

INUNDAȚIILE CATASTROFALE GENERATE DE VIITURILE PLUVIALE PE RÂURILE DIN REPUBLICA MOLDOVA

Orest Melniciuc*, Nicolae Boboc*, Valentina Muntean*, Ana Tănase*

Key words: catastrophic floods, downpour, maximal flow, Republic of Moldova.

ABSTRACT

Frequency and maximum readings of floods generated by torrential rains is characterized on the basis of historic information analysis and mechanical observations. In order to develop recommendations and norms for designing socio-economic and protection facilities in flood susceptible areas as well as for monitoring small rivers' habits, the necessity of modern information systems application is being substantiated.

Introducere

Analiza dezastrelor naturale și tehnogene în ultimii ani denotă o creștere a numărului acestora în fiecare an în medie cu 5% [1]. Conform aprecierilor experților ONU și ale unor mari companii de asigurare din lume în ultimul secol pe glob au avut loc peste 50.000 de dezastre naturale, care au condus la pierderea a peste 4 mln. de vieți omenești și care au afectat viața a zeci de milioane de locuitori. Conform datelor companiei "MUNICH RE" [2] din 234 dezastre naturale majore, care au avut loc în perioada anilor 1950-1999, 38% reprezintă furtunile, 29% - cutremurelor de pământ, 27 – inundațiile și 6% - alte fenomene naturale de risc. Pondere pierderilor materiale pe plan mondial conform [2] se repartizează în felul următor: 35% revin seismelor, 30% – inundațiilor, 28% – furtunilor și 7% – altor categorii de dezastre naturale.

Inundații condiționate de viituri excepționale au loc frecvent și în Republica Moldova [5, 1]. Aceste inundații sunt generate de ploi torențiale care au loc de obicei în perioada mai-august, deosebit de frecvente fiind în lunile iunie și iulie, când se înregistrează 36,5% și respectiv 40% din numărul de cazuri. Prejudicii mari, cu consecințe catastrofale, aduc economiei ploile torențiale valoarea cărora depășește 70-100 mm în 24 de ore. Astfel în urma doar a două ploi care au generat inundații catastrofale (din a. 1991 în raionale Șoldănești și Orhei și în a. 1994 în bazinele râurilor Lăpușna și Călmățui) au pierit 50 de persoane, pierderile materiale constituind circa 149 mln. dolari SUA [2].

O problemă actuală de interes major reprezintă crearea tehnologiilor informaționale în scopul managementului catastrofelor naturale și tehnogene. Problemele de protecție a populației de acțiunea dezastrelor naturale, inclusiv și de la inundații, necesită elaborarea tehnologiilor SIG a riscurilor individuale și a celor sociale. Sub noțiunea de risc individual și social se înțelege probabilitatea decedării unei persoane și respectiv a unei grupe de persoane în anii cu fenomene naturale sau tehnogene extreme într-o anumită regiune. Rezultatele acestor riscuri se reprezintă pe hărți digitale prin metoda izohietelor.

În scopul evaluării inundațiilor extreme se utilizează metoda sondării din spațiu, metodă matearilizată în proiectul MOSIM, implimentat într-un șir de state europene (Franța, Germania, România ș.a.). În acest proiect se propun două metode de apreciere a

* Institutul de Ecologie și Geografie al A.Ș. a Republicii Moldova.

riscului inundațiilor. Prima, cunoscută sub numele de „Inondabilite”, elaborată și utilizată în Franța (GEMARGEF-LYON) și a doua – INMH-INUND, folosită în România. Ultima constă în evidențierea în baza hărților topografice a zonelor inundabile în condițiile viiturilor cu diferit grad de probabilitate și aprecierea gradului de vulnerabilitate cu utilizarea calculelor tehnico-economice. Paralel această metodă preconizează utilizarea așa numitului hidrograf generalizat al viiturii, alcătuit după materialele observațiilor multianuale ale debitelor de apă.

Ținând cont de lipsa pe râurile din Republica Moldova a unui sistem hidrometeorologic care ar funcționa în regim automat, mai accesibilă pare a fi utilizarea metodei INMH-INUND. Realizarea și introducerea acesteia pe teritoriul Republicii Moldova necesită efectuarea unui complex de cercetări pentru elaborarea tehnologiilor SIG. la etapa actuală apare necesitatea de a sintetiza datele ce caracterizează valorile cantitative ale scurgerii maxime pluviale care generează inundații catastrofale îndeosebi pe râurile mici și mijlocii.

Materiale și metode de cercetare

Cercetările s-au efectuat în baza datelor acumulate din surse bibliografice vechi, a materialelor cadastrelor apelor din anii 1969-2004, obținute în rezultatul observațiilor la posturile hidrometrice. Pentru evaluarea legităților de repartiție temporală și spațială a ploilor torențiale abundente au fost folosite datele observațiilor precipitațiilor maxime în 24 de ore care au depășit 100 de mm, înregistrate la stații și posturi meteorologice în anii 1880-2000 și precipitațiile maxime zilnice înregistrate în perioada anilor 1945-2000.

