

УДК: 556.162 (282.243.7.044)

Беднарчик Л.І., Настюк М.Г.

Порівняльний аналіз умов формування та проходження катастрофічних паводків у басейні р. Сірет влітку 1969 та 2008 років

Вступ. В умовах зростаючого антропогенного навантаження на біосферу виникли і розвиваються глобальні зміни клімату. Вже сьогодні ми можемо спостерігати значне потепління на нашій планеті, яке супроводжується таненням льодовиків, значно більшим випаровуванням і, відповідно, інтенсивними опадами. Саме інтенсивні зливи (понад 100мм на добу) формують катастрофічні паводки. Це має велике значення для рік Українських Карпат, оскільки саме там найчастіше виникають катастрофічні повені та паводки.

Значна частина Чернівецької області (біля 21%) розміщена в межах басейну верхнього Сірету. Ця ріка, як і більшість рік Українських Карпат, характеризується паводковим режимом і під час катастрофічних паводків завдає значних збитків господарству області. Катастрофічні паводки у басейні річки

Сірет проходили у 1911, 1927, 1941, 1969, 1970, 1974, 1980, 1985, 1998, 2003 роках. Однак літній паводок, який пройшов у басейні річки Сірет 22-29 липня 2008 року, завдав особливо значних втрат, тому був віднесений до категорії видатних та катастрофічних паводків. Паводок, який пройшов у басейні річки Сірет влітку 1969 року, практично по всіх постах був найвищим за весь період спостереження, але за витратою води найбільший був паводок 2008 року. Тому цікаво буде порівняти умови формування та проходження катастрофічних паводків 1969 та 2008 років та зробити висновки стосовно переважаючих факторів формування катастрофічних паводків в минулому та на сьогоднішньому етапі значних антропогенних змін навколишнього середовища Землі. Такі гідрологічні та гідроекологічні дослідження дадуть змогу оцінити вплив глобального потепління на водний режим річок Українських Карпат.

Аналіз попередніх досліджень. Авторами статті проведений аналіз наукових праць, присвячених дослідженню паводкового стоку та коливанню водності річок Українських Карпат. Паводкового стік, а також коливання водності річок Українських Карпат досліджували Лютик П.І., Перехрест С.М., Кочубей С.Г., Печковська О.М., Ромащенко М.І., Савчук Д.П., Сливка Р.І., Сусідко М.М., Лук'янець О.І., Кирилюк М.І., Киндюк Б.В. Зокрема, Лютиком П.М. спільно з інститутом УкрНДГМІ була проведена експедиція по визначенню основних параметрів та умов формування катастрофічного паводку влітку 1969 року [5, 12].

Ромащенко М.І., Савчук Д.П. дослідили причини негативних стихійних явищ в Українських Карпатах, зокрема виділили природні та антропогенні чинники формування катастрофічних повеней та паводків [7]. Сусідко М.М. і Лук'янець О.І. встановили, що на річках Українських Карпат, починаючи з кінця 90-х років минулого століття, настала фаза підвищеної водності, яка триватиме до 2005-2008 років [10]. Кирилюк М.І., досліджуючи водний баланс Українських Карпат, встановив, що починаючи з 1995 року, для річок Українських Карпат настала фаза підвищеної водності [4]. Коливанню водності малих річок присвячена робота Киндюка Б.В. [3]. Ним були виявлені цикли високої та низької водності, терміни їх тривалості, виконана територіальна локалізація в межах шести гідроморфологічних районів Українських Карпат і зроблено висновок про настання для річок цієї території фази підвищеної водності.

У ході написання даної роботи автори ставили собі завдання оцінити умови формування катастрофічних паводків влітку 1969 та 2008 років, проаналізувати причини їх виникнення та зробити висновок про імовірний вплив глобальних процесів зміни клімату Землі на водний режим річки Сірет.

Виклад основного матеріалу. Річка Сірет – ліва притока Дунаю. Бере початок в межах Чернівецької області на північно-західному схилі гори Борсукової на висоті 1100 м над рівнем моря, після злиття струмків Барсуки та Ластун. По території області тече верхня частина Сірету довжиною 100 км (загальна довжина річки – 513 км). У межах області площа водозбору річки становить 2070 км², загальне падіння ріки – 435 м.

Водозбірний басейн ріки в межах області має найбільшу довжину – 62 км, ширину – 23 км і межує з басейнами Черемошу та Пруту. Головні притоки річки – Петровець, Звараш, Зубринець, Мигова, Міхідра, Малий Сірет, Котовець та ін. На рис. 1 зображено схему басейну річки Сірет.

