

РЕГІОНАЛЬНІ ТА ГЛОБАЛЬНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ

УДК 551.7+477.86

DOI: 10.31471/2415-3184-2021-1(23)-7-21

О. М. Адаменко*Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу,**Центр прогнозування та попередження
техногенно-гідроекологічної небезпеки Прикарпаття*

ПРО МОЖЛИВІСТЬ ПРОГНОЗУВАННЯ КАТАСТРОФІЧНИХ ПАВОДКІВ

01.01.2021 р. наказом ректора у складі ІФНТУНГ був створений окремий структурний підрозділ – Центр прогнозування та попередження техногенно-гідроекологічної небезпеки Прикарпаття. За останні роки у Карпатському регіоні та на Поділлі відбулось два катастрофічних паводки: один 23-28 липня 2008 р., а другий 20-24 червня 2020 р. Обидва нанесли величезні збитки довкіллю та населенню, про що багато повідомлялось у засобах масової інформації. Щоби бути готовим до стихійних лих, необхідно навчитися їх прогнозувати, тобто знати, на якій території вони проявляються, яка буде висота підйому води і коли це станеться. Із цієї тріади перші дві складові вже навчилися передбачати, а ось третю поки що ні. У статті розглянута можливість часовою прогнозу, який підтвердився під час паводку 20-24 червня 2020 р. О. М. Адаменко і Д. О. Зорін побудували графіки глобальних кліматичних змін за період історії Землі від її народження 4,567 млрд р. тому до сучасності. Виявилось що теплі і холодні періоди чергувались періодично, починаючи від Галактичного року (225-250 млн р.), яких було 19, і до сучасних 11 літніх циклів Сонячної активності. Усього виявлено 13 порядків циклів, які у вигляді синусоїди інтерферують, обумовлюючи періодичність геологічних подій. На циклічність 1 порядку – галактичні роки – накладаються геотектонічні епохи 2 порядку (50-70 млн р.) – це карельська, байкальська, каледонська, герцинська, тихоокеанська та альпійська тектоно-магматичні епохи, які поділяються на підепохи 3 (30-40 млн р.) і 4 (10-15 млн р.) порядків. Наступні цикли – 5 (3-5 млн р.), 6 (150-140 тис. р.) та 7 (10-20 тис. р.) пов'язані з великим кайнозойським похолоданням, що завершилось четвертинним зледенінням. 8 (1-4 тис. р.) і 9 (500-600 р.) цикли відображають зміни потеплінь і похолодань у кварталі. А далі аналіз подій реконструйовано на основі археологічних та літописних даних: з початку нашої ери і до XII ст. продовжувалось потепління IX циклу – малий кліматичний оптимум та малий льодовиковий період (XIII-XVII ст.). З XIX ст. почалось сучасне потепління з чіткими 33 річними коливаннями X циклу. З 1881 р. з'явилися інструментальні спостереження на метеостанціях та гідропостах. Виявились XI (20-15-11 років), XII (5-6 р.) та XIII (3-4 р.) цикли. На тлі 33 річних коливань глобального клімату проявились 11 річні цикли та катастрофічні паводки 1911, 1927, 1941, 1955, 1969, 1980, 1988, 2002, 2008, і на решті спрогнозований О. М. Адаменком та Д. О. Зоріним катастрофічний паводок 2020 р. Отже є можливість навчитися передбачати і час прояву наступного катастрофічного паводку.

Ключові слова: паводки, повені, річкова долина, цикли, періоди, полігон.

Постановка проблеми у загальному вигляді та зв'язок з важливими науковими і практичними завданнями. Багато століть населення та довкілля Карпатського регіону та Поділля страждають від катастрофічних паводків. Тільки передостаннє водопілля 23-28 липня 2008 р. затопило долину Дністра, Прута та їх допливів на висоту до 10 м, охопивши 70% території Івано-Франківської, Львівської Чернівецької, Закарпатської, Тернопільської та Вінницької областей. За даними Держкомводгоспу України [1], лише у Івано-Франківській області постраждало 417 населених пунктів, 24905 житлових будинків, 20600га сільськогосподарських угідь, було розмито 602,6 км берегів, зруйновано 25,445 км берегоукріплень, 10,645 км захисних дамб, пошкоджено і затоплено 664,9 км автомобільних доріг, зруйновано 347 мостів, 24 водозабори, загинуло 19 осіб, із них 5 дітей. Нанесено збитків більше 4,2 млрд грн. [2].

Катастрофічний паводок 2020 р. відбувався у кілька етапів на різних територіях. Спочатку 20-24 червня затопило Івано-Франківську, Львівську і Тернопільську області. Пізніше, 29 червня – 3 липня, паводок повторився у Львівській області і «пішов» на Волинь. 4-5 липня – знову деякі регіони Івано-Франківщини і Тернопільщини, а 7-9 липня – Волинь, Вінниччина та Одещина. За даними газети «Галичина» від 2 липня, № 23(5532), було підтоплено більше 230 населених пунктів. Тільки на Івано-Франківщині зруйновано 22015 осель, пошкоджено 12,4 км берегоукріплень, зруйновано 360,3 км автомобільних доріг, більше 100 мостів, загинуло 5 осіб. На подолання наслідків стихії необхідно тільки на перші заходи більше 3 млрд грн.

Отже, актуальність проблеми прогнозування паводків не викликає сумнівів і вимагає відповідальних наукових методів їх передбачення. Тому в ІФНТУНГ з 01.01.2021 р. почав діяти окремий структурний підрозділ – Центр прогнозування та попередження техногенно-гідрокологічних небезпек Прикарпаття.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами кафедри екології ІФНТУНГ, що виконувались як держбюджетні науково-дослідні роботи індивідуального плану викладачів. Це – «Розроблення моделей збалансованого ресурсокористування та екологічної безпеки геосистем у регіоні Українських Карпат» (2011-2012 рр.) (№ держреєстрації 0111U001360), а також проект Івано-Франківської обласної ради за кошти Кабінету Міністрів України «Створення Дністровського інженерно-екологічного полігону для розробки протипаводкових заходів та підвищення екологічної безпеки території Івано-Франківської області».

Метою статті є показати можливість прогнозування виникнення, розвитку та подолання наслідків катастрофічних паводків.

Для досягнення мети необхідно було виконати **наступні завдання**:

– провести картографування четвертинних відкладів, геоморфологічних рівнів і ландшафтної структури та побудувати прогнозну карту затоплення територій при підйомі води на 1, 3, 5 і 10-12 м;

– проаналізувати гідрологічні спостереження з 1881 року для установаження максимальної висоти підйому води;

– виконати періодизацію геологічної історії від утворення Землі 4,567 млрд років тому до сучасності, співставити археологічні та історико-літописні дані для виділення епох коливання глобального клімату та установаження певної повторюваності подій, що дасть можливість передбачити роки майбутніх паводків.

Теоретичні та практичні завдання вирішувались **методами** системного аналізу з використанням ГІС, ІТ, ДЗЗ технологій, теорії ймовірностей, атомно-адсорбційного, рентгенофлюоресцентного, хроматографічного, електрохімічного та інших методів у Науково-навчальній лабораторії фізико-хімічних досліджень ІФНТУНГ [13].

Із історії питання. Із літописних та літературних джерел [2, 11] відомо, що катастрофічні паводки фіксуються у Київській Русі з 791 року, на Дністрі з 950 р., Тисі – з 1491 р., Пруту – з 1780 р. Інструментальні спостереження на метеостанціях і гідропостах виконуються з 1881 р.

У Карпатському та Подільському регіонах фіксуються як регіональні так і локальні повені та паводки. За даними Г. І. Швеця, М. І. Кирилюка та ін. [3-6, 12, 14], у ХХ ст. катастрофічні паводки проходили у теплу пору року на північно-східному макросхилі Карпат у 1911, 1927, 1941, 1955, 1969, 1980, 1998, 2002, 2008 і 2020 роках, а у Закарпатті у холодну пору року у 1926, 1947, 1957, 1970, 1998, 2002, 2008, 2020 роках. Отже є можливість прослідкувати прояв цих стихійних явищ за багато століть і років, щоб виявити закономірності їх виникнення. Важливо також мати інформацію про вплив лісового покриву на захист від паводків [8-10, 13].

