].

На сьогоднішній день досягнення найвищих значень викиду парникових газів у найближчі роки не спостерігається, а відтермінування піку кожного року означає, що необхідні більш глобальні та швидкісні скорочення. Якщо пікові показники викидів були б досягнуті у 2020 році, то для того, аби світ став на шляху втримання глобального потепління в межах  $1,5^{\circ}\text{C}$ - $2^{\circ}\text{C}$  з найменшими витратами, тоді до 2030 року їх обсяг необхідно було б скоротити на  $20\%$  і  $50\%$  у порівнянні з 2018 роком [21, с. 10]. На рисунку 2 зображено кількість викидів парникових газів основних країн за 2019 рік, виражених у гігатонах на рік (див. рис. 1.3).



*Рис. 1.3. Викиди парникових газів у 2019 році, гігатон/рік*

Як свідчать дані Світової метеорологічної організації, найбільш теплим еквівалентним періодом став період з 2015 по 2019 роки. Глобальна температура повітря зросла на  $1,1^{\circ}\text{C}$  за до індустріальний рівень та збільшенням на  $0,2^{\circ}\text{C}$  у порівнянні з попередніми п'ятьма роками.

Існують і інші ключові кліматичні показники, які тривало прискорюють тенденції до змін. Наприклад, це підвищення рівня моря, зменшення арктичного морського льоду, зменшення льоду в Антарктиці, зменшення маси льоду у льодовиках Гренландії, спад снігового покриву у північній півкулі [8, с. 117].

В світових океанах збільшується кількість теплоти. Наприклад, у 2018 році фіксувалася найбільша кількість океанських значень теплоти, які вимірювалися в товщину 700 метрів [6, с. 36].

Якщо говорити про середню річну кількість опадів, то існують регіони, де вони збільшилися, і де спостерігається їх зменшення. Теплова хвиля представляла велику метеорологічну небезпеку протягом 2015-2019 років. Вона торкнулася абсолютно усіх континентів та призвела до нових температурних рекордів у низці



країн. Супроводжувалося дане явище поширенням безпрецедентних пожеж, які відбувалися на території Європи, Північної Америки, Австралії тощо. Улітку 2019 року відбувся спалах нових пожеж, які за масштабами сягнули арктичних регіонів, тим самим встановивши рекорди.

Серед кліматичних катастроф найбільшу кількість втрат та збитків завдають тропічні циклони, повені, зсуви. Найбільшу руйнацію завдали урагани, такі як «Катріна» у 2005 році (див. рис. 1.4), «Гарві» у 2017 році (див. рис. 1.5). Економічні витрати внаслідок цих кліматичних катастроф сягнули більше як 120 мільярдів кожен.



*Рис.1.4. Ураган «Катріна» та його наслідки, 2005 рік*



*Рис. 1.5. Ураган «Гарві» та його наслідки, 2017 рік*

Однією із кліматичних катастроф є посухи, які підвищують продовольчу кризу у багатьох країнах, зокрема у державах Африки. Внаслідок цього виникають нові захворювання, які пов'язані з кліматом, збільшується кількість смертей. Підвищена температура на поверхні моря загрожує морській біоті та цілим екосистемам. Окрім цього, варто зазначити, що неабиякий вплив кліматичні катастрофи мають і на економіку країни, особливо вони несприятливо впливають на ВВП країн, які розвиваються.

Кліматичні катастрофи завдають збитки багатьом галузям економіки та географічним регіонам різного ступеню. Так, найбільш вразливими до кліматичних змін є сільське, водне, лісове господарства, енергетика та багато інших антропогенних та природних екосистем [50, с. 101].

Коротко проаналізуємо наслідки кліматичних катастроф на окремі галузі господарства.

*Сільське господарство* займає провідну роль в економіці багатьох країн, зокрема і України, адже воно забезпечує продовольчу безпеку та виготовляє велику кількість важливої сировини. Разом з тим, сільське господарство викидає багато парникових газів, які також спричиняють кліматичні катастрофи. Враховуючи вище описане варто зазначити, що необхідно модернізувати наявні моделі аграрного виробництва та вдосконалювати способи управління сільським господарством, враховуючи постійну зміну клімату.

Міжнародна група експертів з питань кліматичних змін у своїй п'ятій доповіді зазначала, що потрібно негайно декарбонізувати та здійснити заходи з адаптування до кліматичних змін у сільськогосподарській сфері. У доповіді вказано, що зміна клімату впливає на врожайність сільськогосподарських культур. Наприклад, у країнах, де тропічний та помірний клімат, навіть незначне підвищення температури до 2°C без необхідних заходів з адаптації призведе до зменшення врожайності зернових, бобових культур, рису. Однак, в окремих місцях потепління може навпаки позитивно впливати на

врожайність. Якщо глобальна температура повітря збільшиться на 4°C, це спричинить скорочення обсягів води та підвищить конкуренцію на них, виникне чинник ризику для продовольчої безпеки у великих масштабах [26, с. 48].

Зміна клімату в Україні має свої тенденції, які полягають у тому, що:

- підвищиться температура повітря на всіх територіях України (на 1,6°C у степу, на 1,7°C у лісостепу, на 2,6°C у зоні мішаних лісів);
- кліматичні зміни не завдадуть суттєвого впливу на рівень опадів у зоні степу варіюватимуть від 13 мм, у зоні лісостепу — до 50 мм, а у зоні мішаних лісів впливатимуть і становитимуть більше, ніж 80 мм;
- до 2070 року найбільш скоротиться виробництво через кліматичні зміни саме у зоні степу (зазначається, що виробництво пшениці скоротиться на більше, ніж 10% [47, с. 9]).

У 2022 році сільське господарство України не є надто вразливим до кліматичних змін, що відбуваються на території країни та поза її межами. Проте, зміна погодних умов, таких як підвищення температури повітря, нерівний розподіл опадів, що має зливовий характер у теплу пору року, нераціональне накопичення вологості у ґрунті збільшує кількість та інтенсивність посушливих явищ, які можуть перерости у кліматичні катастрофи.

Через глобальне потепління за останні десять років спостерігаються зміни у структурі сільськогосподарського виробництва, у частці посівів культурних рослин та рівні їх урожайності. Науковці зазначають, що внаслідок збереження нинішніх тенденцій до підвищення дефіциту природного водного забезпечення орних земель, через менше як 30 років 3 млн га рілля у південних регіонах можуть бути непридатними для ринку сільськогосподарської продукції. Через це можливе зменшення валового виробництва зерна на більше як 20%. Відомо, що за недостатнього зволоження територій відбувається обмеження рівня продуктивності виробництва та застосування природного потенціалу фермерських угідь.

Щоб пом'якшити негативні процеси зміни клімату на сільське господарство потрібно реалізувати завдання, зазначені у Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року [48].

За останні 20 років посухи повторюються у різноманітних агрокліматичних зонах, і становлять близько 20-40%. Це означає, що відзначається повторюваність посух майже вдвічі. Також простежується тенденція до підвищення повторюваності посух у зонах, де достатнє зволоження, наприклад у зоні Полісся чи Лісостепу. Наприклад, у Семенівському районі Чернігівської області внаслідок надмірної посухи, що спричинила пилову бурю, 16 квітня 2020 року утворилась так звана «Семенівська пустеля».

Окремі дослідники зазначають, що внаслідок глобального потепління погіршуватимуться кліматичні умови на 2 млн га земель. З сучасними темпами потепління та при незмінній кількості опадів, уже через 10 років велика частина українських земель може стати непридатною для землеробства. Насамперед, це територія Запорізької, Херсонської, Одеської, Миколаївської областей, тобто там, де спостерігають вищі температури повітря. У найближчі роки передбачають як позитивні, так і негативні тенденції для сільського господарства і різних зонах, наприклад, збільшення вегетаційного періоду стає позитивним фактором для насаджень у зоні Полісся, а от у південній частині України це призведе до збільшення посух.

Науковець Т. Адаменко дослідив вплив кліматичних змін на вирощування окремих сільськогосподарських культур та виявив такі тенденції:

- через 15-20 років збільшаться обсяги виробництва озимих культур, зокрема пшениці, оскільки змістяться терміни сівби в середньому на 30 днів та більш ефективно будуть використовуватися умови осінньої вегетації, а це зможе підвищити загальну продуктивність на 20-40%;
- на півночі України розпочнеться масштабна висадка соняшнику, кукурудзи, зерна середніх та пізніх сортів;

- врожайність ярих зернових культур ячменю, пшениці, овесу впаде, оскільки через підвищення температур зменшиться вегетаційний період а дозрівання стане більш раннім;
- через зміщення Степу на північ, тобто фактично до Лісостепової зони, відбудеться зміщення північної межі промислового вирощування баклажанів, перцю та томатів, разом з тим підвищиться ризик скорочення територій придатних для вирощування картоплі, огірків та капусти [1].

Кліматичні катастрофи можуть виникати внаслідок великої концентрації парникових газів. І саме сільське господарство займає більше 10% від загального обсягу антропогенних викидів парникових газів (метану, азоту тощо). З кожним роком збільшується кількість обсягу виробництва рослинної продукції, що у свою сергу призводить до зменшення запасу вуглецю в мінеральних ґрунтах та збільшення обсягу його викидів від обробки земельних угідь. Також порушується баланс, зменшується запас гумусу, знижується швидкість мінералізації ґрунтів, внаслідок чого також зростають обсяги викидання вуглецю від сільськогосподарських угідь.

*Водні ресурси.* Зміни клімату призводять і до погіршення стану підземних вод, адже знижується фільтраційне живлення через збільшення сумарного випаровування [23]. Науковці також зазначають, що в майбутньому існує велика ймовірність збільшення площ ріллі з дефіцитним рівнем вологості на 70-80%. Зміна клімату впливає і на зниження поверхневого стоку та інфільтраційного живлення підземних та ґрунтових вод.

За відомими даними можна зробити висновок, що якщо умови збереження кліматичних змін не змінюватимуться, то з кожним роком будуть зменшуватися придатні до використання ресурси поверхневих і підземних вод. Розв'язати цю проблему можна тільки за умови переходу на інтегроване управління водними ресурсами у відповідності до басейнового принципу. Одним із рішень може стати створення певної організації, створеної за

зразком європейської моделі та кращих світових практик, яка буде забезпечувати водну безпеку держави.