Гідрологічний режим р. Сірет з 1945 р. досліджувався на гідрологічних постах в с. Лопушна, м. Сторожинець та в місці впадання р. Малий Сірет. З



Рис. 1. Басейн річки Сірет в межах Чернівецької області.

1988 р. спостереження проводяться тільки на посту в м. Сторожинець.

Частину річки, яку ми аналізуємо в роботі, можна поділити на два відрізки: гірську (20 км) і передгірно-рівнинну (80 км). Гірська ділянка (від витoku до смт. Берегомет) характеризується глибокою вузькою долиною з крутими залісненими схилами. Русло помірно звивисте шириною 7-10 м і глибиною 0,2-0,7 м. Середня швидкість течії 1,5-2,3 м/с. При високих рівнях води ширина русла збільшується до 50-80 м, а глибина до 2-2,5 м, швидкість до 4-6 і більше м/с [8].

Передгірно-рівнинна ділянка починається безпосередньо після виходу річки з гір і продовжується до державного кордону з Румунією. Долина тут різко розширюється до 2-3 км, а похил стає меншим. Надзаплавні тераси добре виражені і ширина їх досягає 600 м і більше. Заплава річки широка, переважно двобічна, у багатьох місцях заболочена або перебуває в стані надлишкового зволоження. Русло річки звивисте, розгалужене, ширина його не перевищує 20 м, глибина 1-1,5 м, швидкість потоку - 1-1,5 м/с. При проходженні паводків ширина річки збільшується до 200 м, глибина - 2-3 м. Середні річні витрати води за багаторічний період близько 6 м³/с. У меженний період витрати зменшуються до мінімальних значень і становлять 0,3-1,8 м³/с [8].

Значення середніх витрат води за період спостережень 1953 – 2005 рр. змінюється від 1,97 м³/с у верхів'ї річки до 12,7 м³/с в створі нижче гирла р. Малий Сірет. Середнє значення максимальної витрати води весною під час водопілля складає 40 – 50 м³/с, а в період літніх дощових паводків – 60 - 160 м³/с [8].

Для річки Сірет в межах Чернівецької області, як і для більшості річок Українських Карпат, є характерними наступні фази водного режиму: весняне водопілля яке триває з лютого по травень; дощові паводки – червень – листопад, а також літня та зимова межень. Максимальні рівні дощових паводків перевищують рівні води весняного водопілля.

У червні 1969 року в результаті виходу циклону з Чорного моря в район Карпат і його активізації під впливом гірських хребтів випали інтенсивні зливи. Згідно з дослідженнями [5], катастрофічна кількість опадів в Українських Карпатах сформувалась в значній мірі під впливом самих гір, тобто в їх формуванні основну роль зіграла орографія. Справа в тому, що добові максимуми

опадів (200 мм і більше) знаходились в зоні упорядкованого розподілу опадів, а за межами цієї зони, де вплив гір був уже незначний, ні на одному пункті не випало більше 50 мм. У даному випадку (8 червня 1969 року) внесок фактора орографії складав близько 190 мм і був приблизно в 4 рази більше внеску інших факторів (загальноциркуляційних процесів) [11].

Найбільш значні зливові дощі спостерігалися 7-10 червня, під час яких кількість опадів місцями перевищила місячну норму. Так, у верхів'ї річки Сірет (гідропост Лопушна) випало 146,6 мм опадів, поблизу м. Сторожинець – 62,5 мм, а в місці впадіння річки Малий Сірет (село Верхні Петрівці) – 81,7 мм. Аналіз ходу опадів за плювіограмами показує, що основна частина опадів (близько 70%) випала за півдобу 8 червня. Такі інтенсивні опади викликали різкий підйом рівнів води в річці Сірет. Загалом, протягом паводку у басейні Сірету випало приблизно 170-210 мм опадів. Формуванню паводку сприяло також значне зволоження поверхні водозбору за рахунок опадів, що випали на початку першої декади червня. Інтенсивність підйому рівнів води у руслі річки становила 0,6-0,7 м/год. Максимальні рівні води спостерігалися 9 червня і становили на гідропості Сторожинець 831 см над нулем графіка поста. Амплітуда підйому склала 4,5 м (передпаводковий рівень склав 386 см). Максимальні витрати поблизу Сторожинця досягли значення 792 м³/с.