Після паводку 2008 р. Був створений Дністровський науково-навчально-виробничий інженерно-екологічний протипаводковий полігон у Галицькому районі [1].

Виклад основного матеріалу. Прогноз будь-якого природного явища, в тому числі і катастрофічних паводків, вимагає відповіді, як мінімум, на три питання (тріада прогнозу): 1) масштаб прояву, тобто, яка територія буде затоплена; 2) інтенсивність процесу або на яку максимальну висоту підніметься вода і 3) коли це станеться. На першу і другу частини тріади ми вже навчилися давати відповідь з ймовірністю прогнозу 75-90%, а ось на вирішення третьої поки що тільки починаємо рухатись і маємо позитивний прогноз паводка 2020 року з ймовірністю 30% [1]. Розглянемо усе за порядком.

Для вирішення першої задачі прогнозу тріади, завдяки активній позиції ректорату центр превентивної ІФНТУНГ, зокрема Є. І. Крижанівського та тодішнього декана інженерно-

екологічного факультету (нині-першого проректора) О. М. Мандрика, а також за сприяння обласної ради, обласної державної адміністрації та відповідних служб Галицького району було створено Дністровський протипаводковий полігон (ДПП) та отримано у 2011 р. грант Кабінету Міністрів України в 1 млн грн за авторством О. М. Адаменка і О. М. Мандрика [1, 2, 13]. З 2012 р. дослідження на полігоні розпочались, результати їх публікувались. Вони є основним змістом даної статті.

Перша частина тріади – територіальний прогноз. ДПП має площу 1460 км² (рис. 1), яка поділена на 72 квадрати площею 20 км² масштабу 1:10 000. До вивчення було залучено 52 студентів-майбутніх магістрів, які на кожному квадраті оцінювали екологічну ситуацію, відбирали проби ґрунтів та ін. Таким чином, було проведено картографування полігону у масштабі 1:10000 та складені карти четвертинних відкладів, геоморфологічна та ландшафтна (рис. 2). Сумісний їх аналіз дозволив виділити гіпсометричні рівні низької (+ 1 м над урізом води у Дністрі та його допливах), середньої (+ 3 м), високої (+5 м) заплавної та I надзаплавної (+ 10-12 м) терас [7,10]. На такій основі побудована Карта екологічного ризику затоплення територій катастрофічними паводками (рис. 3). Це дозволяє не тільки виконати просторове прогнозування, тобто які території будуть покриті водою, а й визначити для кожного населеного пункту спостереження, які будуть затоплені, а які залишаться «сухими», звідки не потрібно буде евакуювати населення.

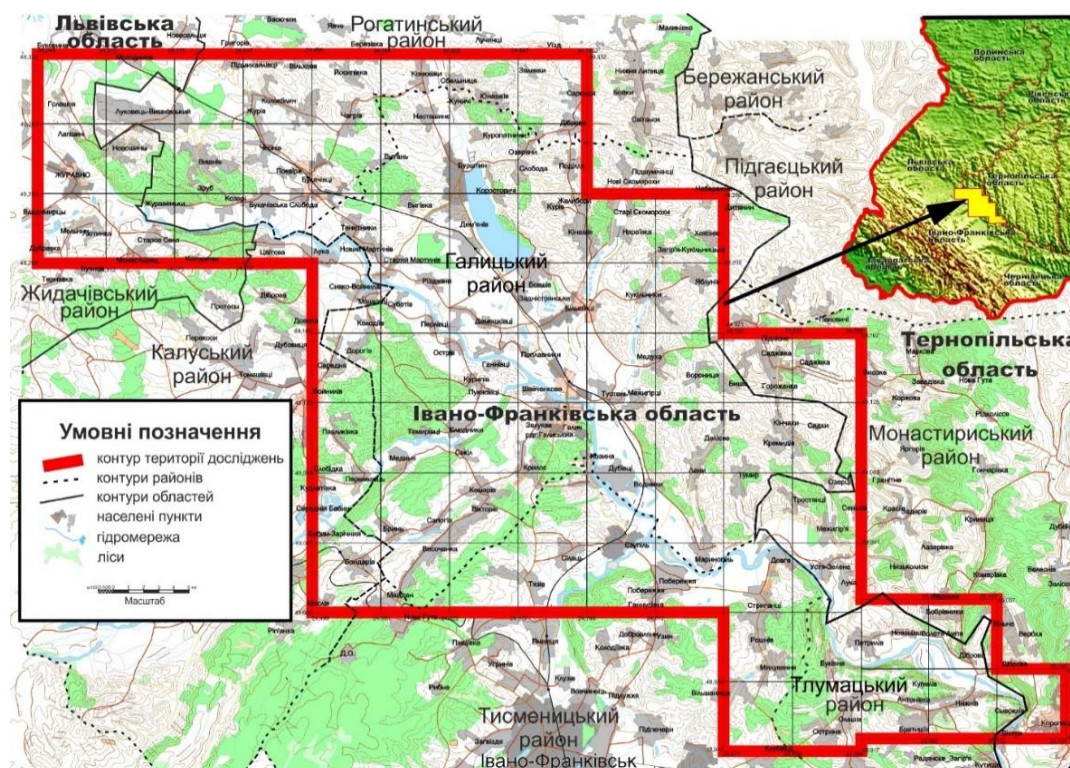


Рис. 1. Оглядова фізико-географічна карта

Цікаво, що еколого-техногеохімічні карти токсичних елементів Cd, Cu, Pb, Ni, Zn та ін. до і після затоплення виявились різними. Після затоплення забруднення зменшилось, ніби то було «змите» паводковими водами.

Паводок 2008 р. розвивався класичним способом: надмірні опади випадали в верхів'ях річок Бистриць Надвірнянської і Солотвинської, Лукви, Лімниці, Свічі, Гнилої Липи, Горожанки та ін. Дошові води збиралися у циркоподібних верхів'ях річок, а потім швидко скочувались вниз, у долину Дністра, де і відбувалися підйоми води з поступовим затопленням рівнів +1, +3, +5 та +10-12 м.

А ось паводок 2020 року розвивався спочатку за класичним способом затоплюючи долини рік, але потім почалася міграція зливових хмар на більш широку територію. Дощами були накріті не тільки долини, а й вододільні простори у Тернопільській, Волинській, Вінницькій і навіть у Одеській областях. У такому випадку територіальний прогноз (перша частина тріади) виконується за даними космічних знімків дистанційного зондування Землі (ДЗЗ).

Друга частина тріади-прогнозування інтенсивності прояву паводків виявляється при співставленні паводків за інструментальний період спостережень, тобто з 1881 р., коли коливання

інтенсивності повеней та паводків гармонійно співпадало зі глобальними змінами температури. Аналіз висоти підйому води на гідропостах у містах Галичі, Коломиї, Стрию, Долині та ін. показав, що його максимум досягав 10-12 м.

Щоби контролювати процеси першої і другої тріади ми разом з Д. О. Зоріним [1, 2, 6] розробили ідею АВПС. Дністер – автоматизовану інформаційно – вимірювальну протипаводкову систему. Пропонуємо у верхів'ях кожного допливу Дністра розмістити автоматизовані метеорологічні станції (АМС), а у гирлах доплив-автоматизовані гідрологічні пости (АГП) (рис. 4), які б вимірювали кількість опадів у верхів'ях кожної долини і відповідний підйом води у гирлах доплив Дністра. Таким чином, можна було б забезпечити збалансоване управління паводками [1, 2].