*Енергетичні ресурси.* Енергетику вважають однією із тих, яка має найбільший вплив на зміну клімату та на кількість викидів парникових ефектів [5, с. 58]. Однак, енергетичний комплекс є найбільш вразливим до кліматичних змін через особливості свого функціонування, які пов'язані з природними та кліматичними умовами і потребою у суттєвій модернізації та адаптації комплексу [10]. Зміна клімату внаслідок людської діяльності це один із найскладніших викликів. Не дивлячись на те, що стосовно сучасних масштабних змін та варіантів їх розвитку в різноманітних частинах землі залишається вагома частина невизначеності, в більшості глобальних та регіональних кліматичних моделей передбачається зміна температурного режиму, кількості опадів, підвищення рівня моря та різноманітні небезпечні природні явища та процеси. Такі зміни вплинули на інфраструктуру паливно-енергетичного комплексу в цілому [20, с. 54].

*Промисловість.* Кліматичні зміни впливають абсолютно на всі сфери економіки, включно з промисловістю, оскільки змінюються основні фізичні характеристики та визначається дефіцит ресурсів. Найбільший вплив внаслідок зміни клімату полягає в потребі трансформувати промисловий сектор економіки для того, щоб зменшити негативний вплив [17, с.37]. Глобальні кліматичні зміни спричиняють прямі та опосередковані впливи на промисловість. Прямі впливи пов'язують зі змінами природно-кліматичних умов через зміни схем споживання енергетики та доступності природних ресурсів через складнішого доступу до корисних копалин, внаслідок збільшення ризику кліматичних катастроф.

Отже, кліматичні катастрофи, які виникають внаслідок зміни клімату, мають певні причини для появи. У свою чергу такі катастрофи майже завжди завдають значних збитків суспільству, наприклад, сільському господарству, енергетичній промисловості, водним ресурсам, інфраструктурі, біотичному різноманіттю, здоров'ю населення тощо.

## РОЗДІЛ 2

### ГЕОГРАФІЯ ПОШИРЕННЯ ТА ХРОНОЛОГІЯ НАЙБІЛЬШИХ КЛІМАТИЧНИХ КАТАСТРОФ В ІСТОРИЧНОМУ РОЗРІЗІ

#### 2.1 Ретроспективний аналіз кліматичних катастроф в різні часові епохи, можливість їх передбачення та попередження в майбутньому

Небезпечні погодні умови, значне підвищення температурного режиму, викиди парникових газів та інше представляють прояви мінливості клімату, який впливає на усі сфери життя та діяльності людини. Для того, щоб передбачити, попередити та зменшити кількість кліматичних катастроф, що виникають внаслідок змін клімату, необхідно знати географію та хронологію їх поширення.

З давніх історичних часів та до наших днів на планеті Земля періодично відбуваються масштабні катастрофи, в тому числі і кліматичні. Вони спричиняються багатьма факторами, серед яких як природні, так і антропогенні.

Проаналізуємо основні масштабні кліматичні катастрофи з доісторичних часів і до наших днів.

Найбільш раннім проявом кліматичних катастроф було заледеніння (Гуронське) в нижньому протерозої 2,5-2,2 млрд. років тому, великі заледеніння відбувалися також у ордовіку (460-430 млн. років тому) і на межі карбону (310-260 млн. років тому), а на пізніх етапах розвитку планети — у неогеновому та четвертинному періодах. Наприкінці олігоцену в Антарктиді зародилися гігантські крижані шапки, що збереглися досі. Чергування морен з флювіогляціальними утвореннями свідчить про багаторазовий наступ льодовиків у неоген четвертинний час, які змінювалися теплішими міжльодовиковими епохами. З настанням заледеніння відбувалося знищення екосистем, загибель чи міграція фауни. Однак, у міжльодовикові

епохи біота швидко відновлювалася і йшло формування нових екосистем [31, с. 108].

Майже 14,5 тис років тому клімат нашої землі розпочав вихід із Великого Льодовикового періоду. Температура повітря стала значно підійматися, внаслідок чого арктичний лід більшої частини Північної півкулі розпочав танути. Через 1,6 тис років у центрі північної частини Північної Америки (сучасна Північна Дакота, Манітоба, Міннесота) знаходилося велике прогляціальне озеро, утворене внаслідок танення, яке блокувалося великою частиною льоду. Орієнтовна площа озера була подібною до розмірів сучасного Чорного моря. Після того, з невідомих причин гребля озера прорвалася, а прісна вода попрямувала у води Північного Льодовитого океану. Незважаючи на недостатню силу потопу, наслідки даної кліматичної катастрофи практично знищили фауну Північної Америки, а також людей. Великі потоки свіжої води, які наповнили Північний Льодовитий океан, набагато послабили потік. За цим потоком йшла тепла вода, яка досягла Арктичних берегів, і де охолоджуючись опускалась на дно та поверталась на південь. Внаслідок цього приливу швидкість циклу знизилась, а на Північній півкулі температура повітря стала крижаною і повернулася на більше як тисячу років назад [19].

Однією із найстрашніших кліматичних катастроф 19 століття стала посуха в Китаї, яка призвела до серйозних наслідків. Загиблими внаслідок цієї катастрофи вважають майже 13 мільйонів людей. Через вихід з останнього періоду охолодження, який носить назву «малого Льодовикового періоду», на території басейну Жовтої річки розпочалася посуха. Впродовж 1867 року дощів не було, як наслідок знизилась врожайність. Посуху вважали найбільшою за останні 300 років, адже вона призвела до великої кількості загиблих людей. Країна була надто слабкою, щоб протистояти цій кліматичній катастрофі, оскільки на той час відбувалися сильні повстання та імперіалізм. Китаю надавалася велика кількість міжнародної та місцевої



допомоги, однак більша частина селищ країни опинилася на межі голоду, захворювань та міграції.

У 19 столітті, 25 листопада 1839 року на території Індії відбувся циклон, що супроводжувався штормом. Він нищівно руйнував одне із міст країни. Усі кораблі, що перебували у затоці, а це близько двох тисяч, були знищені. Місто відновити так і не вдалося. Штормовою хвилею було змито біля 300 тисяч населення. Катастрофа вважалася однією із найсильніших, що коли-небудь була у Індії.

Листопад 1970 року запам'ятався мешканцям Бангладешу (тодішня територія Пакистану) страшною кліматичною катастрофою — ураганом Бхола. Оскільки Бангладеш мав високу густоту населення, і значна частина країни розташована нижче рівня моря, це призвело до жахливих наслідків. Саме ця катастрофа спричинила війну на незалежність, внаслідок якої ця частина території відокремилася від Пакистану та відбулося проголошення держави Бангладеш (див. Додаток Б).

Якщо говорити про таку кліматичну катастрофу, як торнадо, то варто згадати таку жахливу руйнівну подію, яка відбулася внаслідок торнадо в 2011 році у Сполучених Штатах та Канаді. У період з 25 по 28 квітня Національна Метеорологічна служба зафіксувала та підтвердила понад 300 торнадо, які були у більше як 15 штатах країни. Торнадо відбувалися кожного дня, також нерідко супроводжувалися смерчами. Більше як 300 мешканців загинули внаслідок катастрофи. Завдана матеріальна шкода перевищила 10 млрд доларів, що зробило торнадо одним із найдорожчих кліматичних катастроф, які були на території США (див. Додаток Б).

Географія поширення кліматичних катастроф є неоднорідною та різномасштабною. На окремих територіях вони спостерігають частіше, на інших — рідше. Однак, на планеті не знайдеться такого континенту, який би не постраждав би внаслідок кліматичних катастроф. Особливо часто вони стали проявлятися у сучасному світі, адже останні десятиліття особливо призвели до зміни клімату, яка і виступає основним чинником катастроф, до

збільшення викидів парникових газів та інших природних та антропогенних чинників.

Не виключенням стає і Україна. Проаналізуємо основні кліматичні катастрофи, які відбувалися на території нашої держави в минулому та у сучасності.

Внаслідок аномальної спеки на території України у 2018 році влітку загинуло три людини. Така спека виникла внаслідок малорухливого антициклону, який прийшов з центру Європи. Найбільша спека перебувала у центрі та заході України. Температурний показник підвищився на 10°C від середньої кліматичної норми [7, с. 69].

На заході України не рідко спостерігаються повені та паводки. Так, у 1998 році сталася катастрофа на території Закарпатської області. Розпочалося все з протяжних дощів, що тривали декілька днів. Внаслідок цього низка річок, серед яких Латориця, Тиса, Тересва тощо вийшли з берегів. Підтоплення зазнали більше як 100 населених пунктів. Катастрофа завдала збитки більше 300 тисячам людей, що становить третю частину від населення всієї області. Повінь забрала за собою життя 17 людей. Більше 40 тисяч будинків було затоплено, понад 2 тисячі пошкоджені.

Посухи зустрічаються на території України не часто. Однією із катастрофічних вважають посуху 1891 року, внаслідок якої знизилася врожайність на Слобожанщині, Запоріжжі, Північній Таврії, Одещині та півдні Херсонщини. Це призвело до голоду, який поширився у даних регіонах протягом 1891-1892 років, і як наслідок стали поширюватися інфекційні хвороби (тиф, холера тощо).

У ХХ столітті засухи у південних районах країни викликали катастрофічні наслідки. Найбільш згубні засухи відбулися у 1921 та 1945 роках. Це спричинило зниження рівня врожайності та призвело до голоду, оскільки більша частина вирощеного зерна вилучалася більшовиками.

Швидкість руйнування біогенів зараз на два-три порядки вища, ніж у минулі геологічні епохи. Незважаючи на зростання рівня агротехніки,

продовжується деградація земель. Майже 23% усіх придатних для використання земель у світі схильні до руйнування, яке веде до зниження їхньої продуктивності. В умовах напіваридного та аридного клімату відбувається різка інтенсифікація опустелювання. Під загрозою перебувають 3,6 млрд. га, тобто 70% потенційно продуктивних земель посушливої зони. Проблема опустелювання торкається інтересів понад 80 країн. На схильних до опустелювання територіях проживають понад 600 млн. населення [2, с. 78].

У 1963 році внаслідок катастрофічних посух вперше за свою історію тогочасний Радянський Союз розпочав закупівлю зерна із-за кордону. Посухи, що відбувалися у 1959, 1963, 1965, 1968, 1972, 1979, 1983, 1992, 1996, 1999 роках призводили сільське господарство до кризового стану.