Таким чином, зливи в Українських Карпатах 7-9 червня 1969 року формувалися в результаті динамічного впливу гірських схилів на повітряні потоки при сильних східних вітрах в нижній тропосфері, розвиток сильних висхідних рухів потужних хмар, високої відносної вологості повітря, що сприяла розподіленню процесів конденсації і опадоутворення по вертикалі. Синоптична ситуація, в свою чергу, теж сприяла орографічному підсиленню опадів, так як являла собою комбінацію двох положень: виходу циклону з південного сходу через південну частину Карпат на Україну і переміщення циклону вздовж східних схилів на Україну [11].

На фоні підвищеної водності та значного зволоження поверхні ґрунту внаслідок інтенсивних опадів в басейні р. Сірет 12-15 липня 1969 року сформувався ще один катастрофічний дощовий паводок. 13 липня був зафіксований максимальний історичний рівень води, що перевищив рівні води під час паводку в червні на 5 см і становив 836 см над нулем поста, а максимальні витрати води складали 816 м³/с [2].

Дощовий паводок у басейні річки Сірет у третій декаді липня 2008 р. сформувався на фоні близької та дещо нижчої за середню водності річок в умовах достатнього зволоження та перезволоження метрового шару ґрунту. Середні витрати води на річці Сірет за період 1-22 липня у створі Сторожинець дорівнювали 7,4 м³/с (85% норми місяця липня), а 22 липня витрати становили 5,5 м³/с. Метровий шар ґрунту на кінець першої та другої декад, за визначеннями метеорологічних станцій басейну, був перезволожений, що визначило невеликі втрати дощового стоку у період паводку у третій декаді липня. Таким чином, попередні гідрометеорологічні умови у басейні річки Сірет були сприятливими для формування дощового стоку, але основною причиною формування екстремально високого паводку у третій декаді липня була кількість та режим випадання дощів.

Аналіз синоптичної ситуації свідчить [1], що основною причиною дуже сильних та тривалих дощів у західних областях України 22-27 липня 2008 року був малорухомий потужний висотний циклони над Балканами та атмосферні

фронти, активність яких підсилювалась конвекцією та орографією. Стаціонавання циклону призвело до довготривалості процесу випадання дощів, а орографічні особливості регіону, дугоподібне розташування гірських хребтів Українських Карпат сприяло загостренню атмосферних фронтів, посиленню та інтенсифікації дощів, збільшенню площі їх випадання. На фоні облогових опадів спостерігалась активна грозова діяльність, що супроводжувалася зливами. Значні суми опадів формувались внаслідок підсилення облогових опадів (схильний ефект), а також додавання злив під час активізації фронтів. Аналіз даних метеорологічного локатора показує, що над заходом України упродовж 23-27 липня знаходився великий масив купчасто-дощових хмар, з осередками гроз. Висота верхньої межі хмарності становила 9-17 км. Потужна купчасто-дощова хмарність простежувалась у цей період і на зображеннях ШСЗ МЕТЕОСАТ-9. Інтенсивність опадів, зафіксована за даними супутника NOAA 23, 24 та 26 липня сягала у деяких регіонах 20 мм на годину [1].

Формування паводку на річці Сірет розпочалося 23 липня. Найбільш значні та інтенсивні дощі відмічалися 24-25 липня, вдень 26 липня та вночі 27 липня. Так, за ніч 25 липня у басейні річки Сірет випало від 60 до 80 мм опадів, а за день 26 липня – 96 мм (метеостанція Селятин) (рис. 2, 3). Відповідно до даних

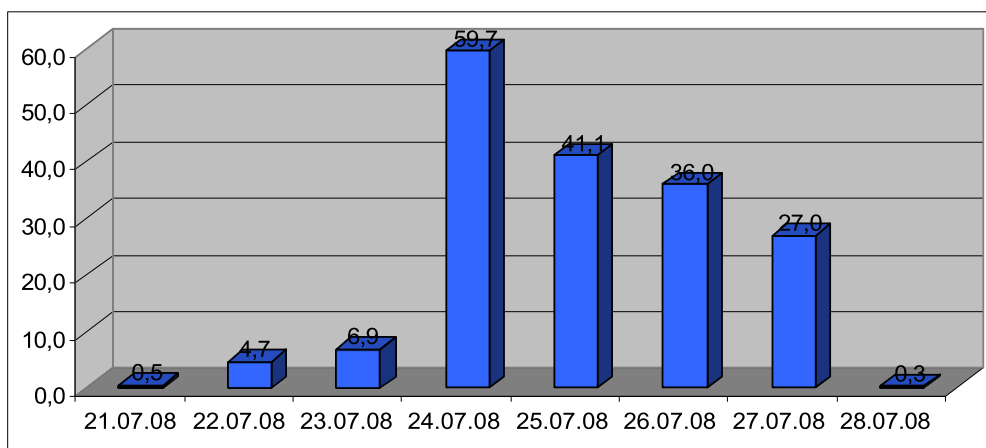


Рис. 2. Кількість опадів ГП Сторожинець, мм.