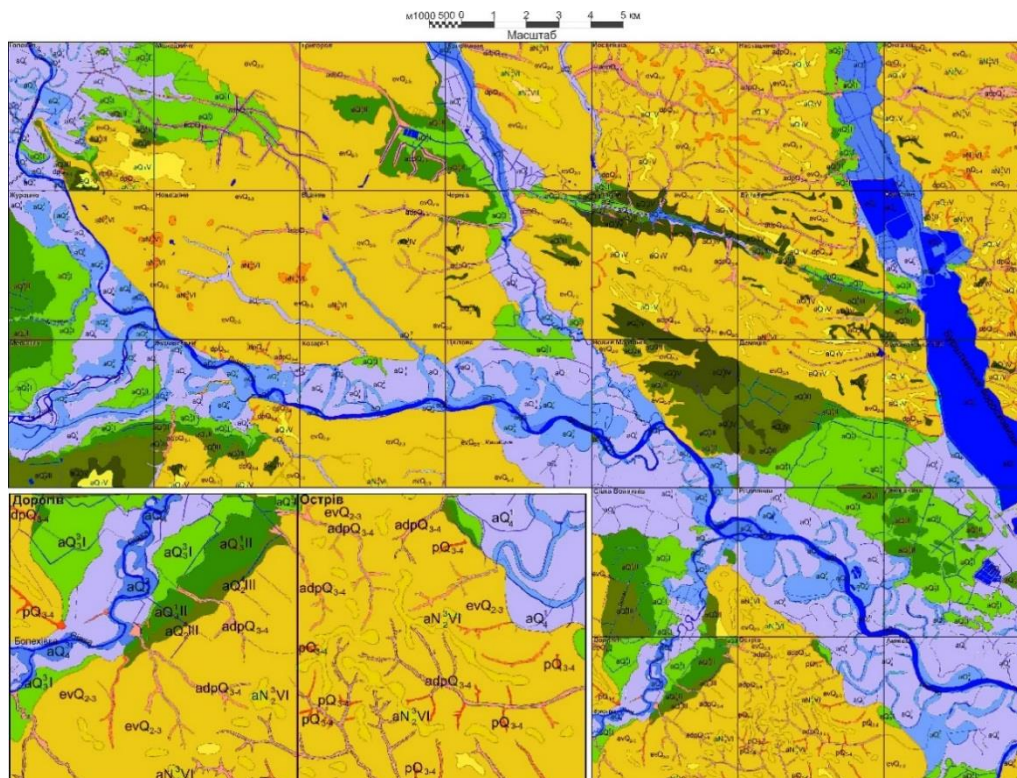


Рис. 2. Карта четвертинних відкладів Галицького Придністрв'я

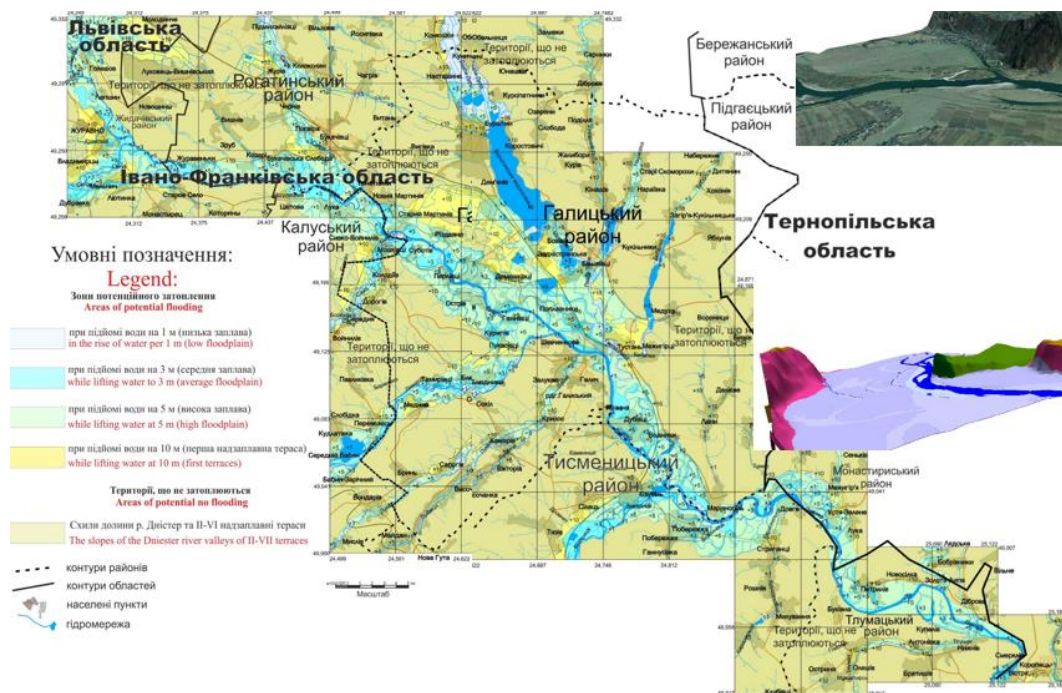


Рис. 3. Карти екологічного ризику затоплення територій катастрофічними паводками

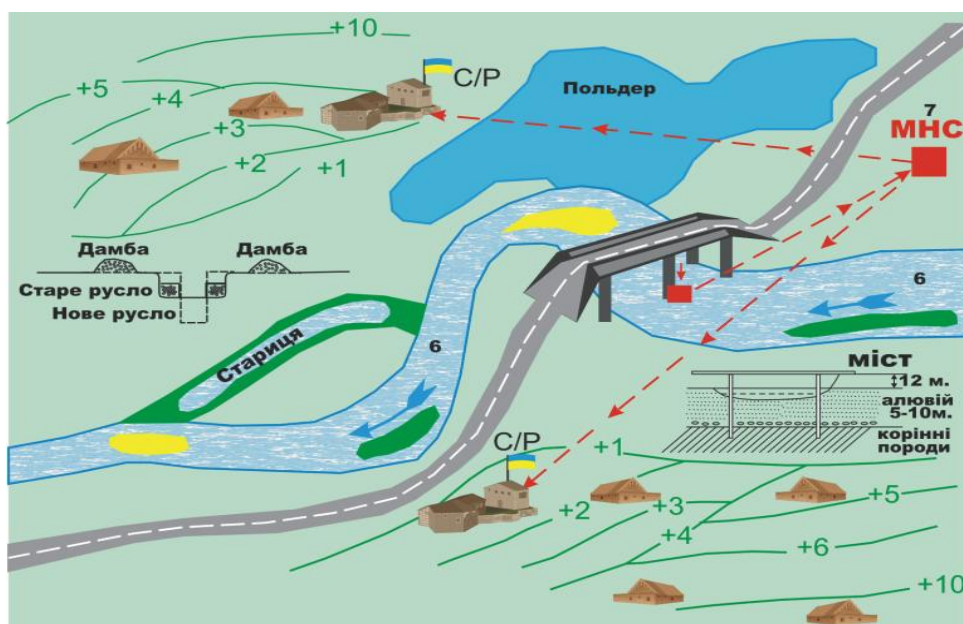


Рис. 4. Руслові процеси та автоматизована інформаційно-вимірювальна протипаводкова система Дністер

І нарешті, третя частина тріади, коли наступить черговий паводок, хоча і малоімовірний, але все ж можливий прогноз, як і було нами доказано у випадку паводку 2020 року. Для його прогнозу необхідно виконати періодизацію геологічних подій за всю історію Землі, використати археологічну та історико-літописну інформацію про екстремальні ситуації за період від початку нашої ери і до інструментальних спостережень останніх днів.