S-a folosit pe larg analiza statistică a caracteristicilor ploilor torențiale și ale inundațiilor, aproximarea expresiilor teoretice și elaborarea modelelor matematice a elementelor viiturii, a schemelor regionale generale și analiza spațio-temporală a factorilor care generează viituri excepționale.

Rezultatele cercetărilor și discuții

Nivelul cercetărilor științifice contemporane în domeniul inundațiilor într-un șir de state din Europa permite prezicerea timpului de formare a inundațiilor ce contribuie, în anumită măsură, la diminuarea pierderilor materiale. Frecvența inundațiilor catastrofale poate fi evaluată în baza observațiilor caracteristicilor hidrologice, dar și a datelor istorice. Cronologic datele despre inundațiile catastrofale pe Nistru și Prut în letopisețe și surse bibliografice vechi cuprind o perioadă de aproximativ șapte secole (anii 1146-1840). Prima mențiune despre cea mai puternică inundație de pe fluviul Nistru se întâlnește în letopisețul Ipatiev din anul 1146 [5], în care se indică: „... *că pe parcursul zilei apa a ieșit din maluri și a inundat imașurile, s-au înecat mulți oameni*”. Conform observațiilor pe teren a urmelor acestei inundații efectuate în or. Galici de către Institutul „Ukrenergproekt”, aceasta a depășit viitura excepțională, care a avut loc în bazinul Nistrului în 1941. De menționat, că inundația din anul 1941 a fost parțial studiată și instrumental. Această inundație a fost generată de o viitură în rezultatul ploilor torențiale foarte intense, care au căzut în sectorul montan al bazinului Nistrului în zilele de 29 august – 2 septembrie. Ploaia torențială a fost atât de intensă, încât și pe versanții abrupti ai Carpaților stratul de apă atingea grosimea de 100 mm.

Analiza materialelor inundațiilor din anii 1146 și 1941 denotă, că frecvența acestora a fost de 1 în 900 și respectiv 300 ani. În **tabelul 1** sunt prezentate datele despre debitele maxime de apă ale acestor viituri excepționale.

În letopisețul Galici-Volynian și în alte documente istorice de arhivă [7, 13 ș.a.] detaliat se descriu inundațiile de pe fluviul Nistru din anii 1230, 1572, 1649, 1668, 1700, 1730, 1757, 1814, 1823, 1864. Astfel, de exemplu, în anul 1700 în bazinul Nistrului a avut loc o inundație, care a atins așa proporții, încât „... se înecau oameni, vite, casele se inundau până la ferestre și oamenii se salvau pe copaci”. Valul acestei viituri, ajungând până în cursul mediu și inferior al Nistrului, a cauzat distrugerea caselor, provocând și jertfe omenești.

Tabelul 1. Valorile debitelor viiturilor din anii 1146 și 1941.

Anii	Debitele maxime de apă (m ³ /s) la punctele de observație pe fluviul Nistru		
	or. Galici (Ucraina)	or.Zaleșciki (Ucraina)	or. Camenca (R. Moldova)
1146	6000	9800	8800
1941	4860	8030	7300

În letopisețele și materialele de arhivă din sec. XVII-XIX, inclusiv și în lucrările din prezent [18], sunt descrise multiple inundații de pe râul Prut. Astfel, în primăvara anului 1780, ploaia torențială a generat o viitură catastrofală, care a cauzat mari daune și jertfe omenești „...ridicarea rapidă a nivelului apei râului Prut, care a avut loc la 3 august, a condus la moartea a 800 capete de vite, jertfe devenind peste 100 de persoane”. În materialele bisericești și în alte documente de arhivă se conțin date despre inundațiile, care s-au înregistrat în bazinul râului Prut în august 1812, iunie 1825, martie 1827, martie 1841, august 1843 și 1889, și în luna mai 1893.

Informația menționată oferă doar date generale despre frecvența probabilă a acestor fenomene, însă ea confirmă totuși probabilitatea mare a inundațiilor excepționale cu frecvența unei inundații în perioada de 30-40 ani.

Începând cu sfârșitul sec. XIX pe teritoriul respectiv se organizează observații hidrometrice sistematice pe râurile Nistru și Prut, inițial asupra nivelelor, ulterior și a debitelor de apă. Din mijlocul anilor 40 ai sec. XX se creează o rețea hidrometrică staționară pe afluenții Nistrului și ai Prutului. În perioada observațiilor instrumentale asupra scurgerii de viitură, în afara viiturii din anul 1941, pe fluviul Nistru au avut loc viituri destul de mari în 1955, 1969 și 1980, datele despre care sunt prezentate în **tabelul 2**.