Внаслідок зміни клімату сільське господарство, як одне із провідних в Україні, зазнає значних збитків. Аграріям складно прогнозувати врожай, адже температурні режими на території всієї країни змінюються дуже часто і бувають доволі непередбачуваними. Наприклад, у 2022 році передбачається, що такі області як Херсонська, Полтавська, Вінницька, Кіровоградська та Черкаська будуть страждати внаслідок надмірних посух. Відповідно до досліджень, проведених Світовим банком з питань впливу зміни клімату на основні сектори економіки держави, існують два сценарії, які передбачають глобальне підвищення температурного режиму до 2100 року на 2,4°C ( з боротьбою з викидами вуглецю) та на 4,4°C (без прийнятих заходів). Внаслідок зміни клімату та посух можливе зменшення врожаю зернових культур, кукурудзи, соняшника вже у 2030-2050 роках на більше як 15%. Наслідки посух на території України вміщено у Додатку В.

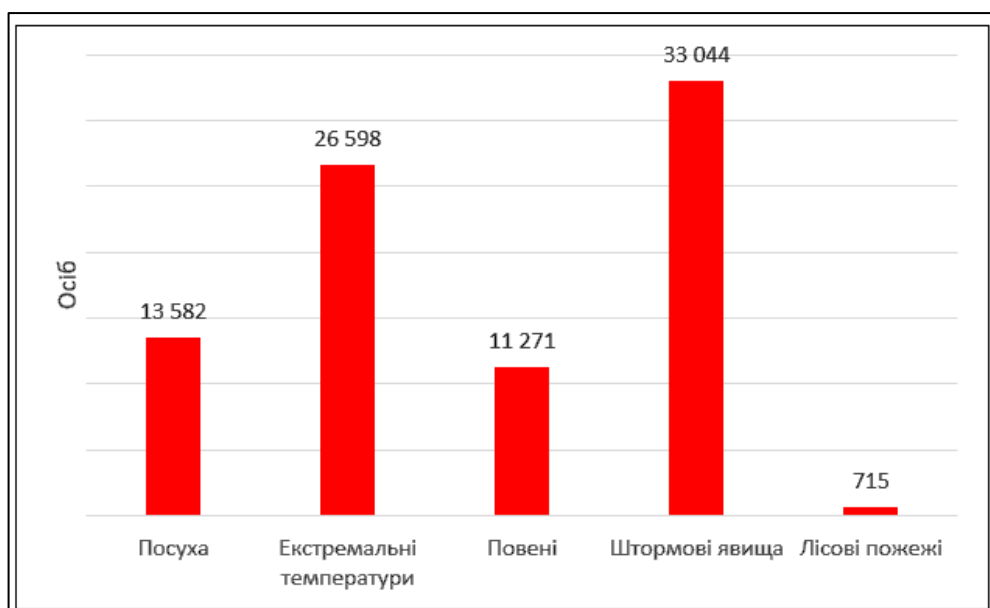
Попередити зниження врожайності внаслідок кліматичних катастроф, пов'язаних із підвищенням температури, можна за допомогою створення збалансованих стратегій управління водними ресурсами. Це допоможе підвищити врожайність на більше як 30%, а для окремих культур і більше — до 75% для кукурудзи та близько 50-80% для соняшнику. Однак, на

підтримку середнього водного балансу потрібні великі матеріальні витрати — від 200 мільйонів доларів.

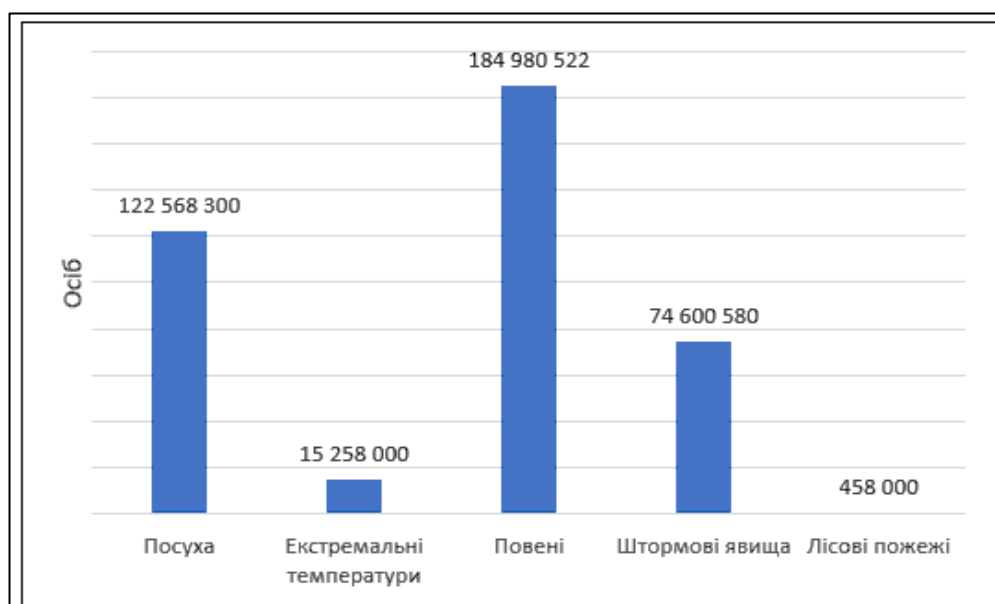
Небезпечні погодні умови, постійне зростання температури повітря, збільшення кількості викидів парникових газів спричиняють мінливість клімату, який впливає на всі сфери життя людей та економіки країн в цілому. Однак, такі зрушення спричиняють відкриття нових перспектив. У Доповіді Рамкової конвенції ООН щодо питань зміни клімату зазначалося, що багато компаній оцінили реальні збитки для своїх підприємств, що завдали саме кліматичні катастрофи [41].

Враховуючи велику кількість взаємозалежностей між структурами, які задіяні в процесі передбачення та попередження кліматичним катастрофам, існує потреба у дотриманні встановлених правил і норм, які не суперечитимуть основним напрямам державної політики кожної країни. Такі норми та правила визначаються відповідними стандартами, визначеними у світі, які використовуються у різних країнах (наприклад, стандарти ISO).

Деградація природного середовища прямо впливає на активізацію небезпечних природних процесів з важкими екологічними наслідками. У 2004-2019 роках середня щорічна кількість кліматичних катастроф у світі (у кожній з яких загинуло не менше 10 або постраждало щонайменше 100 людей) зросло стосовно 1995-1999 рр. більше, ніж утричі, і, відповідно, зросла кількість загиблих та постраждалих (див. рис. 2.1 та рис. 2.2).



*Рис. 2.1. Загиблі за період 2004-2019 рр.*



*Рис. 2.2. Постраждалі за період 2004-2019 рр.*

Кліматичні катастрофи супроводжуються великими матеріальними втратами. За останні 40 років вони зросли у 9 разів та становлять зараз близько 150 млрд. дол. на рік. Сумарна величина економічних втрат лише останнє десятиліття склала 676 млрд. доларів. Очікується, що до 2050 р. економічні збитки від небезпечних кліматичних процесів досягне 300 млрд. доларів на рік.

Сучасні кліматичні катастрофи — це сукупність взаємозалежних явищ, коли буває неможливим відокремити причину від наслідку та наслідок від причини, коли прояв катастрофи підпорядкований складним впливам і має

багатогранне відображення практично у всіх сферах життєдіяльності людини.

Для сучасних надзвичайних ситуацій можна виділити наступні характерні причини:

- підвищена чутливість природної та соціальної сфери життєдіяльності людини до впливу зовнішніх факторів;
- антропогенне перетворення навколишнього природного середовища, зростання техносфери та освоєння нових територій;
- висока вразливість соціальної сфери від кліматичних катастроф при взаємодії яких вони проявляються із найбільш тяжкими наслідками.

Для більшості небезпечних кліматичних катастроф можна виділити деякі загальні властивості та закономірності процесу їх перебігу:

- геліофізичні та геодинамічні перетворення, що йдуть під впливом безлічі найскладніших фізичних, фізико-хімічних та біохімічних процесів, що супроводжуються обміном та взаємною трансформацією різних видів енергії, і які є джерелом різних геологічних та атмосферних процесів, створюючи при цьому природну небезпеку для людини та навколишнього середовища;
- циклічність процесів, що є результатом впливу природних сил, і які періодично повторюються як у просторі, так і у часі;
- природа, суспільство та їх окремі частини є відкритими динамічними системами, вони мають нелінійні властивості і відчувають прагнення порядку або хаосу.

Досвід пізнання майбутнього, передбачення кліматичних катастроф і зміни можливого майбутнього сягає корінням у глибоку давнину. Наука пізнання майбутнього та принципи його зміни часто суперечать і взаємно виключають одне одного. Вони склалися у далекому минулому і стали основою практично для всіх існуючих нині методів сучасного наукового прогнозування та проектування майбутнього.

Найважливішим для життя людей було передбачення погоди, а, відповідно, і термінів сільськогосподарських робіт та очікуваного майбутнього врожаю. Зіставлення напрямку вітру, хмарного стану неба на заході сонця, форми димів від багать, характерні природні явища у певні дні року дозволили нагромадити величезну базу даних про погодні явища, які збереглися у вигляді народних прикмет погоди на термін від одного дня до року. Молитовне звернення до неба та жертвопринесення чогось дорогого для людей, зазвичай спалення на багатті, було однією з форм зміни майбутньої несприятливої погоди.

Нині для зміни погоди використовуються технічні засоби впливу на дощові та градові хмари, як наслідок цього з'явилася метеорологічна зброя для штучного утворення катастрофічних зливових дощів і навіть «злочинства дощових опадів».

Сучасна ідеологія та методологія передбачення майбутнього, увібравши в себе весь попередній історичний досвід, розділилися за наступним категоріям:

- прогноз - передбачення, визначення чи призначення мети;
- планування, програмування послідовності дій або сценарію подій, проєктування майбутнього об'єкта або стану об'єктів, перспективи розвитку процесів з метою виявлення проблем, що підлягають вирішенню.

Сучасне прогнозування відходить від споглядальної форми спостереження за поточними та очікуваними майбутніми подіями та своєю основною метою ставить активне втручання та управління процесами у навколишньому середовищі та суспільстві, включаючи поведінку та вибір людини. У промисловості, економіці, геополітиці, військовій промисловості використовуються різні принципи прогнозування та планування майбутнього, однак є і єдині логічні та математичні методи вирішення прогнозних завдань [4, с. 86].

«Теорія катастроф» як наука як і прогностика сформувалася у другій половині минулого століття. Використання математичних підходів та методів «Теорії катастроф» є перспективним для вирішення прогностичних завдань, у яких є стрибкоподібні зміни функцій чи структурна перебудова системи (наприклад, як кліматична катастрофа чи виникнення нової структури). За допомогою неї можна виявляти умови та час виникнення катастрофічних змін.