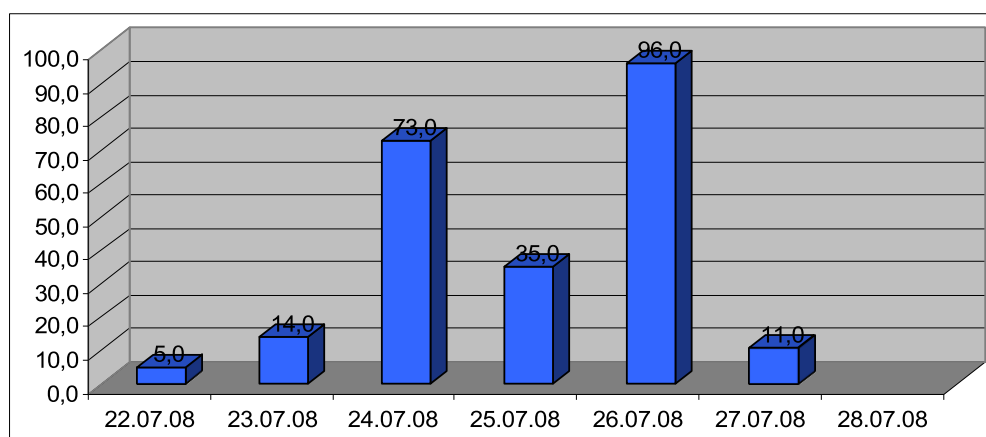


Рис. 3. Кількість опадів м. Делятин, мм.

Чернівецького центру з гідрометеорології, загальна сума опадів з 22 по 27 липня 2008 року, які сформували паводок у басейні річки Сірет, становить 175-237 мм.

Нерівномірність випадання опадів протягом періоду його розвитку – 22-29 липня – обумовила формування двох хвиль підйомів рівнів води. Друга хвиля сформувалася на спаді першої 26-27 липня внаслідок випадання значних опадів у верхів'ї басейну р. Сірет. На рис. 4 показано графік ходу рівнів води під час

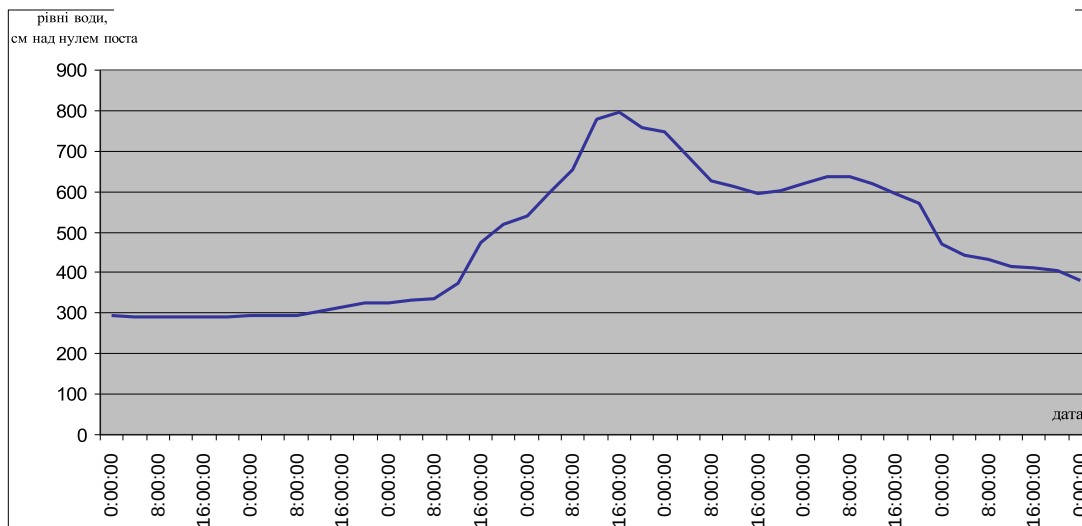


Рис. 4. Графік ходу рівнів води під час паводку 22 – 29 липня 2008 року.