Tabelul 2. Caracteristicile viiturilor maxime ale fluviului Nistru în anii 1955-1980.

Anii	or. Soroca		or. Camenca		Or. Tighina (Bender)	
	Q _{max} , m ³ /s	creșterea nivelului, m	Q _{max} , m ³ /s	creșterea nivelului, m	Q _{max} , m ³ /s	creșterea nivelului, m
1955	2440	4,6	2780	4,4	2020	6,0
1969	4600	7,6	4500	7,6	3000	8,0
1980	3500	5,6	3400	3,4	2490	6,4

Ce-a mai mare viitură dintre acestea, condiționată de o ploaie torențială de la sfârșitul lunii iulie – începutului lunii august 1969, a cuprins regiunea Subcarpatică, Moldova de Nord inclusiv și Câmpia Jijiei Inferioare. După valoarea debitului maxim de apă această viitură poate fi atribuită la cele cu asigurarea de 1% [7, 8, 12].

Viiturile catastrofale descrise anterior și inundațiile provocate de acestea au fost determinate de un complex de factori hidroclimatici, care, la rândul său, depind de activitatea solară și de legitățile de circulație a atmosferei. În acest context, chiar și o analiză de ansamblu a specificului oscilațiilor multianuale a activității solare și a perioadelor de declanșare a inundațiilor, permit de a evalua frecvența reală a acestor fenomene în perioada anterioară observațiilor instrumentale. În acest scop, în **fig. 1**, sunt

reprezentate datele despre numerele Wolf (prin valorile curbei integrale), ca indicator al activității solare pentru o perioadă de două secole și jumătate și datele calendaristice ale inundațiilor pe râurile Nistru, Prut și Dunăre. Pentru perioada observațiilor instrumentale a regimului de scurgere în **fig. 1** se indică oscilațiile multianuale ale debitelor maxime și medii anuale reprezentate de asemenea în forma curbelor integrale diversificate.

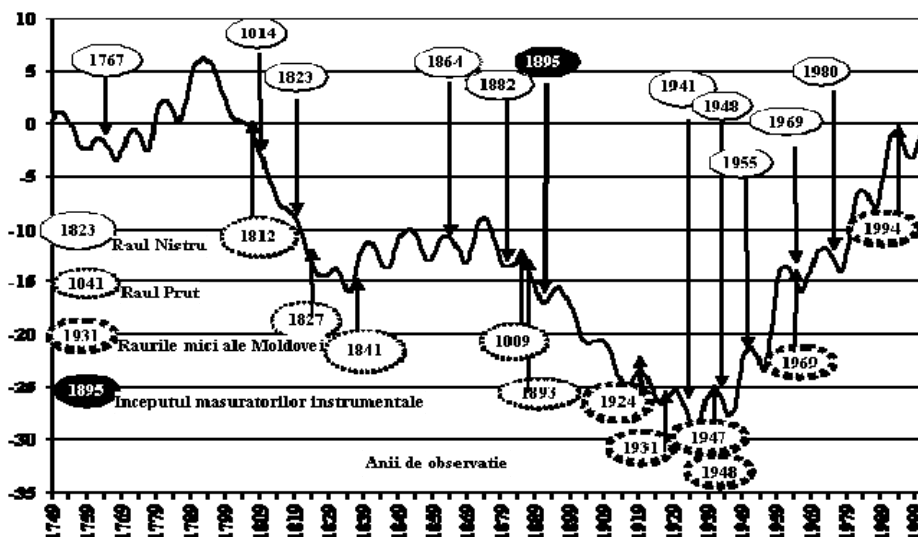


Figura 1. Cronologia inundațiilor catastrofale pe teritoriul Republicii Moldova în raport cu activitatea solară (numărul Wolf)

Analiza acestor grafice denotă o dependență evidentă a scurgerii râurilor de specificul activității solare. Astfel, anii în care s-au înregistrat inundații catastrofale, în majoritatea cazurilor, corespund cu faza minimă a ciclului de 11 ani a activității solare. Evident, că aceasta nu ne permite să afirmăm că dinamica ciclică a numărului Wolf poate fi folosită în scopul prognozei inundațiilor. Însă această corelație merită a fi utilizată în scopul aprecierii frecvenței scurgerii maxime de viitură.