До футурологічних загальних методів прогнозування можна віднести: зміну об'єкта або вплив на об'єкт для бажаного майбутнього, зокрема в результаті розумної діяльності; роботу з майбутнім об'єктом, як із проектом у теперішньому, хоча об'єкта ще не існує; моделювання майбутнього об'єкта у теперішньому; дослідження майбутнього у зворотному напрямку, як зворотних тенденцій, визначення ймовірності його наступу у теперішньому; роботу з альтернативним майбутнім у моделях минулого та сьогодення; дослідження проблем, що виникають або назрівають; протиріччя, визначення майбутнього об'єктів і процесів, на які вплинуть ці катастрофи.

Сучасні інформаційні технології, нові аналітичні методи обробки історичної статистики та поточної моніторингової інформації дозволяють на якісно новому рівні вирішувати проблему прогнозу настання кліматичних катастроф у навколишньому середовищі. Держава повинна на законодавчому рівні визначити основні завдання по попередженню та протидії кліматичним катастрофам (див. Додаток Г).

Для передбачення майбутнього процеси та явища у природному середовищі, антропогенна активність, промислова та господарська діяльність, економіка та соціальні процеси, що мають глобальний зв'язок та взаємовплив повинні розглядатися системно, в єдиному ключі. Сучасні кліматичні катастрофи мають синергетичний характер і виникають на межі цих областей або повністю їх охоплюють.

Отже, зростання загрози кліматичних катастроф спричинено, насамперед, аномальними проявами клімату та втручанням людини в хід



природних процесів внаслідок освоєння нових територій та зміни сформованого ландшафту.

## **2.2 Антропогенний вплив на частоту проявів кліматичних катастроф**

Кінець пліоцену, він же початок сучасного, четвертинного періоду, взяв свій початок з нових етапів історичного розвитку біософери, саме тоді домінуюче положення стала займати людина. Археологи виявили давніх гомінідів, які за приблизними оцінками проживали близько 2,2 млн. років тому, саме вони були першими попередниками сучасної людини. Дещо потому (приблизно 50 тис. років потому) в процесі еволюції на світ з'явилися кроманьйонці – перші представники «гомо сапієнс». Протягом всіх етапів даного історичного періоду людина активно розселялася по планеті, паралельно з цим активно освоюючи континенти в наступному порядку: Африканський; Європейський; Азіатський; і в останню чергу були заселені обидва Американських та Австралійський континенти [43, с.15].

Разом з тваринами наші предки були частиною саморегулюючої системи, де їх існування визначалось умовами навколишнього середовища та її можливостями до відтворення кормової бази. Якщо продуктивна здатність екосистем знижувалась, то це мало наслідки у вигляді голоду, люди зрештою були змушені переселятись на іншу місцевість. Давні представники мавпоподібної популяції мали певні обмеження у вигляді площі проживання та чисельності груп, які там проживали. Саме по цій причині популяцій довго стояла на місці, не перевищуючи 221 тис. осіб. Навички добування вогню та навички колективного полювання значно розвивали мисливські інстинкти та дозволяли вдосконалювати методи полювання на великих звірів. Найбільш ефективним в той час було так зване «загінне» полювання, де стада тварин збивались до кучі та гнались до найближчих ущелин, після чого вони

зривались вниз та розбивались. Існує також гіпотеза про те, що зникнення мамонтів було спричинене саме такою діяльністю.

На початку антропогенезу (близько 8-10 років тому) виникали постійні кризи, які стали своєрідним поштовхом для нової на той час еволюції землеробства, якій присвячують початок неоліту. Це пов'язують також із розвитком неолітичної або так званої технологічної революції. Під час останньої людство перейшло від привласненої форми господарства до відтворювальної. Особливого значення цій події надають обставини, коли людство перейшло на особливі нові відносини із навколишнім середовищем. Саме тоді природний біологічний цикл дещо змінився на штучний, якій заснували за допомогою вирощування рослин. Ще задовго до нашої ери, а саме до 5000 р. до н. е. відбулось окультурення зернових, серед яких пшениця та ячмінь - на території Близького Сходу, маїс – на території Центральної Америки, рис – на території Китаю, картопля – на території Південної Америки. Незадовго після того люди почали приручати тварин та розвивати таку галузь господарства як тваринництво. Такий прогрес був можливий насамперед тому, що людина, на відміну від іншого тваринного світу, здатна накопичувати поза генетичну інформацію (за допомогою мовного апарату, пізніше – за допомогою письма тощо), передавати цю інформацію наступним поколінням, формуючи таким чином культурну спадщину [34, с. 11].

Зміною умов існування на землі став розвиток землеробства, тваринництва та рослинництва. Однак площа, яка була необхідна щоб забезпечити продуктами харчування кожну людину, скоротилася на 500 разів для збирачів та на 5000 разів для мисливців. Цьому передувало збільшення кількості населення. Початок нової ери характеризувався збільшенням населення до 100-200 млн. осіб, тобто ця кількість зросла майже на 1000 разів, якщо порівняти її з неолітом. Великою за своєю тривалістю стала перша технологічна революція, яка сягнула межі бронзового та залізного віків. Завдяки землеробству та скотарству люди змогли перейти на осілий

спосіб життя, мали змогу виготовляти та обмінюватися результатами та продуктами своєї праці та діяльності.

Однак важливо наголосити і на кризових ситуаціях, які виникли внаслідок цивілізаційного та технічного прогресу, розвитку землеробства. Великий негативний вплив на сферу усього живого здійснила особлива форма обробки земель – підсічно-вогнева. Саме тоді зафіксовані перші руйнування природних екосистем на територіях великого масштабу, які згодом замінились штучним середовищем. Існують різні оцінки експертів, однак деякі заявляють, що саме тоді було вирубано майже третину або й половину лісів усієї планети. В атмосферу викидалися великі обсяги вуглецю. Внаслідок знищення лісів знизилась транспірація та опустелювання територій, розвивалась ерозія. Саме цей період вважають періодом занепаду сільськогосподарської цивілізації. Розпочинаючи з IX століття людство почало знову масово вирубувати ліси, через що цей період назвали періодом «великого кочування». Вирубка лісу знизила продуктивність усього живого. Внаслідок низької агротехніки пасовища та рілля не могли компенсувати продуктивність екосистем природи. Середина XIV ст. стала початком нової екологічної кризи, яка згодом призведе до знищення селян, до голоду та масового вимирання. На це вплинуло також і похолодання клімату, яке носило назву «малий льодовиковий період».

Відсталість аграрної культури посіву та зборів, холодні зими, короткі літні сезони спричинили зниження кількості врожаю. Лише на території Європи від голоду, за даними, померло майже 25 млн. осіб. Для того, щоб населення мало такі ж запаси та кількість харчів, що й раніше, знадобилось 150 років. Тобто, період найвищого розвитку людської цивілізації, які відбувалися у часи першої технологічної революції, різко змінили ситуацію на кризові та навіть смертельні випадки, які призвели до масштабного голоду та смертей. Однак, таке кризове становище дозволило сформувати нову технологічну революцію завдяки людському інтелекту. У середні віки почався розвиток ремісництва, дещо потім розвиток великого та середнього

виробництва промислових товарів та техніки, металургія та гірничо-промисловість почали нарощування своєї потужності, розширювалась торгівля та банківська справа, почали будуватися міста, простежувалися значні успіхи у сферах науки та мистецтва. У сфері сільського господарства покращувалась техніка (відбувся перехід трипільної системи на двопільну), розширювалася інтродукція культурних рослин, які були привезені із Америки (наприклад, кукурудза, картопля чи томати) [36].

У другій половині XVIII ст. промислове виробництво набуло глобальний характер, за що отримало назву промислова або друга технологічна революція. Активно залучалися нові джерела сировини та енергії, помітна була поява нових високопродуктивних технологій масового виробництва продукції машинобудування та товарів першого вжитку. Великими темпами розповсюджувалися нові технічні досягнення та зростала економіка [40, с. 146].

Отже, якщо зазирнути в історію розвитку суспільства, то стає зрозуміло, що різноманітні екологічні та кризові ситуації, кліматичні катастрофи беруть свій початок ще на початку існування людства. Це пов'язують, насамперед, із втручанням людей у навколишнє середовище. Кожного року ми бачимо, що збільшується кількість катастроф (див. рис. 2.3.).

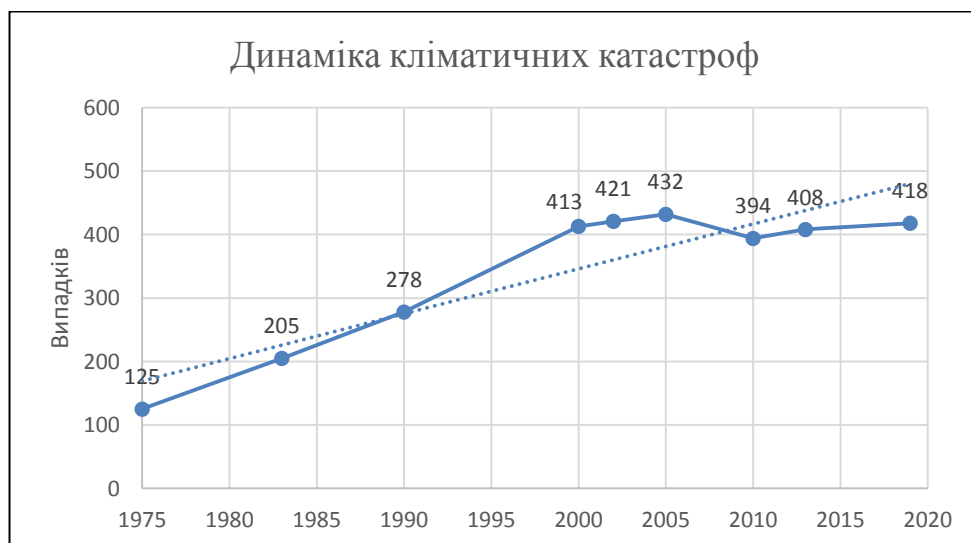


Рис. 2.3.. Динаміка прояву кліматичних катастроф з 1975 по 2019рр.

Незважаючи на те, що економіка та валовий продукт ріс, можна було помітити підсилення тенденцій, що означає кризу в соціальній та економічній сферах держави. Отримані доходи розподіляються неоднаково. Наприклад, у 1960 році пропорція у співвідношенні доходів багатих та бідних людей виглядала як 13:1, у 1990 році цей показник збільшився і виглядав як 60:1, а у 1997 позначка досягла значення 74:1. Практично 800 млн. людей (14%) у світі щодня мають дефіцит їжі. Важливим наслідком збільшення бідності та невлаштованості стала міграція. З кожним роком спостерігається збільшення кількості потоків «екологічних біженців» - осіб, які залишили своє місце проживання за екологічними причинами [31, с. 112].