За даними геологічних (стратиграфічних, палеонтологічних, літологічних, тектонічних, радіоізотопних, та інших досліджень Джеймса Лера, Дугласа Палмера, Клара Петерсона, Чарльза Валькотта та Луїса Альвареса, розробок Смітсонівського інституту у Вашингтоні, Музею історії природи у Нью-Йорку, Британського музею у Лондоні, інституту палеонтології людини у Парижі [1], у геологічній історії Землі виділяється кілька різнопорядкових елементів (епох, періодів, циклів) розвитку [15-19]. Найдревніший цикл 1-це Галактичний рік (250-225 млн років) – період обертання галактики Чумацький шлях разом з Сонячною системою і Землею навколо її (галактики) центру. Таких обертів від народження Землі (4,567 млрд р. тому) відбулось 19 (табл. 1, рис. 5).



Рис. 5. Циклічність змін клімату Землі. Архей-пізній плейстоцен (4560 млн р. – 14 тис. р.)

II цикл – це чергування тектоно-магматичних етапів протяжністю в 50-70 млн р., коли геосинклінальні прогини перетворювались у гірсько-складчасті системи, «спаяні» магматичними тілами. Таких поки що не установлених циклів було по кілька у гадейському, архейському, протерозойському еонах, – карельському, балтійському, каледонському, герцинському, тихоокеанському та альпійському. Фанерозойські тектоно-магматичні етапи поділяються на III (30-40 млн р.) і IV (10-15 млн р.) порядки – підетапи.

III і IV цикли ускладнюються екологічними катастрофами – зіткненнями Землі з іншими космічними тілами (Вертфордський метеорит у протерозої, Чиксулубський астероїд в кінці тихоокеанського тектоно-магматичного етапу – 65 млн р., що спричинив загибель динозаврів, спалах наднових зірок (ордовицьке вимирання біоти), гігантський кратер діаметром 300 км біля Антарктики й пермського вимирання біоти) та ін.

Чим ближче до сьогодення, тим детальніше виділяються періодичні цикли історико-геологічних подій. Так, наприклад, за даними археологічних та палеонтологічних досліджень М. Ф. Веклича із київського Інституту географії НАНУ, за період від появи нашого предка *Homo habilis* 2,3 млн р. тому і до Київської Русі відбулось 16 палеокліматичних змін (V – 3-1 млн р., VI – 130-140 тис. р., VII – 10-20 тис. р.). В кінці кожного відбувались екстремальні ситуації зі змінами клімату [5, 12] від теплих і вологих умов до сухих, холодних і навіть зледенінь (табл. 2). Це – айдарський, крижанівський, березанський, приазовський, мартаноський, сульський, лубенський, тілігульський, завадівський, дніпровський, кайдацький, тясминський, прилуцький, удайський, бузький, та причорноморський етапи (рис. 6). Вони супроводжувались екстремальними явищами – катастрофічними теплими зимами, посухами і т. д. [1, 11, 12].

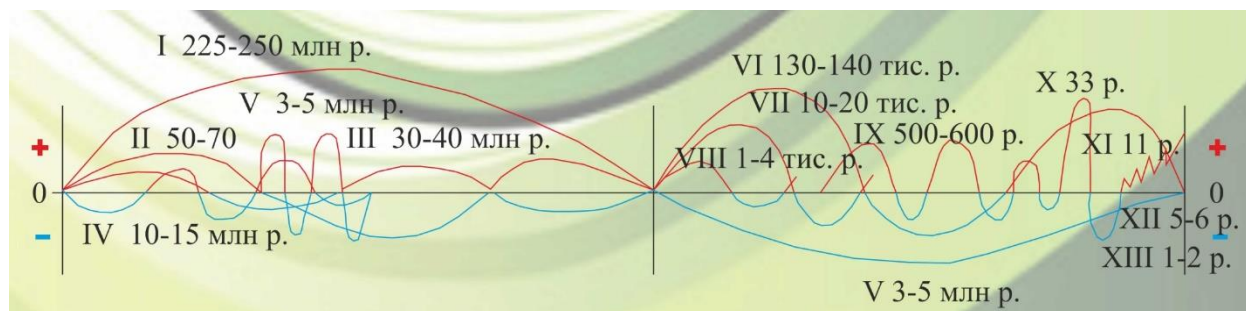


Рис. 6. Підсумкова циклічність – накладання синусоїд 13-ти порядків

Наступні цикли від Київської Русі (VIII ст.) і до початку інструментальних спостережень з 1881 р. реконструйовані за літописами та історичними даними (таблиця 2). VIII цикл – це малий кліматичний оптимум з початку нової ери і до XII століття, коли на зміну прийшов малий льодовиковий період (IX цикл) (XIII – XVIII століття), а за ним – потепління XIX-початок XX століть (X цикл). Цікавим є графік кліматичних змін за останнє тисячоліття (рис. 6), коли на тлі глобальних кліматичних коливань проявлялись 33 літні цикли 1911, 1921, 1941, 1955, 1969, 1980, 1998, 2002, 2008 і 2020 років. Це – XI порядок циклів з періодичністю 19-15-11 років, який поділяється на XII (5-6 років) і XIII (3-4 роки) цикли.

Результуючою кривою кліматичних коливань за всю історію Землі є накладання синусоїд 13ти порядків (див. рис. 6), які дають змогу порівняти частоту повторюваності катастрофічних паводків через певну кількість років (табл. 3, 4, рис. 7, 8). Таким чином ми отримали дату паводка 2020 року через 12 років від попереднього паводка 2008 р. з ймовірністю у 30% (рис. 9). Це означає, що ми на вірному шляху у прогнозах, коли це відбудеться, але це не є головним. Не має значення, коли це відбудеться, через 4, 8, 12 чи 1 років, головне те, що воно відбудеться і до чергового треба бути готовим.

Які ж причини катастрофічних паводків? Їх кілька (рис. 10):

- надмірна кількість опадів, обумовлена швидкою перебудовою кліматичного режиму у Карпатах. Відбувається зміщення на 200-300 км широтних кліматичних зон на північ – від помірного континентального до середземноморського. Необхідно перебудовувати стратегію ведення сільського, лісового, водного господарств, у нових кліматичних умовах;

- несанкціонована вирубка лісів, які затримували від 10 до 30% опадів [8-10, 13] на їх шляху від вододілів до головної долини. Дійшло до того, що «лисини» у Карпатських лісах стали водонакопичувачами, від яких струмки риють собі шляхи стоку у головну долину. Необхідно провести інвентаризацію усіх «лисих» за даними космічних знімків і зобов'язати відповідні лісгоспи, об'єднані територіальні громади і райони заліснити те, що було вирубаного;

Таблиця 1

Основні геологічні події в історії Землі, що привели до формування її біосфери

Геологічний вік				Історія Землі і біосфери					
Абсолютний, млн. р. тому	Відносний - стратиграфічна шкала			Клімат	Життя	Геологічні події			
	Еон	Ера	Період						
4560	Д О К Е М Б Р І Й (4560-543 МЛН.РОКІВ ТОМУ)	Г Л И Б О К І Й А Р Х Е Й (4560-3800)	похолодання	Земля охолоджується, утворюються первісні океани	Перші органічні молекули	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Утворення Землі ◆ Планетезимальне бомбардування, розділення шарів Землі, утворення Місяця (найдавніша місячна порода – 4450 млн. р.), найдавніші мінерали (циркон) ◆ Найдавніша гірська порода (Канада) Важке метеоритне бомбардування (у 150 разів більше, ніж нинішнє) 			
4300				Внаслідок метеоритного бомбардування первісні оксиди випаровуються			Метеоритне бомбардування знищує усе пове життя		
4100					Високі температури поступово знижуються		Перші хімічні скам'янілості: вугілля з морських бактерій	Подушкові лави свідчать про появу води	
3900				потапіння			слабке похолодання	Температура швидко знижується до рівня в середньому нижчого від нинішнього	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Найдавніші строматоліти (Австралія) ◆ Мікроскопічні нитки і сфероїди
3700					А Р Х Е Й (3800-2500 МЛН.РОКІВ ТОМУ)				
3500				А Р Х Е Й (3800-2500 МЛН.РОКІВ ТОМУ)			похолодання	Температура швидко знижується до рівня в середньому нижчого від нинішнього	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Перші прокаріоти та еукаріоти (хімічні скам'янілості)
3300					А Р Х Е Й (3800-2500 МЛН.РОКІВ ТОМУ)				
3100				А Р Х Е Й (3800-2500 МЛН.РОКІВ ТОМУ)			похолодання	Температура швидко знижується до рівня в середньому нижчого від нинішнього	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Перші прокаріоти та еукаріоти (хімічні скам'янілості)
2900					А Р Х Е Й (3800-2500 МЛН.РОКІВ ТОМУ)				
2700				А Р Х Е Й (3800-2500 МЛН.РОКІВ ТОМУ)			похолодання	Температура швидко знижується до рівня в середньому нижчого від нинішнього	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Перші прокаріоти та еукаріоти (хімічні скам'янілості)
2500	А Р Х Е Й (3800-2500 МЛН.РОКІВ ТОМУ)	похолодання	Температура швидко знижується до рівня в середньому нижчого від нинішнього		<ul style="list-style-type: none"> ◆ Перші прокаріоти та еукаріоти (хімічні скам'янілості) 				