Un interes deosebit prezintă studiul inundațiilor pe râurile mici din Republica Moldova și din regiunile limitrofe. În ultimii 50 de ani în râurile din aceste regiuni au avut loc câteva zeci de inundații locale, provocate de precipitații torențiale abundente. Un tablou amplu în cronologia acestor inundații este prezentat în **fig. 2**. Cele mai excepționale viituri și inundații, care au cuprins bazine hidrografice mici, s-au înregistrat în anii 1948, 1949, 1968, 1971, 1991, 1994. Un interes deosebit științific și practic reprezintă inundațiile provocate de precipitațiile torențiale abundente, care concomitent cuprind suprafețe mari. Așa au fost, de exemplu, ploile torențiale din 9-10 iunie 1948, 7-8 iulie 1948 și 26-27 august 1994. Variația spațială a stratului de precipitații torențiale în această perioadă este prezentată în **fig. 2-5**. Analiza hărților izohietelor precipitațiilor torențiale și a altor materiale permite de a determina zonele posibilelor inundații. Din datele prezentate în **fig. 3** reiese că ploile torențiale din 10 iunie și 7-8 iulie 1948 au ocupat tot teritoriul Republicii Moldova. Focarele maxime ale acestora cuprind regiunile centrale, inclusiv bazinele râurilor Cogâlnic, Botna, Răut, Ichel, care, formând viituri puternice, au provocat inundații catastrofale. În această perioadă au fost înregistrate debitele maxime de apă din perioada de observații, valori care pot fi folosite la elaborarea recomandărilor în scopul construcțiilor sistemelor de evacuare a apelor și de

protecție a terenurilor de la inundații. În **tabelul 3** sunt prezentate debitele maxime de apă, condiționate de ploile torențiale din ani 1924-2004.

Valorile maxime ale scurgerii uneori posedă alte caractere ale curbelor de repartizare, fenomen ce se înregistrează în regiunile afectate de ploi torențiale cu valori extreme locale, care practic nu se înscriu în șirurile obținute nemijlocit prin măsurători, atât a debitelor maxime, cât și a straturilor scurgerii de viitură. Ca exemplu prezentăm datele despre viitura înregistrată în iunie 1969, când debitul râului Vilia (râu din nord-vestul Republicii Moldova) a înregistrat 349 m³/s, valoare record în timp de 43 ani. Coeficientul modular al acestui maximum are valoarea de 16,8. Conform curbei empirice, probabilitatea depășirii anuale a acestui coeficient este de **P=2,27%**. Însă punctul cu aceste coordonate se plasează mult mai spre dreapta de curba teoretică cu parametrii statistici de $C_v=2,6$; $C_s=2C_v$. În așa caz probabilitatea depășirii anuale a coeficientului modular egal cu 16,8 va alcătui nu 2,27%, ci doar 0,04%, ce reprezintă un caz în 2500 ani, valoare care nu poate fi acceptată.

Metoda de generalizare a valorilor maxime ale debitelor, elaborată de G. Kalinin [6], permite de a aprecia probabilitatea viiturilor extreme și a inundațiilor. Dispunând de datele maxime ale debitelor, înregistrate la posturile hidrometrice și stabilind, după date multianuale, valorile coeficienților de variație (C_v), putem construi graficul generalizat al dependenței exponențiale $Ke=f(C_v)$, reprezentat în **fig. 6**.

Curba superioară ce corespunde probabilității de 0,1-0,5% reflectă valorile extreme ale dependenței exponențiale (Ke), care au fost înregistrate pe râuri în rezultatul observațiilor multianuale. Analiza rezultatelor măsurătorilor demonstrează că frecvența viiturilor maxime variază substanțial în spațiu. Astfel, viitura, generată în Chișinău de ploaia torențială din 10.06.1948, a contribuit la inundații catastrofale pe râurile și râșoarele din regiunea centrală (Malina Mică, $F=24,0$ km², $Q_m=130$ m³/s; râșorul Biucani, $F=472$ km², $Q_m=226$ m³/s). Probabilitatea acestor debite alcătuiește circa 1%. În același an, pe 17-18 iulie, aproximativ în aceeași regiune, a avut loc o altă ploaie torențială catastrofală care a generat inundații cu debitele maxime de peste 100 m³/s, frecvența acesteia fiind apreciată ca una la 70-100 ani.

Tabelul 3. Valorile maxime ale debitelor de apă și ale debitelor specifice ale râurilor mici în anii 1924-2004.

Râul - secțiunea	F, km ²	Anii	Q _{max} , m ³ /c	q _{max} , l/s km ²
Molochiș – s. Molochișul Mare	184	1924	557	3030
Cubolta – s. Cubolta	869	1925	298	3430
Ciuhur – s. Bârlădeni	144	1927	174	1210
Ciorna – s. Mateuți	307	1931	234	762
Salcia Mare – s. Musait	414	1932	94,4	228
Râbnița – s. Andreevca	152	1933	230	1510
Iagorlâc – s. Doibani	1220	1938	611	501
Ciulucul Mic – or. Telenești	566	1947	514	908
Malina Mare	3,77	1948	53,2	14100
Gusev	12,4	1948	85,0	3290
Biucani	24,0	1948	130	5420
Gulbociha	47,2	1948	226	4790
Bălțata	62,4	1948	172	2760
Ichel – s. Pașcani	562	1948	200	356
Taraclia – or. Taraclia	103	1966	67,8	658
Pohoarna – s. Domulugeni	30	1994	57,8	1930
Călmățui	-	1994	472	-

Astfel, conchidem că studiul frecvenței viiturilor mari prezintă un interes deosebit datorită faptului că debitele maxime ale unor atare viituri reprezintă populația numerelor extreme ale șirului hidrologic, care nu se încadrează în valorile acceptate ale curbelor de repartiție a probabilităților.