Завдяки вдосконаленню агротехнічного обладнання та широкому застосуванню добрив у ХХ століття збільшилась врожайність посівів у чотири рази, а загальний обсяг по збиранню врожаїв – у шість разів. Збільшення кількості продуктів харчування та успішна медицина збільшили кількість населення. Зазначається, що за два останні сторіччя кількість зросла з 1 до 6 млрд. осіб. Кожного року населення збільшується на 77 млн. осіб. Науковці стверджують, що до 2050 року кількість населення може сягнути 10 млрд. Природний приріст населення найчастіше спостерігається у країнах, що розвиваються (3,1 дитина на жінку), а у розвинених країнах показник становить 1,5 дітей на жінку. Поріг заміщення становить 2,1 дитина на жінку.

Важливим аспектом є також і розвиток урбанізації. Кількість населення міст зростало кожного року на 4%. У містах територіально-зосереджується вплив на природне середовище. Якщо міста зростатимуть у такому ж темпі, це призведе до багатьох екологічних криз та катастроф, насамперед це забруднення повітря, води, ґрунту. Жителі міста перебувають у найменш сприятливих екологічних та соціальних умовах. Також урбанізація означає різке зниження ресурсу стійкості міської території до різного впливу техногенних чи природних катастроф. Внаслідок цього підвищується ризик проживання людей у містах. Державна влада повинна прикласти максимум

зусиль для того, аби забезпечити та підтримувати належні функції інфраструктури міста [28, с. 69].

Завдяки науково-технічному прогресу людство створило неправильне уявлення про дослідженість та керування процесами, що відбуваються у природі. Варто пам'ятати, що біосфера, екосистема є набагато більшими та складнішими утвореннями, ніж наша цивілізація. Як стверджують вчені, нині потік інформаційних ресурсів у біоті у 20 разів перевищує кількість потоку інформації, яка може сьогодні переробити усі існуючі на сьогоднішній день ЕОМ [27].

В даний час вже створено і використовується в промисловості та військово-оборонній галузі цілий ряд технічних засобів, які можуть впливати на клімат, а також ініціювати сейсмічні небезпечні процеси. Найбільшу небезпеку з найбільш непередбачуваними наслідками становить іоносферна зброя, що передбачає штучне локальне електромагнітне випромінювання на іоносферу, аналогічні тому, що викликає в ній спалахи на Сонці. Плазмові утворення у взаємодії з атмосферою, літосферою та гідросферою змінюють перебіг природних збалансованих процесів та викликають цілий каскад природних та техногенних катастроф, впливають на психіку та здоров'я людей. Сучасна історія іоносферної зброї починається зі створення військових систем загоризонтної радіолокації [33]. Ці розробки виявили, як залежність роботи цих станцій від зміни зовнішніх метеорологічних та геліогеофізичних умов, так і здатність впливу на них та зміни природних та техногенних процесів. Тут слід зазначити, що від початку розробки, а потім і випробування цих систем у військових та наукових колах висловлювалися сумніви щодо їх надійності та ефективності.

Випробування ядерної зброї в минулому столітті також лишило свій слід на кліматичному режимі окремих країн. Під час вибуху радіонукліди, які іонізуються в газові частинки заряджають атмосферу. Невеликі краплі в процесі коагуляції отримували додаткові заряди і згідно гіпотези невелика додаткова іонізація зумовлює мікрофізичні зміни в структурі хмар.

Додатковий заряд пришвидшує коагуляцію всередині хмари і відповідно сам процес випадання опадів зазнає зміни в просторовому та часовому плані. Є зафіксовані факти, коли на території поблизу місць випробувань збільшувалась середньоденна норма опадів приблизно на 25%. Так один з архіпелагів на північному-сході Шотландії – Шетландські острови відзвітувався, що за період 1962-1964рр. звичний кліматичний режим був порушений.

Видобуток сланцевих газів є ще одним суперечливим питанням в вирішеннях питань енергонезалежності окремих країн. Процес видобутку сланцевого газу полягає в тому, що «бульбашки» газу, які знаходяться в щільних породах на глибині в декілька кілометрів необхідно «витрясти». Для цього необхідно зробити вертикальну свердловину за допомогою гідророзривів, яка глибиною буде сягати газовмісних порід і розгалужуватись по ним. Глибина коливається в середньому від 800 до 3200 метрів. В подальшому в свердловину подають розчин піску, води та хімічних сполук, які під дією великого тиску зруйнують породу і разом з тим вивільнюють газ, який вже можна добувати. Але зворотній процес відкачки води та хімічних реактивів не забезпечує повного його відкачки з свердловини і близько половини об'єму назавжди лишається в надрах. Артезіанська вода, горизонти якої протікають саме в цих межах може перетворитись з найчистішою в екологічну зброю масового ураження. Також немає жодної гарантії що під дією капілярного ефекту небезпечні хімічні сполуки не потраплять до верхніх водоносних горизонтів.

### РОЗДІЛ 3

## ІНТЕГРАЦІЯ ПИТАНЬ ХРОНОЛОГІЇ КЛІМАТИЧНИХ КАТАСТРОФ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС ПРИ ВИВЧЕННІ ШКІЛЬНОГО КРУСУ ГЕОГРАФІЇ

### 3.1 Теоретичні основи кліматологічної освіти щодо вивчення кліматичних катастроф

Одним із головних питань сучасних досліджень у галузі географії та екології є питання постійних кліматичних змін, які відбуваються на території усієї планети. Наслідки діяльності людини на землі є символом сучасності, проте їх передумови закладалися ще у попередніх поколіннях, в більшій мірі саме останні чотири покоління людства здійснили негативний вплив на стан клімату, який ми маємо і зараз. Однією із основних причин зміни клімату дослідники вважають таку, що молоде покоління приречене на погіршення власного життя та здоров'я, однак самі вони допоки не можуть здійснювати вплив на клімат. Тому саме середнє та старше покоління мають допомогти дітям та молоді отримати необхідні запаси знань та вмінь, які допоможуть вплинути на екологічний рівень їх життя. Передавати таких досвід, уміння та навички можна за допомогою різних способів, однак пріоритетним ми вважаємо освітній спосіб, за якого зміни клімату будуть вивчатися під час проведення природничих дисциплін (природознавство 1-5 класи, географія 6-11 класи, екологія 7-11 класи).

Багато катастроф у світі спричинені саме значними змінами клімату, які відбуваються у всіх регіонах. Це передбачає і зміну в освіті, адже остання з кліматичної тематики повинна стати все масштабною та представлятися на усіх рівнях. Насамперед, кліматологічна освіта повинна брати свій початок ще у дошкільних закладах освіти, плавно переходити у навчальні програми початкової та середньої школи, та найбільш масштабно повинна розкриватися у старшій школі закладу загальної середньої освіти. Однак на



цьому вивчення клімату не повинно завершуватися, а тільки переходити на рівень професійно-технічної та вищої освіти.

Безперечно, кожен з описаних рівнів має свої особливості, а це означає, що для кожного рівня повинні створюватися методичні рекомендації та розроблятися педагогічний інструментарій. Саме він повинен сприяти створенню та розвитку подальшої кліматологічної освіти не тільки на території цілої країни, але й у окремих областях та районах, які завдяки децентралізації мають можливість реалізувати місцеві соціальні та освітні ініціативи. Розвиток кліматичних компетенцій є важливим для ефективнішого функціонування в суспільстві та дають змогу об'єднуватися соціальним спільнотам для попередження кліматичних катастроф та адаптації до нових умов кліматичної сучасності планети Земля.

Основним напрямом розвитку кліматичної освіти в Україні вважають її безперервність та багатоаспектність. Тому після закінчення дошкільного закладу освіти, де дітям надавалися початкові знання з питань кліматології, у початковій школі діти повинні перебувати в такому освітньому середовищі, де ці знання мають вивчатися не тільки під час вивчення спеціалізованих курсів, але й на різноманітних навчальних предмета та факультативах.

Середня та старша школа повинна допомогти у набутті навичок і компетенцій кліматологічного аналізу та креативного мислення у кліматологічній сфері. Квінтесенцією такої освітньої системи має бути кліматологічна освіта рівня вищої освіти, де здобувачі освіти повинні набувати навички з кліматологічного просвітництва населення. Такі навички та вміння допоможуть поширенню кліматологічного знання серед широкого населення, в тому числі і молодого покоління.

Варто зазначити, що у освітніх програмах потрібно прагнути збільшувати рівень кліматичної освіти в різних виглядах, а її елементи мають стати звичними для вивчення у дошкільному, шкільному, професійно-технічному та вищому закладах освіти. В результаті появи такої освітньої системи можна говорити про створення на території України системної

кліматичної освіти, що допомагатиме сучасному суспільству та окремим його частинам долати кліматичні кризи та катастрофи, які постають через людською цивілізацією.

Теоретичні основи кліматичної освіти у сучасному шкільному курсі географії повинні ґрунтуватися в першу чергу на ситуації постійної зміни кліматичних умов. Разом з тим, усі освітні та освітньо-професійні програми повинні базуватися на теоретико-методологічних підвалинах та науково-методологічній базі.

Кліматологія — це наука, яка у основі містить свій протоетап, який включає в себе вивчення клімату з давніх часів і до наших днів. Дослідження допомагають дати оцінку та визначити динамічні зміни клімату в певній області чи регіоні. Саме тому основою усіх занять з питань вивчення клімату має стати аналіз кліматичних змін, які відбувалися на певній території, що вивчається. Це допоможе визначити межу кліматичного дискурсу, в якій проводитимуться уроки з географії. Таке направлення допоможе у формуванні категоріального апарату спілкування з учнями та іншими членами педагогічного колективу, які братимуть участь у навчальних заняттях.

Окреслимо перспективи розвитку кліматичної освіти в Україні, беручи за підґрунтя основні кліматичні теорії.