паводку. Інтенсивність підйому рівнів води становила 20-30 см на годину. Максимальні рівні води на гідропосту Сторожинець сформувалися 25 липня о 16⁰⁰ і склали 796 см над нулем поста (максимальний історичний рівень становив 836 см) Рівень води перед паводком становив 292 см. Загальна амплітуда підвищення рівнів води р. Сірету була найвищою за весь період спостережень і становила р. Сірет – м. Сторожинець – 5,04 м.

Витрати води при проходженні максимумів, порівняно з величинами на початок паводку, зросли у 90 разів і становили близько 890 м³/с, що перевищувало максимальні витрати води 1969 року.

Слід відмітити, що за останні 40 років відбулося значне врізання русла річки Сірет, що підтверджується нівелюванням гідроствору №2 р. Сірет – м. Сторожинець, а також значним відхиленням кривих залежностей $H - f(Q)$. Саме тому під час паводку 2008 року при нижчих рівнях води, витрати води були більшими, порівняно з паводками 1969 року.

На рис. 5 зображено графік ходу рівнів води під час паводків 1969 та 2008 років на гідропості Сторожинець. Аналізуючи цей графік, можна прийти до висновку, що паводки 1969 року сформувалися на фоні більш значної водності, ніж паводок 2008 року. Передпаводкові рівні на гідропості Сторожинець у 1969 році становили 386 см, а у 2008 році – 292 см. Крім того, у червні–липні 1969 році в басейні Сірету пройшли досить високі паводки, тому ґрунт був значно перезволожений і його фільтраційні можливості були обмежені. Інтенсивність підйому рівнів води у руслі річки протягом паводків 1969 року була вищою, ніж у 2008 році (відповідно 0,6-0,7 м /год і 0,2-0,3 м/год). Таким чином, тривалість підйому рівнів води під час паводку 2008 року була більшою, ніж у 1969 році. Паводок 12-15 липня 1969 року мав яскраво виражену одну паводкову хвилю, а паводок 22-29 липня 2008 року мав також одну паводкову хвилю, однак на спаді внаслідок повторної порції опадів у верхів'ї басейну, сформувалася друга хвиля паводку.

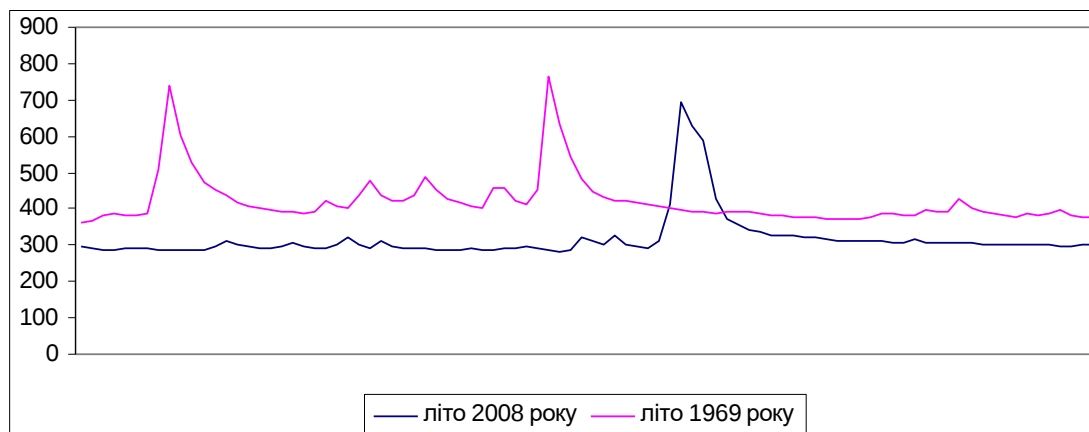


Рис. 5. Графік ходу рівнів води влітку 1969 та 2008 років.

Існують також значні відмінності у причинах формування катастрофічних паводків у 1969 та 2008 роках. Зокрема, можна припустити, що у 1969 році основною причиною випадання інтенсивних злив був вплив гірських хребтів на повітряні потоки, а також вихід циклону через південну частину Карпат на Україну і його переміщення вздовж східних схилів на північ, однак основну роль відіграла орографія. Основною причиною формування паводку у 2008 році був малорухливий потужний висотний циклон, центр якого був над Балканами, на периферію циклону постійно поступало спекотне повітря з півдня України, що посилювало опади. Активність циклону підсилювали конвекція та орографія. Таким чином, у 2008 році інтенсивні зливи сформувались в основному під впливом метеорологічних процесів.