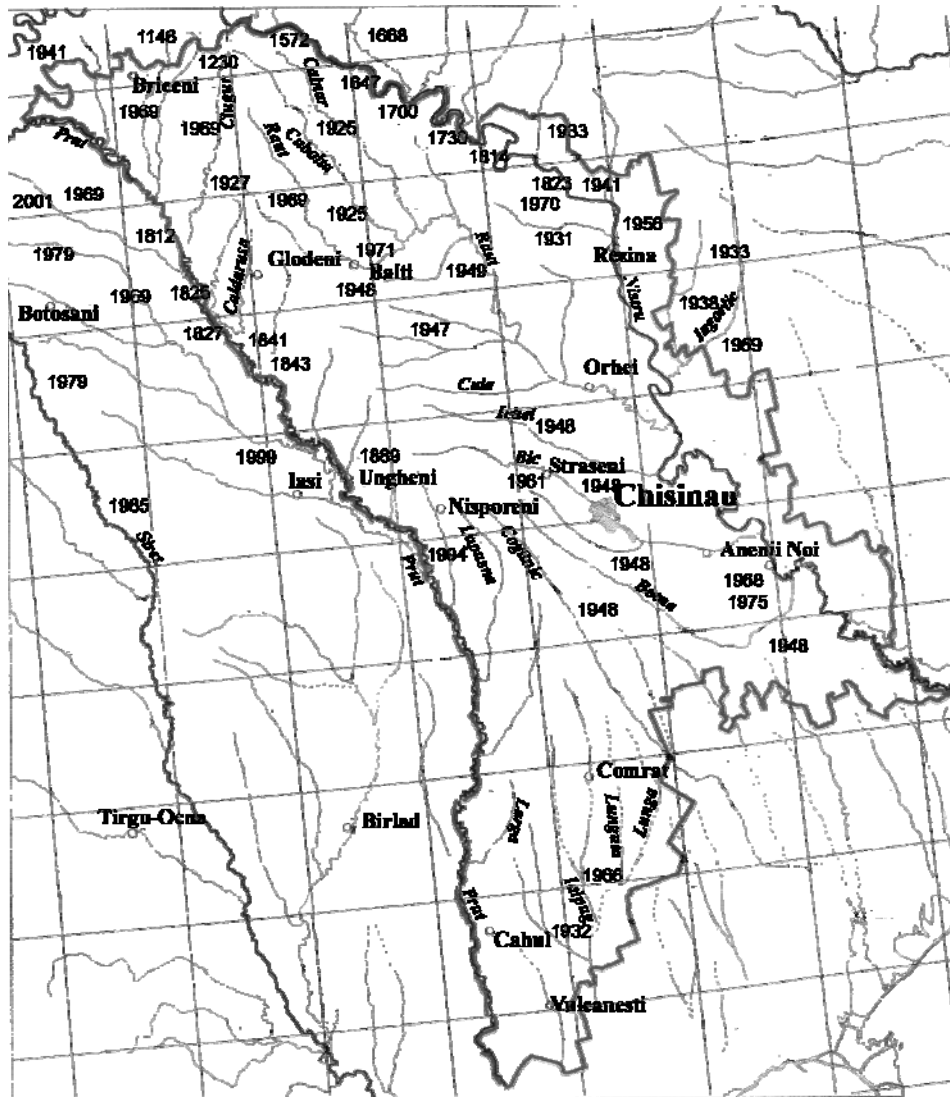


Figura 2. Anii și localizarea inundațiilor excepționale din Republica Moldova.

Reieșind din rolul aplicativ al aprecierii ordonatelor extreme ale curbelor de asigurare, prezintă un interes deosebit cercetarea frecvenței valorilor extreme, care permite construirea curbelor de asigurare a asigurărilor ale valorilor maxime a numărului

șirului anumitelor grupe de râuri. Legea repartiției probabilităților poate fi stabilită teoretic [7].

$$P'_{P(Q_m)} = [1 - P(Q_{ext})]^{\bar{n}} \quad (1),$$

unde \bar{n} – media numărului de ani din care se extrag valorile extreme;
 $P(Q_{ext})$ – asigurarea empirică a valorilor extreme.