Продовження табл. 1

Геологічний вік					Історія Землі і біосфери		
Абсолютний, млн. р. тому	Відносний - стратиграфічна шкала				Клімат	Життя	Геологічні події
	Еоц	Ера	Період	Епоха			
3							◆ Вулканічні виверження Камчатки, Алеут, Закарпаття
2,5					◆ Утворення Арктичної льодовикової шапки	◆ Перші викопні <i>Homo habilis</i>	◆ Перші леси Китаю
2					Коливання температура близьких до сучасних	◆ Перші австралопітеки ◆ <i>Homo erectus</i> , поширення їх з Африки в Європу і Азію	◆ Виверження в Йеллоустоні Копанський алловій
1,8							
1,5					Посилення зледеніння у Європі, Азії та Північній-Америці	◆ <i>H. erectus</i> у Китаї	Вулканічні виверження у різних країнах світу. Рифтогенез в океанах і на суходолі
1					Міжльодовиків'я		
0,8					Зледеніння	◆ Найдавніші останки людини в Європі <i>H. erectus</i>	◆ Австралійські та азійські тектити і метеоритні удари
0,7					Міжльодовиків'я		◆ Останні виверження у Закарпатті
0,6					Зледеніння		
0,5					Міжльодовиків'я		◆ Виверження у Саянах, Байкальській рифтовій зоні, на Кавказі, в Єллоустоні
0,4					Зледеніння		
0,3					Міжльодовиків'я	◆ Перші <i>Homo neanderthalensis</i> - <i>H. heidelbergensis</i>	
0,2					Зледеніння		
0,1					Міжльодовиків'я	◆ Перші <i>H. sapiens</i> у Європі і Африці	
0,01					Остання зледеніння		
0					Колівання температура близько до сучасної Сучасне зледеніння	Африканські корні сучасних євразіатів. Останні неандертальці. Прихід сучасних людей у Європу	◆ Виверження Сантоміра

1-..... потепління ————— слабке похолодання ————— похолодання ————— зледеніння

Екстремальні природні явища, за даними літописів

Роки	Території	Природні явища	Джерело
1	2	3	4
791	Київська Русь	Сильні морози. «Великий мраз, егда померезе сей море»	Полное собрание русских летописей (ПСРЛ), т.22, ч.1, с. 388
860	Чорноморське узбережжя	«Въста була зелна, и лодия безбожные Руси к берегу приверже, и вси избиени быша. Паде ж не в кое время и пепел с небесе, подобен крови и намение обретеху на путех и в винограде червлено яко проб»	ПСРЛ, т.1, с. 9; т.2, ч.1, с. 348
907	Чорне море	Олег прийшов на 2000 короблях до Цареграду и «повелел... своим воинам сделать колеса и поставить на них корабли. И с попутным ветром подняли они паруса и пошли со стороны поля к городу»	Радзивилловская летопись, л.15; Повесть временных лет (ПВЛ)
911	Русь	Землетрясение: «паде града некая часть, и много полат разсыпался»	ПВЛ, с. 222
919	Русь	Полярне сяйво	Бучинський, с. 60
979	Руська земля	Влітку спостерігались «великие страшные» грози и сильні вітри з «вихрем»	ПСРЛ, т.9, с. 39
981	Руська земля	Засуха. Літо спекотне і сухе	Швец, с. 19
991	Руська земля	«Наводнение много и много зла сотвори»	ПСРЛ, т.9, с.162
994	Руська земля	Засуха: «Сухмень велика и знойно добре». «Жары вельми тяжкие». Загинули посіви («жити») в багатьох місцях	ПСРЛ, т.9, с. 65
1000	Вся земна куля	29 березня сильний землетрус. У Кракові зруйновано багато будівель Сильна повінь: «Бысть поводь велик». Суворозима. Холоди продовжувались незвичайно довго	Орлов, Мушкетов, с. 116 ПСРЛ, т.9, с. 111
1002-1003	Київська Русь	Дощове літо: «Дожди мнози». «Умножение плодов всяческих», що свідчить про дуже сприятливі кліматичні умови цього літа	ПСРЛ, т.9, с. 68
1008	Київська Русь	Засуха. Нашестя сарани: «...быша пружи мнози». Голодний рік	ПСРЛ, т.9, с. 69
1011	Київська Русь	Жорстока зима. Замерз Босфор. Крига на Нілі	Землеведение, 1908, кн.2, с. 41
1016	Київська Русь	Висока вода осінню на Дніпрі. Полярні сяйва	ПВЛ, с.296, УЛС, с. 38
1017	Київ	Літо було сухим. Були пожежі. «И погореша церкви числом 700»	ПВЛ, с.296; ПСРЛ, т.1, с. 62
1050-1060	Руська земля	Численні посухи, нашестя сарани, повернення холодів	НПЛ, с. 186-188
1060	Київська Русь	Холодне посушливе літо. «Стужа предельная»	ПВЛ, с. 309; Татищев, т. 2, с. 82
1065	Київська земля	«На Западе явилась звезда великая, с лучами как бы кровавыми, с вечера выходившая на небо после захода Солнца, и так продолжалось 7 дней»	ПВЛ, с. 310-311; НПЛ, с. 184-185
1091	Київська земля	«Умножение плодов всяческих». В.Н. Татищев относит «великое плодородие к 1090г. Комета «...спаде превеликий змей от небес». «Круг на небеси явился велик». Землетрясение: «Стонала земля, все слышала». Епідемія: «Морязвою». Епізоотія і гибель коней	ПСРЛ, т.1, с. 214; ПВЛ, с. 342
1092	Київська земля	Сильна посуха: «...ведро бяше яко изгораше земля». Неврожай. Голодний рік	ПВЛ, с. 142, 342

Продовження табл. 2

1	2	3	4
1093	Київська земля	Високе водопілля: «Стуже была тогда переполнена водой». Неврожай. Голодний рік	ПВЛ, с. 345
1095	Київська земля	Посуха. Нашестя сарани. Голодний рік	ПСРЛ, т. 2, с. 220
1096	Дніпро	Вірогідно літо було маловодним, тому що війська Святослава і Володимира у середині червня так «тихо переплавилися через Дніпро, що половці не відали про те»	Татищев, т. 2, с. 105

Таблиця 3

Повторюваність катастрофічних паводків за останнє тисячоліття, за літописними та історичними даними

Рік прояву попереднього паводку	Рік прояву наступного паводку	Інтервал у роках між паводками	Рік прояву попереднього паводку	Рік прояву наступного паводку	Інтервал у роках між паводками	Рік прояву попереднього паводку	Рік прояву наступного паводку	Інтервал у роках між паводками
1	2	3	1	2	3	1	2	3
987	989	2	1681	1686	5	1814	1815	1
989	991	2	1686	1688	2	1815	1820	5
991	1012	21	1688	1689	1	1820	1822	2
1012	1148	36	1689	1700	11	1822	1832	10
1148	1161	13	1700	1702	2	1832	1834	2
1161	1162	1	1702	1703	1	1834	1835	1
1162	1173	11	1703	1705	2	1835	1836	1
1173	1221	48	1705	1706	1	1836	1837	1
1221	1230	9	1706	1707	1	1837	1838	1
1230	1236	6	1707	1708	1	1838	1839	1
1236	1251	15	1708	1709	1	1839	1840	1
1251	1269	18	1709	1716	7	1840	1841	1
1269	1285	16	1716	1717	1	1841	1842	1
1285	1290	5	1717	1718	1	1842	1843	1
1290	1291	1	1718	1719	1	1843	1844	1
1291	1314	23	1719	1721	2	1844	1845	1
1314	1322	8	1721	1723	2	1845	1846	1

Таблиця 4

Відхилення від кліматичної норми температури повітря (середнє по Україні за даними метеостанції Луганськ, Київ, Чернівці, Миколаїв, Кіровоград) з 1881 до 2007 рр.