Висновки. Порівняльний аналіз умов формування та проходження катастрофічних паводків влітку 1969 та 2008 років дає змогу зробити наступні висновки:

1. Паводки на р. Сірет є досить характерною фазою водного режиму, які спостерігаються кожні 2-3 роки, катастрофічні паводки трапляються через 10-15 років.

2. Порівнюючи динаміку проходження паводків 1969 і 2008 років, ми виявили значні відмінності. Паводки 1969 року мали яскраво виражену одну паводкову хвилю, а паводок 22-29 липня 2008 року мав також одну паводкову хвилю, однак на її спаді внаслідок повторної порції опадів у верхів'ї басейну, сформувалася друга хвиля паводку. Максимальні рівні паводків 1969 року були вищими, ніж під час паводку влітку 2008 року. Витрати під час паводку 22-29 липня 2008 були максимальними за всю історію спостережень і становили близько 890 м³/с.

3. Основну роль у формуванні паводку у червні 1969 року відіграла орографія, під час паводку 22-29 липня 2008 року – метеорологічні процеси. Таким чином, можна висунути гіпотезу, що у формуванні паводку влітку 2008 року певну роль відіграли глобальні процеси зміни клімату Землі.

4. Під час проходження паводку 2008 року негативні наслідки посилювалися антропогенною діяльністю на річкових водозборах, особливо якщо вона відбувається неконтрольовано, необґрунтовано, без урахування умов розвитку паводків та переміщення паводкових хвиль. Збільшення збитків і зон затоплення відбувається також внаслідок розташування будов в зоні постійного та потенційного затоплення.

1. Гідрометеорологічні умови формування та розвитку дощових паводків на річках Карпат у липні 2008 року // Технічний звіт Українського гідрометеорологічного центру. – К., 2008. – 48 с.
2. Гидрологический ежегодник 1969 г. Т.2: Бассейн Черного и Азовского морей (без Кавказа). Вып. 0: Бассейн р. Дунай и рек между бассейнами Дунай и Днестр / Под ред. Н.П. Горбачевича, Е.М. Егоровой. 3. Киндюк Б.В. Коливання водності малих річок Українських Карпат // Український географічний журнал. – 2004. – №2. – с. 9-12. 4. Кирилюк М.І. Водний баланс і якісний стан водних ресурсів Українських Карпат. – Чернівці: Рута, 2001. – 264 с. 5. Лютик П.М. Экспедиционные исследования выдающихся паводков в Карпатах и определение их максимальных расходов // Тр. УкрНИИ, 1972. – Вып. 116. – С. 25-34. 6. Перехрест С.М., Кочубей С.Г., Печковська О.М. Шкідливі стихійні явища в Українських Карпатах та засоби боротьби з ними. – К.: Наукова думка, 1971. – 402 с. 7. Ромащенко М.І., Савчук Д.П. Причини повеней // Екологічний вісник. – 2002. – № 9-10. – С.8-12. 8. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.6: Украина и Молдавия. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. 9. Сливка Р. І. Особливості формування паводкового стоку на ріках Карпат: [Сірету, Дністра, Пруту] // Україна та глобальні процеси: географічний вимір. – Луцьк: Вежа, 2000. – Т. 2. – С. 187-197. 10. Сусідко М.М., Лук'янець О.І. Можливості оцінювання річкового стоку в Карпатах на найближчі роки з урахуванням його багаторічних коливань // Наук. пр. УкрНДГМІ. – 1998. – Вип.246. – с. 46-55. 11. Тепловой и водный режим Украинских Карпат / Под ред. Л.И.Сакали. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 366 с. 12. Условия формирования и происхождения катастрофических паводков на реках Карпат в июне 1969. – Черновцы: ЧГУ.

River of Siret basin by the degree of hydrological danger is one of the most dangerous regions in Ukraine. Territory of western Ukraine by the geographical position and climatic terms belongs to the area of the developed thundershower activity. Floods here are ordinary, this is the inherent phase of the hydrological mode of the rivers in this territory. They are characterized by frequency, intensity of the motion. The basic purpose of this research was the comparison of floods 1969 and in 2008.