Practic construirea curbelor de asigurare a asigurărilor poate fi efectuată, repartizându-le într-un șir în creștere. În așa caz formula (1) poate fi redată astfel:

$$P''_{p(Q)} = 1 - [1 - P(Q_m)]^{\bar{n}} \quad (2).$$

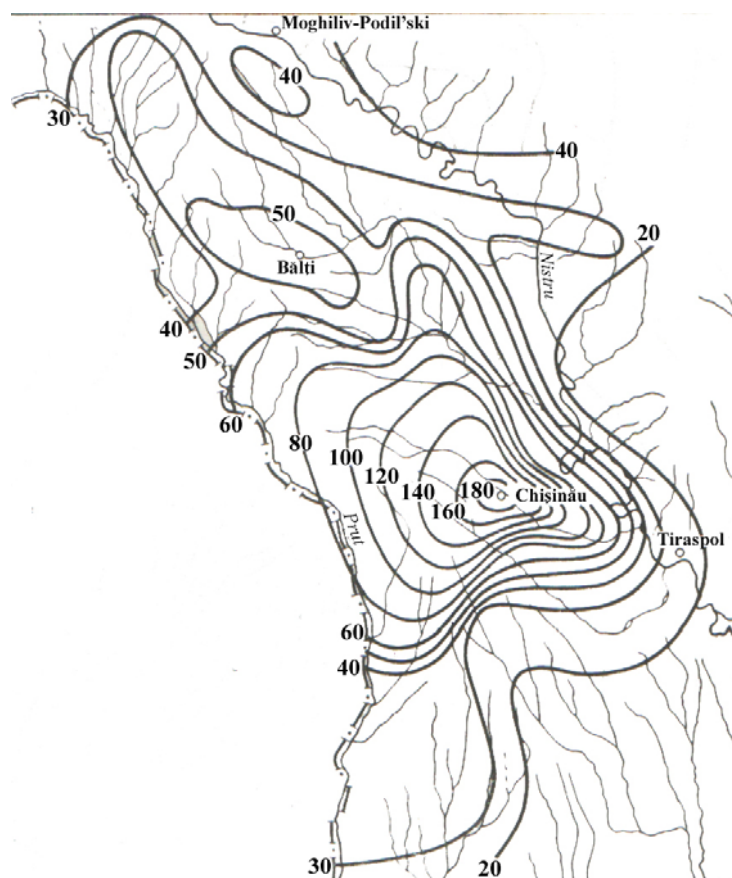


Figura 3. Izohietele (mm) ploii torențiale din 10 iunie 1948 cu focarul în regiunea or. Chișinău.

Abateră curbei empirice $P(Q_m)$ de la curba teoretică, denotă că legea acceptată a repartiției valorilor extreme se abate de la legea valabilă a repartiției. Metoda menționată a fost folosită pentru debitele maxime ale viiturilor pluviale după ansamblul de măsurători instrumentale, efectuate la 58 de posturi hidrometrice, cu durată medie a perioadei de observație de 26 ani.

Din **fig. 6** reiese că funcția empirică a repartiției probabilității în partea superioară nu corespunde cu curba analitică calculată după formula (2), punctele empirice situându-se mai jos de curba teoretică. Aceasta demonstrează că, în cazul maximelor extreme, legea empirică acceptată sistematic majorează valorile de asigurare a debitelor maxime. Atare majorări sunt consecințele distrugerii complexelor de evacuare și de reglare a scurgerii în timpul viiturilor cu o mică frecvență. De aceasta este necesar de ținut cont în procesul de proiectare a obiectelor de gospodărire a apei pe râurile din Republica Moldova.