Модель загальної циркуляції атмосфери — океан. Дану модель вважають однією із основних у кліматології. МЗЦ (модель загальної циркуляції) є математичною моделлю загальної циркуляції атмосферного повітря, яка ґрунтується на рівняннях обертової сфери з термодинамічними показниками для різноманітних джерел енергії (наприклад, сонячна радіація, прихована теплота), які є результатом розвитку геофізичної гідродинаміки [14, с. 115]. Автором рівнянь є Нав'є-Скотс. Таку модель вважають однією із базових у питаннях створення теоретико-методологічної концепції. Звичайно, кліматологічні освітні заходи повинні містити тематику з питань циркуляції атмосфери та океану. Їх можна використовувати за

допомогою візуального матеріалу, оскільки процес візуалізації для сучасних учнів як початкової, так і старшої школи, є чи не найголовнішим інструментом, який пливає на розуміння та доступність простих та складних процесів, які відбуваються у природі (зокрема і кліматичних).

Циркуляцію повітря вважають одним із головних елементів більшої частини кліматичних моделей. Одночасно здійснювати візуалізацію повітря складно, оскільки існують невеликі простори території України для масштабних досліджень, хоча у певних секторах можна вивчати циркуляцію повітря і на загальноєвропейському рівні. Важливою особливістю кліматичних досліджень є її масштабність. Окрім цього, більша частина повинна піддаватися моніторингу та охоплювати великі проміжки часу [38]. У іншому випадку втрачаться можливості наукового аналізу та протиставлення фактів, що вказують на певні кліматичні зміни.

Усі зміни клімату пов'язуються між собою, і вивчення кожної повинне базуватися в рамках дуальних систем, тобто вивчення окремих змін як різних локальних процесів в рамках масштабної системи кліматологічних змін та моделей.

Покращення моделі. Кожна модель циркуляції може вдосконалюватися за допомогою спостережень за циркуляцією мас, аналізу важливих процесів, які здійснюються у глобальних та локальних кліматологічних теоріях. Під час викладання яких-небудь аспектів моделей потрібно дивитися на можливість їх вдосконалення шляхом інтерпретації певних даних, взятих із наукових досліджень.

Здійснити параметризацію будь-яких кліматичних моделей можна за допомогою аналізу окремих складових моделі під різним кутом зору. Наприклад, чинник зниження повноводності малих річок степової зони може бути фактором кліматичних змін не тільки на локальному рівні, але й виступати основним фактором кліматичних змін в цілій екосистемі степу. Відповідно до параметру певної кліматичної зони ми можемо актуалізувати певну кліматологічну проблему певної території.

Модель системи Землі є чи не найважливішим теоретичним поясненням багатьох кліматичних катастроф. Це впливає з того, що будова планети визначає безліч особливих чинників, що впливають на перебіг гідросферних процесів. Саме вони визначають кліматичні процеси локального та глобального рівнів [9, с. 32].

Моделювання кліматичного процесу відбувається за допомогою побудови моделі в межі теорії лінійного та нелінійного виду моделювання. Вони повинні співвідноситися з теорією систем. Існують два способи моделювання кліматичних процесів. За допомогою них відбувається системне вивчення та встановлення законів функціонування системи, які відтворюються моделлю. Поведінку системи досліджують за допомогою моделювання [45, с.78].

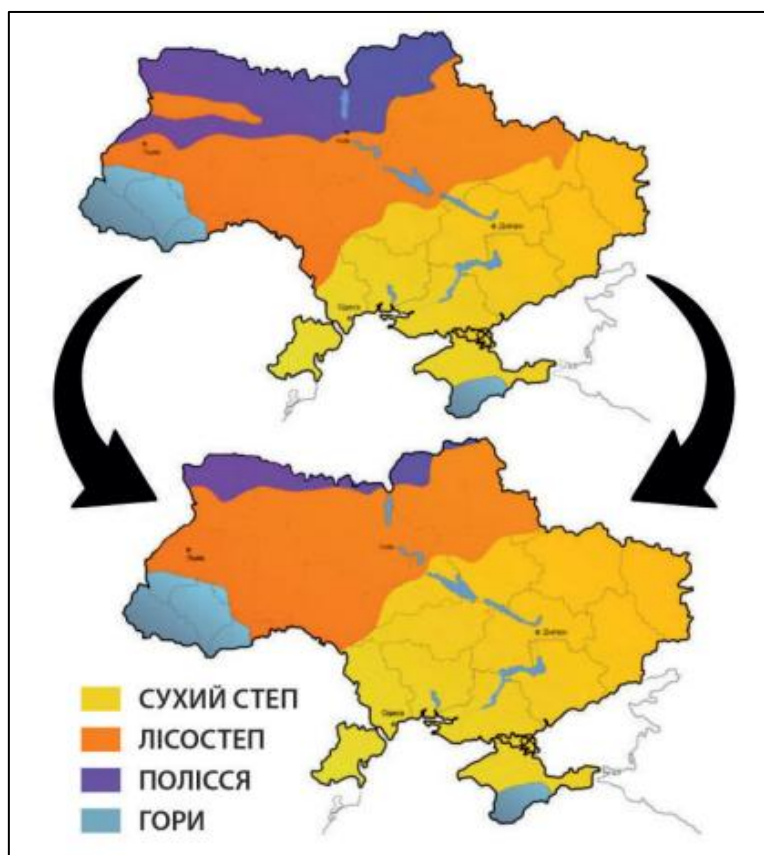
Візуалізація кліматичних катастроф та інших кліматичних процесів в освітньому процесі неможлива без прикладів, які не ґрунтуються на віртуальному (на думку дітей) процесі атмосферного руху, циркуляції повітряних мас та вектору руху течії світового океану. Для середнього школяра чи здобувача вищої освіти такі явища та процеси складно уявити, адже вони мало переплітаються з реальністю. Саме тому ми наголошуємо на доцільності та необхідності використання моделей в освітньому процесі під час вивчення шкільного курсу географії.

Враховуючи специфіку змін клімату на території України, яка безпосередньо впливає на біологічні та екологічні процеси в державі, ми змогли приєднати національний методологічний контекст навчання кліматології та дотичних навчальних предметів не тільки у дошкільному чи шкільному рівні освіти, але й у закладах вищої освіти. Такий контекст повинен враховуватися не тільки на наявних, але і на потенційних змінах клімату, що є актуальними і для майбутнього розвитку клімату на території України.

На сьогоднішній день на території нашої держави у різних кліматичних зонах відбувають кліматичні зміни, які призводять до кліматичних

катастроф. Варто вказати на те, що розмежування державних кордонів не означає, що ці кордони є кліматичними. Це варто пояснити учням, щоб уникнути можливого дисонансу з інформацією, яку вони отримують на інших уроках географії чи природознавства [44, с.16].

Відповідно до навчальної програми з географії, дітям надається інформація про те, що кліматична структура України складається з трьох агрокліматичних зон: зони Лісостепу, Степу та Полісся. Дану класифікацію створено на основі співвідношення кількості води до кількості отриманого тепла. Нині, внаслідок зміни середньої річної температури повітря та кількості накопиченого тепла, ці агрокліматичні зони посунуться на невизначену відстань (в середньому зазначають, що при підвищенні температури на  $1^{\circ}\text{C}$  зони зміщуються на 100 км у північному напрямку) [32]. В сучасних умовах температура підвищилась на цілий  $2^{\circ}\text{C}$ , тому, відповідно усі зони змістилися на 200 км (див. рис. 3.1.).



*Рис. 3.1. Карта змін кліматичних зон України*

Такий поділ території України на кліматичні зони є відносно нескладним. Розгляд поділу української території крізь призму тріади є доволі зручним та зрозумілим для учнів не тільки середньої та вищої школи, але й початкової. Дану карту можна використовувати на уроках географії та природознавства під час вивчення географії та хронології поширення кліматичних катастроф.

У другій половині ХХІ століття на українських територіях відбуваються великі локальні зміни клімату, проте, на нашу думку, основним наслідком кліматичних змін залишатиметься така кліматична катастрофа як посухи. Посухи відіграють для життя та діяльності людини неабияку роль, адже впливають на рівень врожайності основних сільськогосподарських культур, в експорті яких Україна займає провідні місця. Саме боротьба з посухами є однією із основних проблем розвитку нашої держави. У багатьох країнах, де посухи є жахливими кліматичними катастрофами, з'явилося явище з назвою «кліматична міграція». Якщо кліматичних змін зазнаватимуть і інші континенти, то таке явище буде поширюватися і на територію Європи, в тому числі і в Україну. Поширення посухи загрожує національній безпеці, саме тому на уроках географії варто вивчати причини та наслідки кліматичних катастроф, в тому числі і посух [37, с. 43].

Однією із поширених кліматичних катастроф, яку варто вивчати у шкільному курсі географії, є проблема підвищення температури повітря у різні пори року. Це впливає на зменшення кількості біорізноманіття не тільки на території України, а й цілого світу. Значне підвищення температури повітря влітку спричиняє лісові пожежі, для гасіння яких використовують воду та інші хімічні речовини. Нині середній показник густоти лісистості на території України сягає 15%, що значно нижче, ніж середній показник у країнах Європи. Передбачається, що до 2030 року через кліматичні зміни, розмноження шкідливих комах, зростання кількості та частоти пожеж у лісі лісове господарство України буде і надалі скорочуватися, а окремі породи цінних дерев взагалі можуть опинитися на межі зникнення. Проблема

лісових пожеж стала актуальною після лісових пожеж, що відбулися влітку 2020 року у Житомирській та Луганських областях.

Кліматичні катастрофи та зміна клімату є залежними і від інших екологічних проблем. Наприклад, це відновлення лісистості в лісостеповій та лісовій зонах. Разом з тим особливої актуальності набула проблема окремого заліснення степової зони. Її вирішення допоможе зберегти біорізноманіття Степу.

Лісостепова та Степова зона страждають не тільки від кліматичних змін, зумовлених глобальним потеплінням, але й від антропогенної діяльності, оскільки дуже поширеною є проблема неконтрольованої та незаконної вирубки лісів. У час, коли у європейських країнах простежується тенденція до збільшення кількості лісів, в Україні ця кількість скорочується з кожним роком [30, с. 17]. Це можна пов'язати і з недостатнім рівнем екологічної культури серед населення. Тому чи не найважливішим завданням освітньої програми з питань кліматичних катастроф стає підвищення та покращення кліматологічної та екологічної культури населення.

Отже, теоретико-методологічні основи освітньої політики з питань географії та хронології кліматичних катастроф повинні містити кліматичні теорії, розроблені на основі врахування циркуляції атмосферних мас. Розробляти освітні програми, навчальні плани, методичний інструментарій та конспекти уроків потрібно відповідно до основних глобальних та локальних кліматичних теорій. Важливим аспектом вивчення кліматичних змін, які призводять до кліматичних катастроф, залишається візуалізація теоретичного та практичного матеріалів, що включатиме в себе приклади кліматичних змін у регіонах, країні та глобального кліматичного контексту.