Кліматичні етапи						
Літній період			Зимовий період			11-літній фільтр (середнє по Україні)
початок і кінець етапів	потепління (+), похолодання (-)	кількість років	початок і кінець етапів	потепління (+), похолодання (-)	кількість років	початок і кінець етапів
1	2	3	4	5	6	7
1881-1910	+	29	19	-	1881-1900	1881-1910 потепління
1910-1935	-	25	29	+	1900-1929	1910-1935 похолодання

Продовження табл. 4

1	2	3	4	5	6	7
1935-1971	+	36	34	-	1929-1955	1935-1971 потепління*
1971-1995	-	24	25	+	1955-1970	1971-1995 похолодання
			3	-	1970-1973	
			11	+	1973-1984	
5	-	1984-1989				
1995- дотепер	+			+	1989- дотепер	1995- дотепер *короткочасне похолодання у 1950-1952 рр.

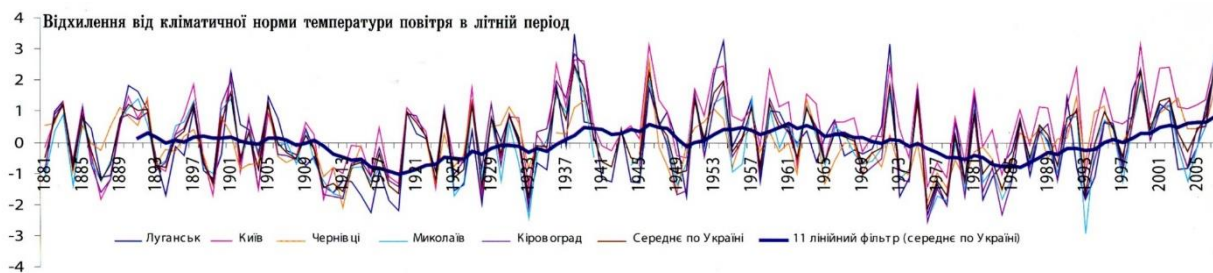


Рис. 7. Зміни клімату України за період інструментальних спостережень (1881-дотепер)

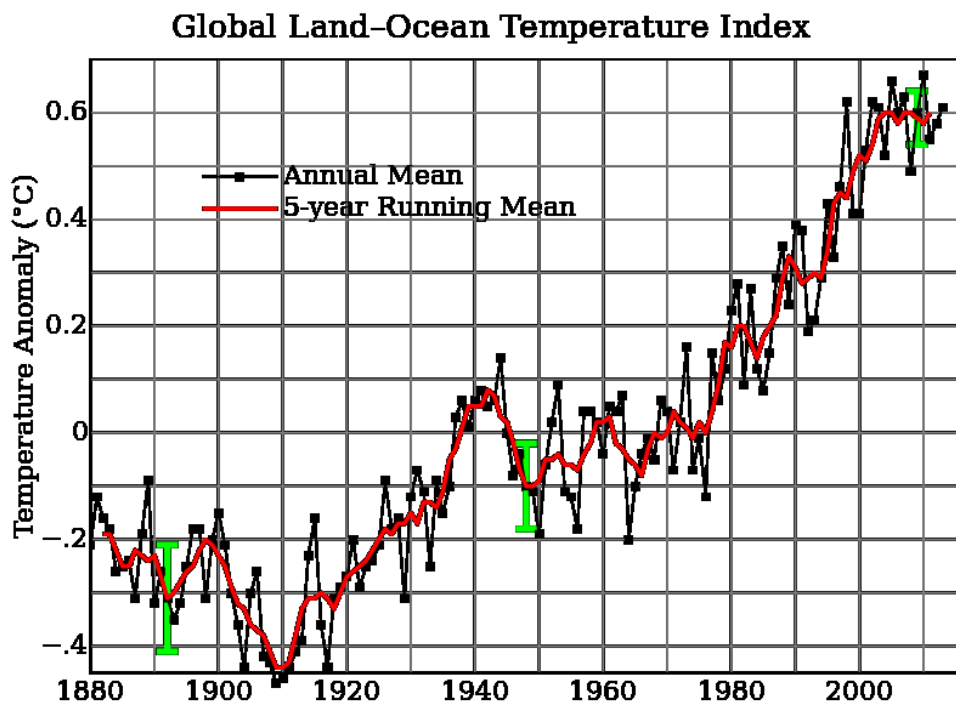


Рис. 8. Динаміка глобального потепління з 1880 до 2013 р.

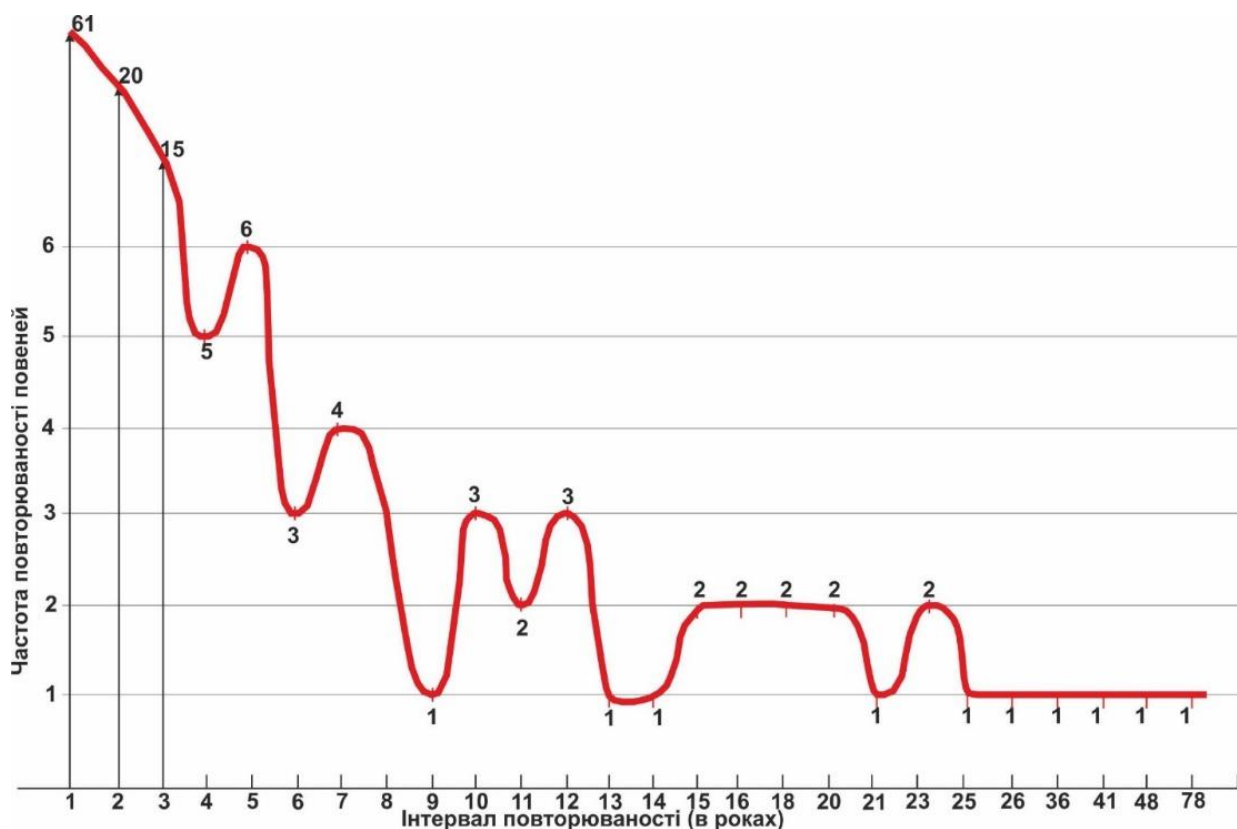
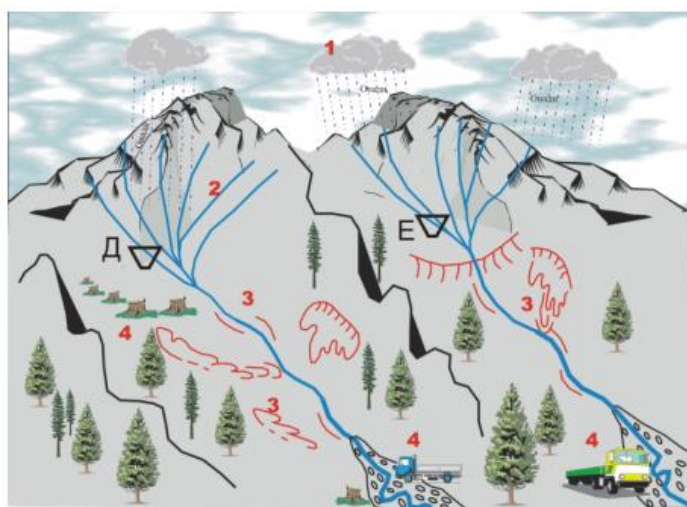