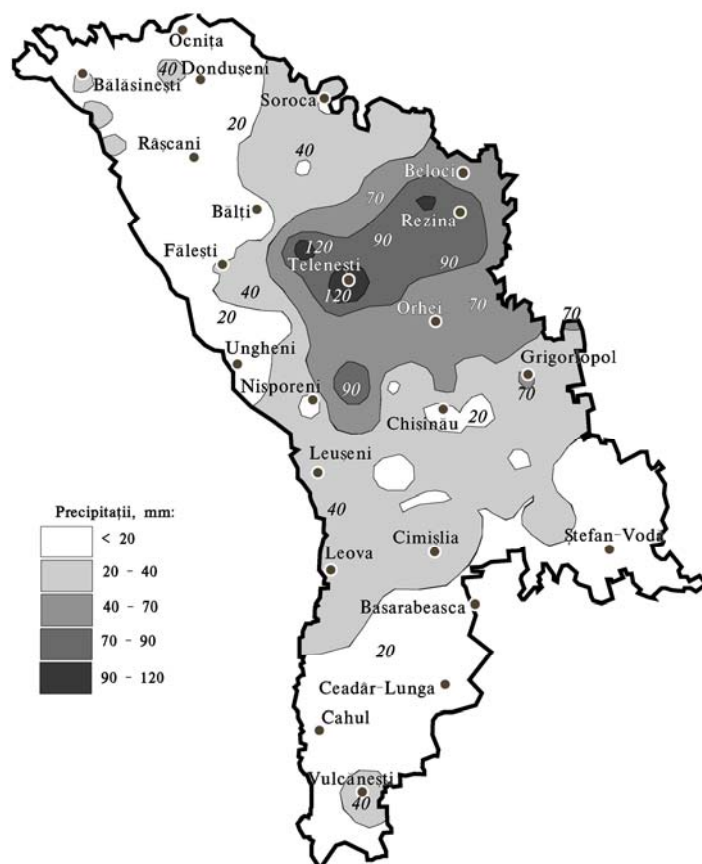


Figura 4. Repartiția spațială a ploii torențiale din 26.08.1994.

Această metodă a fost aplicată pentru debitele maxime extreme ale viiturilor de ploaie, efectuând, în acest scop, analiza statistică a datelor observațiilor în secțiunile hidrometrice din 32 bazine hidrografice cu durata medie a observațiilor de 26 de ani.

Analiza acestor materiale confirmă că informația ce caracterizează viiturile excepționale se supune altor legi de repartiție a probabilităților.

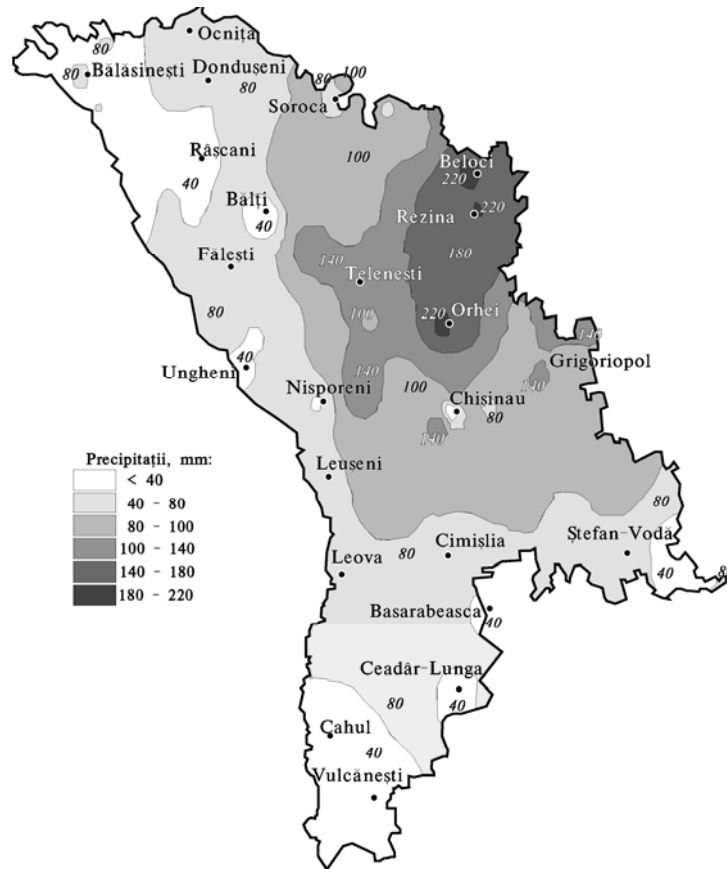


Figura 5. Repartiția spațială a ploii torențiale din 25-28.08.1994.

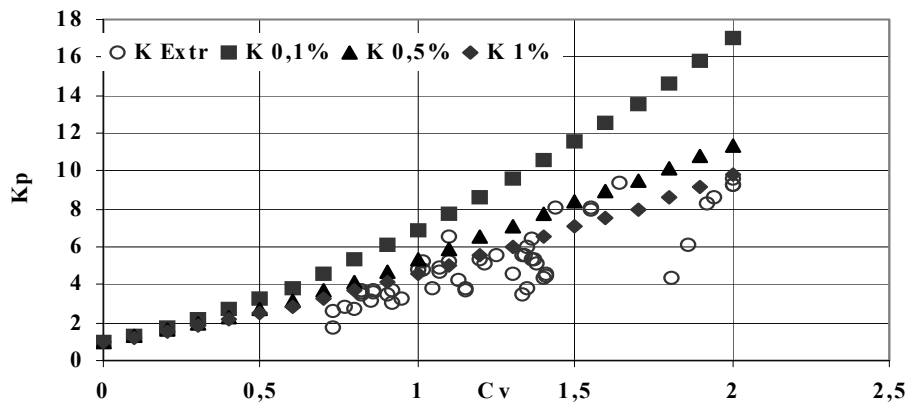


Figura 6. Dependența valorilor extreme înregistrate ale coeficienților modulari a debitelor maxime de apă de valoarea coeficientului de variație.