### **3.2 Дидактичні особливості викладання при вивченні шкільного курсу географії**

З метою конкретизації окремих питань вивчення кліматичних катастроф та збільшення кількості знань зі зміни клімату в рамках окремих навчальних предметів та факультативів, необхідно формувати дидактичний дискурс кліматології та проблем зміни клімату.

Вивчення окремих частин кліматології та кліматичних катастроф потрібно розпочинати ще з дошкільного навчального закладу. Саме цей вік є перехідним між процесом первинної та вторинної соціалізації і саме у цей період формуються цінності дитини, вона вступає в активну фазу процесу вторинної соціалізації [30, с. 11].

Вивчення питань кліматичних катастроф у середній школі під час вивчення географії повинне передбачати значне ускладнення навчального матеріалу. У 5 класі потрібно подати значення поняття «клімат», зазвичай це відбувається на уроках природознавства, а у 6 класі це поняття поглиблюється іншими кліматичними знаннями на уроках географії. І саме на уроках географії та у класах з географічним нахилом надалі вивчається кліматологія та система знань про кліматичні зміни. Окрім цього, методика навчання кліматичним катастрофам повинна включати в себе спектр допоміжних навчальних предметів, що передбачають вивчення проблем зміни клімату [13, с. 57.]. План викладання кліматологічної тематики у середній школі вміщено у таблиці 1.

*Таблиця 1*

***План викладання кліматологічної тематики в середній школі***

<b>Клас</b>	<b>Тематичний напрям</b>	<b>Особливості</b>
5	Історія кліматичних змін та кліматичних катастроф у рамках України	У 5 класі учні повинні засвоїти зміст поняття «клімат», знання про кліматичні зміни на території своєї області та країни в цілому. З цією метою рекомендується окрім занять з природознавства інтегрувати кліматологічні знання з іншими навчальними дисциплінами (наприклад, «Я і Україна», математика, образотворче мистецтво тощо).



6	Загальна циркуляція атмосфери та океану як одні із чинників, що провокують кліматичні катастрофи	У 6 класі діти повинні опанувати знаннями про загальну циркуляцію атмосфери та океану. За допомогою цих знань можна розширити уявлення про фізичні властивості клімату.
7	Вологообіг та його вплив на клімат	У 7 класі учні мають засвоїти знання про вологообіг та те, як він впливає на кліматичні зміни. На навчальних заняттях діти отримують знання про еволюцію водойм у їх регіоні та в населеному пункті, де вони проживають.
8	Класифікація кліматичних катастроф	У 8 класі учні засвоюють знання про кліматичні катастрофи та їх класифікацію. Це допоможе учням аналізувати проблематику змін у кліматі та моделювати окремі кліматичні процеси та зміну клімату зокрема.
9	Мезо- та мікроклімат	У 9 класі учні повинні засвоїти знання з мезо- та мікроклімату. Вони допоможуть аналізувати інформацію щодо клімату та його зміни на різних рівнях.

Після вивчення зазначеного матеріалу у старшій школі та закладах вищої освіти педагогічним працівникам необхідно переходити на більш складний рівень вивчення проблем кліматології та кліматичних катастроф. Завдяки успішному вивченню у середній школі основ кліматології та кліматичних катастроф, у вищій школі та закладах вищої освіти можна розпочинати вивчення окреслених питань на рівні здійснення багатофакторного аналізу.

Навчання здобувачів освіти кліматологічним дисциплінам у закладах вищої освіти, які не навчаються з допомогою освітніх програм «Кліматологія» та «Екологія», здійснюється шляхом опанування кліматологічних тематик на дисциплінах «Основи екології» [15, с. 55]. Це передбачає підбиття підсумків з проблем сучасних змін клімату та з передбачення та попередження подальших кліматичних змін (див. табл. 2).

Таблиця 2

**План викладання питань з географії кліматичних катастроф у старшій школі та закладах вищої освіти**

<b>Клас</b>	<b>Тематичний напрям</b>	<b>Особливості</b>
Старша школа	Зміни й коливання клімату, які призводять до кліматичних катастроф	Старша школа повинна допомогти учням набути необхідні компетентності у сфері кліматичних змін, оцінювання їх впливу на кліматичні катастрофи.
Заклади вищої освіти	Аналіз та синтез знань про кліматичні зміни, які призводять до катастроф	У ЗВО здобувачі освіти повинні опанувати компетенціями у сфері аналізу кліматичних катастроф та їх наслідків

Під час занять у старшій школі та у ЗВО при вивченні питань, що стосуються географії та хронології кліматичних катастроф рекомендуємо залучати експертів з питань кліматичних змін. Ми вважаємо, що такими експертами можуть виступати три групи спеціалістів. Це, в першу чергу, дослідники питань проблеми кліматичних змін. Проте, в Україні таких спеціалістів не багато, тому вважаємо доцільним запрошувати на заняття громадських діячів, які займаються екологічною та кліматологічною тематикою. Вони допоможуть забезпечити успішне опанування дисциплін з питань кліматичних катастроф. У старшій школі та ЗВО навчати таким кліматологічним дисциплінам можуть викладачі спеціальних природничих дисциплін (наприклад, викладачі кафедри географії, екології тощо). Доволі часто виникає проблема дефіциту таких кадрів. Багато географічних та екологічних дисциплін викладають вчителі з біологічною освітою, особливо у сільській місцевості, де бракує таких кадрів. Навіть у закладах вищої освіти спостерігаються такі випадки, коли природничі дисципліни читають викладачі гуманітарних або технічних дисциплін.

Внаслідок викладання та навчання питань, що стосуються кліматичних змін та географії кліматичних катастроф некваліфікованими кадрами може привести до двох сценаріїв, що негативно вплинуть на актуалізацію знань. За першого сценарію викладання кліматичних знань у закладах загальної середньої та вищої освіти зводиться до проведення кількох занять, де проблеми кліматичних катастроф та зміни клімату не висвітлюються у повній мірі. Як результат — зниження рівня знань учнів та здобувачів вищої освіти з питань кліматичних змін та погіршення кліматологічної освіти. За другого негативного сценарію некваліфікованими працівниками зможе донестися інформація про клімат, кліматичні зміни які призводять до кліматичних катастроф, однак вони не зможуть у повній мірі донести усю важливість соціальної протидії негативним, в першу чергу антропогенним наслідкам кліматичних змін, і тільки громадськість та відповідні освітні органи зможуть виправити цю ситуацію.

Методику проведення занять, на яких вивчатимуться питання географії та хронології кліматичних катастроф, необхідно проводити опираючись на передовий світовий та національний досвід [51, с. 112]. Разом з тим потрібно пам'ятати і про національну специфіку поширення народних знань про кліматичні катастрофи, які ґрунтуються на літературних, філософських, соціальних традиціях тощо. Усі вище зазначені педагогічні особливості повинні інтегруватися у методики та технології навчання географії [42].

На нашу думку, головними технологіями, які становитимуть основу знань про кліматичні катастрофи у 5 та 6 класі, повинні стати пізнавальна та ігрова технології (див. Додаток Д). За допомогою правильно вибудованого освітнього процесу можна підвищити рівень кліматичних знань, культури та кліматологічної соціалізації особистості [11, с. 88].

Однією із важливих методик навчання кліматичним катастрофам є проблемне навчання [25]. Ми вважаємо, що саме розвивальні сторони проблемного навчання можуть використовуватися під час вивчення проблем кліматичних катастроф та зміни клімату. Основою навчальних занять

технології проблемного навчання є вирішення проблеми, адже багатьом учням до вподоби самостійно або в групах вирішувати завдання (див. Додаток Ж).

Також ми рекомендуємо використовувати на уроках географії під час вивчення питань кліматичних катастроф використовувати технологію «кейс-стаді». Побудова навчального процесу за такої технології передбачає з'єднання теоретичного матеріалу із уже набутим досвідом учнів [22, с.75].

Отже, заняття з географії, на яких вивчаються питання кліматичних катастроф та зміни клімату, можна розпочинати уже з дошкільного закладу освіти, початкової школи та продовжувати поглиблювати знання у середній, старшій школі та закладах вищої освіти. У кожному з них потрібно проводити спеціальну дидактичну підготовку вчителів та викладачів, які залучаються до проведення навчальних занять з кліматологічним напрямом.

## ВИСНОВКИ

Незважаючи на постійну боротьбу людства з природними катаклізмами на сьогоднішній день кліматичні катастрофи стають дедалі частішим явищем у цілому світі. Десятки мільйонів людей потерпають від наслідків, які спричиняє постійна зміна клімату. Збитків завдано і економічній та промисловій сферах суспільства. Щоб попередити та передбачити можливі кліматичні катастрофи у майбутньому, доцільним є вивчення аналізу географії та хронології цих катастроф. Цьому питання присвячене наше дослідження.

У результаті проведеного дослідження можна зробити такі висновки:

1. Дослідження поняття кліматичних катастроф, їх класифікація дало можливість стверджувати, що кліматичні катастрофи — це масштабні за розмірами події, спричинені проявами кліматичних процесів у навколишньому середовищі. Кліматичні катастрофи завдають великих збитків для населення, економіки, промисловості країн, де вони відбуваються. Кліматичні катастрофи за масштабами поширення поділяють на локальні, місцеві, регіональні, національні та глобальні. З метою попередження та передбачення катастроф у державах приймаються відповідні закони, концепції, устави, які здійснюють управління у цій галузі.

2. Відповідно до другого завдання — з'ясувати глобальні причини та наслідки кліматичних змін — ми визначили, що основними причинами кліматичних катастроф є підвищення температури повітря, значні викиди парникових газів, неконтрольований антропогенний вплив на екосистеми, екстенсивний видобуток природних ресурсів, засмічення космічного простору, розробка та використання сейсмічної, кліматичної зброї. Наслідками кліматичних змін стають кліматичні катастрофи, які пливають на життя та діяльність людей у різних країнах. Велика кількість населення внаслідок кліматичних катастроф змушена мігрувати, також негативного впливу зазнає економіка країн, що постраждали внаслідок таких катастроф.

3. Здійснення ретроспективного аналізу кліматичних катастроф в історичному розрізі дозволило стверджувати, що частота прояву та наслідки кліматичних катастроф кількісно зростали разом із збільшенням населення планети. Проте, характер їх локалізації був різний. Вони почали проявлятися на ділянках, де екосистеми були нестабільними внаслідок знаходження у сейсмічно активних зонах або у місцях, де вони піддавалися іншому впливу. Протягом багатьох років людство усвідомило важливість попередження кліматичних змін. Нині впроваджуються заходи з метою збереження клімату, на законодавчому рівні регулюється кількість викидів шкідливих речовин.