Рис. 9. Частота повторюваності катастрофічних повеней через інтервали в 1, 2, 3,...16, 18, 21, 23, 25, 26, 36, 41, 48, 78 років



Злива в басейні р. Лімниця
(опаді > 100 мм за добу)

р. Лімниця
р. Свіча

Основні причини:

- 1 – надмірні опади;
- 2 – скупчення води у водозбірних лійках (10 тис. м³ і більше води);
- 3 – стрімке проходження паводка з активізацією небезпечних екзогеодинамічних процесів;
- 4 – несанкціонований відбір ґравію;
- 5 – вирубка лісів.

Рис. 10. Модель формування паводків на північно-східному макросхилі Карпат

- безгосподарний відбір піщано-ґравійних сумішей із русел рік – заборонити (рис. 10);
- автомобільні дороги будувати не поруч з ріками, а винести їх із зони впливу можливих катастрофічних паводків на підвищені рівні II та більш високих надзаплавних терас або схилів межириччя;
- при будівництві мостів опори (палі) описувати до корінних порід, щоби вони не «висіли» у алювії, як це можна спостерігати зараз (див. рис. 4).

Висновки. Отже викладені вище матеріали дозволяють впевнено (на 75-90%) прогнозувати дві частини тріади – масштаби майбутнього прояву паводків, тобто їх просторове поширення та інтенсивність прояву, або висоту підйому води. Третя складова – коли це відбудеться, поки що прогнозується з малою імовірністю (до 30%).

Повторюваність повеней кожного року – це звичайне явище, коли тане сніг. Через 3-4 роки відбуваються літні паводки, іноді катастрофічного характеру. Через 5-6 років вони можуть повторюватись, але максимальної інтенсивності досягають через 11-15-19 років

Література

- 1 Адаменко О. М. Стан довкілля у річкових долинах з катастрофічними паводками. Перший етап екологічних досліджень на Дністровському протипаводковому полігоні (2012-2018 рр.): монографія / О. М. Адаменко, Д. О. Зорін. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2018. – 240 с.
- 2 Адаменко О. М. Еколого-економічні наслідки катастрофічних паводків та їх подолання на Дністровському інженерно-екологічному полігоні (О. М. Адаменко, Д. О. Зорін, М. І. Мосюк, К. О. Радловська // Екологічний форум, 2020, №1 – С. 54-64.
- 3 Державна геологічна карта України Масштаб 1 : 200 000. Аркуш М-34-XXIV (Дрогобич). [Л. С. Герасімов, І. В. Макарова, С. В. Чалий та ін.] – Київ: УкрДНГРІ, 2005. – 132 с.
- 4 Державна геологічна карта України. Масштаб 1 : 200 000. Аркуш М-35-XXV (Івано-Франківськ). [О. В. Ващенко, С. М. Турчинов, Г. Г. Поліха]. – Київ : УкрДГРІ, 2007. -128 с.
- 5 Екологічна енциклопедія в 3-х томах. – Київ: Центр екологічної освіти та інформації, 2007. – Т. 1 – 432 с., 2008 – Т. 2 – 416 с., 2008 – Т. 3 – 472 с.
- 6 Зорін Д. О. Географічні інформаційні системи екологічної безпеки: навчальний посіник / Д. О. Зорін. – Івано-Франківськ: Супрун В.П., 2016. – 180 с.
- 7 Кравчук Я. С. Геоморфологія Передкарпаття / Я. С. Кравчук – Львів: Меркатор, 1999. – 188 с.
- 8 Любінська Л. Г. Національний природний парк «Подільські Товтри / Л. Г. Любінська // Заповідники і національні природні парки України. – Київ, 2001. – 172 с.
- 9 Мовчан Я. І. Екологічна мережа України. Обґрунтування її структури та необхідності створення / Я. І. Мовчан. – Збірник. Концепція про біотичне різноманіття. Громадська обізнаність та участь. – Київ, 1997.
- 10 Палиєнко В. П. О типах голоценового алювия долини Днестра / В. П. Палиєнко // Мат-лы по четвертичному периоду Украины. – Киев: Наукова думка, 1974. – С. 247-250
- 11 Пасецкий В. М. Тысячелетняя летопись необычайных явлений природы / В. М. Пасецкий, Е. П. Борисенков. – Москва: Мысль, 1988. – 524 с.
- 12 Природно-заповідний фонд України: території та об'єкти загальнодержавного значення. – Київ : Центр екологічної освіти та інформації, 2009. – 332 с.
- 13 Трофимчук О. М. Геоінформаційні технології захисту довкілля природно-заповідного фонду / О. М. Трофимчук, О. М. Адаменко, В. М. Триснюк. – Івано-Франківськ: Супрун В. П., 2020. – 340 с.
- 14 Четвертичная палеогеография экосистемы Нижнего и Среднего Днестра [О. М. Адаменко, А. В. Гольберт, В. А. Оснюк, Ж. М. Матвишина, В. Е. Моток, Н. А. Сиренко и др.] – Киев: Феникс, 1996. – 200 с.
- 15 Boguckuj, A., Lancont T. M., Raciacowski, R., 2000. Condition and course of the Middle and Upper Pleistocene loesses in the Halic profile (NW Ukraine) // Studia Quaternaria – Warszawa, vol. 17: 3-17
- 16 Lomanicki A., 1905. Atlas Geologicny Galicyi, Krakow: 332
- 17 Madeyska, T. (ed.), 2002. Lessy I paleolit Naddnisterza halickiego (Ukraina) // Studia Geologica Polonica, vol. 119, Krakow: 5-391
- 18 Romer, E., 1906. Epocha lodowa na Swidowell // Kosmos, t. XXXI : 363-386
- 19 Teisseyre, H., 1933. Spaczenie teras wschonio-polskiego Podkarpacia w stosunku do kuminacyj fliszu obwodowego // Geologia i Statystyka Naftowa; 8 : 80-81