Concluzii

Analiza spațio-temporală a condițiilor de formare a inundațiilor confirmă că acestea reprezintă una din caracteristicile esențiale ale regimului râurilor din Republica Moldova. În cronologia celor mai mari inundații și a activității solare în ultimele trei secole se înregistrează o anumită legitate conform căreia în fazele cu valori minime ale numărului Wolf se înregistrează o creștere a probabilității inundațiilor. Aprecierea frecvenței și periodicității inundațiilor generate de ploi torențiale necesită revizuirea și actualizarea documentelor normative vechi ce vizează proiectarea construcțiilor de protecție de la inundații și folosirea sistemelor informaționale geografice în aprecierea gradului de asigurare a localităților și a altor obiecte economice care pot fi afectate de aceste calamități naturale.

Bibliografia

1. Bejenaru, Gh., Melniciuc, O. (2003) – *Calculul precipitațiilor generatoare de viitură la determinarea debitelor maxime de apă pe râurile mici din Republica Moldova*, Analele Universității de Stat din Tiraspol – 2002. vol. II. Științe biologice, geografice, geologice, economice, chimice și didactica geografiei, biologiei și chimiei, p. 17-25.
2. Boboc, N., Constantinova Tatiana, Melniciuc, O. (2004) – *Utilizarea radarului și a Sistemelor informaționale terestre în analiza formării inundațiilor pe râurile mici din Republica Moldova*, Analele Științifice ale Univ. „Al. I. Cuza” din Iași (seria nouă), Geografie, tomul L., *Lucrările Simpozionului Sisteme Informaționale Geografice, Nr.10, Editura Universității „Al.I. Cuza” Iași*, pag. 7-14.
3. Diaconu, C., Șerban, P. (1994) – *Sinteze și regionalizări hidrologice*, București. Editura Tehnică. 387 p.28
4. * * * *Ghid pentru determinarea riscului de inundație* (2002) – INMH, București, 28 p.
5. *Instrucțiuni pentru calculul debitelor maxime în bazine mari* (1997) – București, 53 p.
6. Kalinin, G.P. (1968) – *Problemi global noi ghidrologhii*, L., Ghidrometeoizdat, 377 p.
7. Krițkii, S.N., Menkel' M.F. (1950) – *Ghidrologhiceskie osnovi recinoi ghidrotehniki*. M.-L., Izd. AN SSSR, 391 p.
8. Melniciuc, O, Bejenaru, Gh. (2001) – *Indrumar metodic pentru cursul „Hidrologia, Hidrometria și regularizarea scurgeri”*, Chișinău, 30 p.
9. Melniciuc, O., Lalikin, N., Bejenaru, Gh. (2002) – *Probleme de studiu al inundațiilor în Republica Moldova*, Darea de seamă științifică. CIAP, Moldova, Chișinău, 115 p.
10. Mel'niciuc, O.N., Korcinskii, V.A. (1973) *O vozmojnosti ispol'zovania avtokorreleaționnoi funkții dlea oțenki prostranstvennoi redukții rasceotnîh sloev livnevîh osadkov*, Izvestia Akademii Nauk MSSR, nr. 3, p. 69-75
11. Mihailescu, C. (2004) – *Clima și hazardele Moldovei. Evoluția, starea, predicția*, Chișinău, Licorn, 191 p.
12. Pantazică, M. (1974) – *Hidrografia câmpiei Moldovei*, Editura Junimea Iași, 317 p.
13. * * * *Resursi poverhnostnîh vod SSSR* (1969) – Tom 6, Ucraina i Moldavia, vîp. 1, Ghidrometeoizdat, 833 p.
14. * * * *Resursi poverhnostnîh vod SSSR* (1963, 1976, 1978, 1980, 1986) – Tom 6, Ucraina i Moldavia, vîp. 1, Ghidrometeoizdat.
15. Stănescu, V. (1995) – *Hidrologie urbană*, București, Editura didactică pedagogică, 99 p.
16. Șahramanian, M.A. (2001) – *Informaționie tehnologii upravlenia riskom v prorodnoi i tehnoghennoi sferah*, Sb. naucino-tehniceskih trudov. M., IIT VNII GOCS, 400 p.
17. Șoigu, S.K., Vorob'ev Iu.L. (2001) – *Kompleksnaia oțenka riska ot cerezviceainîh situații prirodного i tehnoghenного haraktera*, Sb. naucino-tehniceskih trudov. M., IIT VNII GOCS.
18. Șveț, G.I. (1972) – *Vidaiușiesea ghidrologhiceskie iavlenia na iugo-zapade SSSR*, L., Ghidrometeoizdat.
19. * * * *Teoreticeskie osnovi reaghirovania na cerezviceainie situații* (1999) – Pod red. Larionova V.I. M., Izdanie VIU.