4. Під час дослідження можливостей використання питань географії та хронології кліматичних катастроф при вивченні шкільного курсу географії ми дійшли висновку, що існують певні дидактичні особливості викладання питань кліматичних змін та кліматичних катастроф, які повинні ґрунтуватися на вікових та індивідуальних особливостях дітей, яких будуть навчати; повинні відповідати загальним дидактичним вимогам та інноваційним методикам та освітнім технологіям. Основними методиками та технологіями під час вивчення питань кліматичних катастроф є технологія проблемного, розвивального навчання, метод кейсових технологій та інші інтерактивні методики. Використання таких методів на уроках географії допоможе практично вирішувати навчальні та наукові проблеми.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адаменко Т. І. Без паніки: кліматичні зміни можуть виявитися корисними для сільського господарства. Тиждень. URL: <https://tyzhden.ua/Society/55863> (дата зверення 11.04.2022 р.).
2. Азаров С. І., Задунай О. С. Аналіз природних катастроф та їх впливу на довкілля. *Екологічна безпека та природокористування*. № 4 (32), 2019 С. 78-91.
3. Аналітичний огляд Другого Національно визначеного внеску України до Паризької угоди. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, квітень, 2021. 36 с.
4. Базєєв Є., Басок Б. Глобальне потепління: проблеми, дискусії та прогнози. *Світогляд*. №6 (86), 2020. С. 86.
5. Базєєв Є., Басок Б., Дубовський С. В. Про проблему адаптації комунальної енергетики до глобального потепління (огляд). *Теплофізика та теплоенергетика*, 2020. №2. С. 48-59.
6. Богуславський С., Іванов В. Світовий океан як стабілізатор клімату Землі. *Вісник НАН України*, 2014. №3. С. 32-37.
7. Бойченко С. Г., Волощук В. М., Степаненко С. М. Глобальне потепління і клімат України: Регіональні екологічні та соціально-економічні аспекти. Київський національний ун-т ім. Тараса Шевченка. Київ: ВПЦ Київський університет, 2012. 116с.
8. Бойченко С. Г. Напівемпіричні моделі та сценарії глобальних і регіональних змін клімату. Інститут геофізики ім. С. І. Субботіна. Київ: Наукова думка, 2018. 309 с.
9. Букша І. Ф. Методологія моделювання та оцінювання впливу зміни клімату на лісові фітоценози України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво*. 2017. Вип. 266. С. 26-38.

10. Вплив кліматичних змін на енергетичний сектор. URL: [https://wwwpub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1847\\_web.pdf](https://wwwpub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1847_web.pdf) (дата звернення 16.04.2022 р.).
11. Врадій К., Колишкіна А. Використання ігрових технологій у формуванні екологічно доцільної поведінки учнів. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. Суми: СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2019. № 8 (92). С. 86-98.
12. Гавриленко К. О., Лозо О. В. Актуальні проблеми правової охорони клімату в Україні. *Юридичний науковий електронний журнал*. № 12.2021. С. 203-205.
13. Галецька Ю. В. Ігрові технології як форма роботи з дітьми з помірною та тяжкою розумовою відсталістю. *Актуальні питання колекційної освіти*. 2018. № 10. С. 55-65.
14. Гончарова Л. Д., Серга Е. М., Школьний Є. П. Клімат і загальна циркуляція атмосфери : навчальний посібник. Одеса : ТЕС, 2015. 251 с.
15. Дерев'янюк Н. П., Мосаєв Ю. В. Методичний посібник з питань організації та впровадження навчальних занять з кліматології в закладах освіти. Запоріжжя: Центр ініціатив молоді, 2020. 64 с.
16. Діденко О. Зміна клімату – нові виклики для страховиків. Наукова робота. Київ, 2021. 36 с.
17. Дідух Я. П. Екологічні аспекти глобальних змін клімату: причини, наслідки, дії. *Вісник Національної академії наук України*, 2019, № 2. С. 34-44.
18. Енциклопедія сучасної України. URL: [https://esu.com.ua/search\\_articles.php?id=11031](https://esu.com.ua/search_articles.php?id=11031) (дата звернення 11.04.2022 р.).
19. Зміни клімату масштабніші, ніж припускали – ООН. URL: <https://www.pravda.com.ua/news/2021/09/17/7307458/> (дата звернення 29.03.2020 р.).
20. Іваненко Н. П., Сас Д. П. Оцінка вразливості та можливі шляхи адаптації енергетичного сектора України до зміни клімату. *Проблеми загальної енергетики*, 2011. Вип. 2 (25). С. 54-56.



21. Іванюта С. П., Коломієць О. О., Малиновська О. А. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації : аналітична доповідь. Київ: НІСД, 2020. 110 с.
22. Ігнащук О., Степурко Т. Кейс-стаді як метод викладання управлінських дисциплін в охороні здоров'я. *Вісник Академії праці, соціальних відносин і туризму*. 2017. № 1. С. 71-77.
23. Інформаційно-аналітична довідка про стан водних ресурсів держави та особливості сільськогосподарського виробництва в умовах змін клімату. URL: <http://naas.gov.ua/upload/iblock/> (дата звернення 19.04.2022 р.).
24. Кліматична політика України: енергетична складова. URL: [https://ua.boell.org/sites/default/files/hbs\\_klimatichna\\_politika\\_ukrayini\\_energetichna\\_skladova.pdf](https://ua.boell.org/sites/default/files/hbs_klimatichna_politika_ukrayini_energetichna_skladova.pdf) (дата звернення 01.04.2022 р.).
25. Коваль П. Проблемне навчання як складова сучасних освітніх технологій в загальноосвітній школі. URL: <https://phm.cuspu.edu.ua/nauka/konferentsii/fizyka-tekhnologii-navchannia/80-2016/> (дата звернення 09.04.2022 р.).
26. Копиця Є. М. Екологічне нормування у сфері правового забезпечення боротьби зі змінами клімату в Україні. *Актуальні проблеми вітчизняної юриспруденції : збірник наукових праць*. 2019. № 6. С. 47-51.
27. Костюченко Ю. Кліматичні зміни складають загрозу національній безпеці. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/25139156.html> (дата звернення 26.04.2022 р.).
28. Крижмар Т., Савченко А. Адаптація секторів міського розвитку до кліматичних змін. *Екологічна безпека та природокористування*, 38 (2), 64-78.
29. Ліпінський В. М. Зміна клімату 2017: фізична наукова база. Стислий виклад для вищих управлінців. Навчально-методичний посібник. Київ, 2017. 28 с.
30. Массей Е. Досвід Європейського Союзу в адаптації до зміни клімату та застосування його в Україні. Київ: Знання, 2012. 40с.

31. Немикіна Д., Пашков А., Семенова А. Глобальні зміни клімату: загрози людству та шляхи вирішення. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019. Вип. 19. С. 107- 115.
32. Нова карта кліматичних зон України: зміщення на 200 км на північ. URL: <https://landlord.ua/special-projects/nova-kartaklimatychnykh-zon-ukrainy-zmishchennia-na-200-km-na-pivnich/> (дата звернення: 07.04.2022 р.).
33. Нова кліматична ера: глобальне потепління може мати для України як негативні, так і позитивні наслідки. URL: <http://tyzhden.ua/Society/55859> (дата звернення 11.04.2022 р.).
34. Обиход Г. Організаційно-економічні механізми превентивації впливу кліматичних змін на урборуральні території. *Економіка природокористування і сталий розвиток*. 2020. № 7. С. 15-20.
35. Орлов О. Л. Міжнародно-правове регулювання питань зміни клімату Землі: проблеми та перспективи. Суми, 2020. 43 с.
36. Оцінка вразливості до змін клімату: Україна. URL: [http://necu.org.ua/wpcontent/uploads/ukraine\\_cc\\_vulnerability.pdf](http://necu.org.ua/wpcontent/uploads/ukraine_cc_vulnerability.pdf). (дата звернення 30.03.2022 р.).
37. Попсуй А. Уроки про клімат: Методичний посібник для вчителів. Київ: Освіта, 2011. 48 с.
38. Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів: Закон України від 12 грудня 2019 р. № 377-IX Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/377-20#Text> (дата звернення 19.04.2022 р.).
39. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року : Закон України від 7 квітня 2021 р. № 430-2018-р / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-p#Text> (дата звернення 23.04.2022).
40. Проць Н. Кліматична безпека: сутність та необхідність фінансового забезпечення. *Економічний часопис Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*. 2018. №1. С.142-148.

41. Рамкова конвенція Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_044](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_044) (дата звернення 25.04.2022 р.).
42. Рома О. Конструктори LEGO Education як засіб формування пізнавальної сфери дітей дошкільного віку. *Вихователь-методист дошкільного закладу*. 2013. № 2. С. 10-17.
43. Сніжко С., Шевченко О. Зміна клімату та українські міста: прояви та проєкції до кінця XXI століття на основі RCP-сценаріїв. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка: Географія*. 2019. 2(75). С. 11-18
44. Стегній О. Соціологічне прочитання природи. Київ: Центр екологічної освіти та інформації, 2012. 430 с.
45. Стеценко І. В. Моделювання систем: навчальний посібник. Черкаси: ЧДТУ, 2016. 399 с.
46. Стислий виклад міжнародного досвіду розробки національних стратегій адаптації для застосування в процесах. НСА України: звіт Проекту ПРО ООН. 14 с.
47. Стратегія екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату України до 2030 року. Київ: КМУ, 2020. 15 с.
48. Стратегія зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року. Закон України від 14 серпня 2019 року. № 688-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-%D1%80#Text> (дата звернення 25.04.2022 р.).
49. Тихомирова Є. Зміна клімату як складова міжнародних програм безпеки. *Вісник Львівського університету. Серія міжнародні відносини*. 2018. Випуск 44. С. 31-32.
50. Удод Н. М. Глобальні кліматичні зміни: вплив на міжнародну торгівлю та засоби регулювання. *Зовнішня торгівля: економіка, фінанси, право. Серія: Економічні науки*. 2015. № 3 (80). С. 107.

51. Шум'як Н. Р. Інтеграція кліматичних знань в освітній процес закладів загальної середньої та позашкільної освіти: збірка конспектів уроків, занять та виховних заходів. Тернопіль, 2019. 233 с.

52. Якушенко М. Л. Застосування механізмів адаптації до змін клімату для підвищення ефективності стратегічного планування розвитку міст. Київ: НІСД, 2017. С. 1-5.