O. Adamenko

*Ivano-Frankivsk National Technical
University of Oil and Gas,
Center of forecasting and prevention of technogenic
and hydroecological danger of Prykarpattia*

POSSIBILITY OF FORECASTING DISASTER FLOODS

On January 1, 2021, the Rector by his order created a separate structural unit within IFNTUOG – Center of forecasting and prevention of technogenic and hydroecological danger in Prykarpattia. In recent years, two catastrophic floods occurred in the Carpathian region and in Podillia: one – on July 23-28, 2008, and the other one – on June 20-24, 2020. Both caused enormous damage to the environment and the population, as it was widely reported in the media. To be prepared for natural disasters, it is necessary to learn how to predict them, i.e. know the territory in which they appear, water rise height and when it may happen. From this triad, the first two components can already be predicted, but the third one cannot be predicted yet. The article deals with the possibility of temporal prediction that was confirmed during the flood on June 20-24, 2020. O. M. Adamenko and D. O. Zorin developed the graphs of global climate change over the period of the Earth's history from its birth 4.567 billion years ago to the present. It turned out that the warm and cold periods alternated periodically, starting from the Galactic Year (225-250 million years), of which there were 19, to the current 11 summer cycles of Solar activity. A total of 13 orders of cycles were identified, which interfere in the form of sinusoids, determining the periodicity of geological events. Geotectonic epochs of the 2nd order (50-70 million years) overlap with the cyclicity of the 1st order – galactic years – these are Karelian, Baikal, Caledonian, Hercynian, Pacific and Alpine tectonic-magmatic epochs, which are divided into subepochs of the 3rd (30-40 million years) and 4th (10-15 million) orders. The following cycles – 5 (3-5 million years), 6 (150-140 thousand years) and 7 (10-20 thousand years) are associated with a large Cenozoic cooling, which ended with the Quaternary glaciation. Cycles 8 (1-4 thousand years) and 9 (500-600 years) reflect changes in warming and cooling in the quarter. And then the analysis of events was reconstructed on the basis of archaeological and chronicle data: from the beginning of our era to the twelfth century the warming of the ninth cycle continued – a small climatic optimum and a small ice age (13th–17th centuries). Modern warming began in the 19th century with clear 33-year fluctuations of the 10th cycle. Beginning in 1881, instrumental observations appeared at meteorological stations and hydro posts. Cycles 11 (20-15-11 years), 12 (5-6 years) and 13 (3-4 years) appeared. Against the background of 33 annual fluctuations in the global climate, 11 annual cycles and catastrophic floods of 1911, 1927, 1941, 1955, 1969, 1980, 1988, 2002, 2008 appeared, and the catastrophic flood of 2020 was predicted by O. M. Adamenko and D.O. Zorin. Thus, it is possible to learn to predict the time of the next catastrophic flood.

Key words: floods, river valley, cycles, periods, landfill

References

- 1 Adamenko O. M. Stan dovkillia u richkovykh dolynakh z katastrofichnymy pavodkamy. Pershyi etap ekolohichnykh doslidzhen na Dnistrovskomu protypavodkovomu polihoni (2012-2018 rr.): monohrafiia / O. M. Adamenko, D. O. Zorin. – Ivano-Frankivsk: IFNTUNH, 2018. – 240 s.
- 2 Adamenko O. M. Ekoloho-ekonomichni naslidky katastrofichnykh pavodkiv ta yikh podolannia na Dnistrovskomu inzhenerno-ekolohichnomu polihoni. O. M. Adamenko, D. O. Zorin, M. I. Mosyuk, K. O. Radlovska // Ekolohichni forum, 2020, №1 – S. 54-64.
- 3 Derzhavna heolohichna karta Ukrainy Masshtab 1 : 200 000. Arkush M-34-KHKHIV (Drohobych). [L. S. Herasimov, I. V. Makarova, S. V. Chalyi ta in.] – Kyiv: UkrDNHRI, 2005. – 132 s.
- 4 Derzhavna heolohichna karta Ukrainy. Masshtab 1 : 200 000. Arkush M-35-XXV (Ivano-Frankivsk). [O. V. Vashchenko, S. M. Turchynov, H. H. Polikha]. – Kyiv : UkrDNHRI, 2007. -128 s.
- 5 Ekolohichna entsyklopediia v 3-kh tomakh. – Kyiv: Tsentr ekolohichnoi osvity ta informatsii, 2007. – T. 1 – 432 s., 2008 – T. 2 – 416 s., 2008 – T. 3 – 472 s.
- 6 Zorin D. O. Heohrafichni informatsiini systemy ekolohichnoi bezpeky: navchalnyi posynyk / D. O. Zorin. – Ivano-Frankivsk: Suprun V.P., 2016. – 180 s.
- 7 Kravchuk Ya. S. Heomorfolohiia Peredkarpattia / Ya. S. Kravchuk – Lviv: Merkator, 1999. – 188 s.
- 8 Liubinska L. H. Natsionalnyi pryrodnyi park «Podilski Tovtry / L. H. Liubinska // Zapovidnyky i natsionalni pryrodni parky Ukrainy. – Kyiv, 2001. – 172 s.

- 9 Movchan Ya. I. Ekolohichna mrezhha Ukrainy. Obgruntuvannia yii struktury ta neobkhdnosti stvorennia / Ya. I. Movchan. – Zbirnyk. Kontsepsiia pro biotychne riznomanittia. Hromadska obiznanist ta uchast. – Kyiv, 1997.
- 10 Paliienko V. P. O typakh holotsenovoho aliuviiia dolyny Dnestra / V. P. Palyenko // Mat-ly po chetvertichnomu periodu Ukrainy. – Kiev: Naukova dumka, 1974. – S. 247-250.
- 11 Pasetskyi V. M. Tysiacheletniaia letois neobychainykh yavleniy prirody / V. M. Pasetskyi, E. P. Borysenkov. – Moskva: Mysl, 1988. – 524 s.
- 12 Pryrodno-zapovidnyi fond Ukrainy: teritorii ta obiekty zahalnodержavnoho znachennia. – Kyiv : Tsentr ekolohichnoi osvity ta informatsii, 2009. – 332 s.
- 13 Trofymchuk O. M. Heoinformatsiyni tekhnolohii zakhystu dovkillia pryrodno-zapovidnoho fondu / O. M. Trofymchuk, O. M. Adamenko, V. M. Trysniuk. – Ivano-Frankivsk: Suprun V. P., 2020. – 340 s.
- 14 Chetvertichnaia paleoheohrafiia ekosistemy Nyzhneho i Sredneho Dnestra [O. M. Adamenko, A. V. Holbert, V. A. Osnuuk, Zh. M. Matviishyna, V. E. Motok, N. A. Syrenko i dr.] – Kiev: Feniks, 1996. – 200 s.
- 15 Boguckij, A., Lancont T. M., Raciacowski, R., 2000. Condition and course of the Middle and Upper Pleistocene loesses in the Halic profile (NW Ukraine) // Studia Quaternaria – Warszawa, vol. 17: 3-17.
- 16 Lomanicki A., 1905. Atlas Geologicny Galicyi, Krakow: 332.
- 17 Madeyska, T. (ed.), 2002. Lessy I paleolit Naddnisterza halickego (Ukraina) // Studia Geologica Polonica, vol. 119, Krakow: 5-391.
- 18 Romer, E., 1906. Epocha lodowa na Swidowell // Kosmos, t. XXXI : 363-386
- 19 Teisseyre, H., 1933. Spaczenie teras wschonio-polskiego Podkarpacia w stosunku do kuminacyj fliszu obwodowego // Geologia i Statystyka Naftowa; 8 : 80-81.

Надійшла до редакції 16 березня 2021 р.